



**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD GSIP EN LA
PLANTA DE TRANSMISIONES CVT EN GM RAMOS ARIZPE**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE
INGENIERÍA**

PRESENTA

ING. VÍCTOR VALDEZ GÓMEZ

ASESOR: DR. JUAN CARLOS NERI GUZMÁN

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P. DICIEMBRE 2018

CARTA DE LIBERACIÓN DEL ASESOR



23 de agosto de 2018

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico
CIATEQ, A.C.

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial del alumno Ing. Víctor Valdez Gómez, una vez revisada la Tesis titulada: "Implementación del Sistema de Calidad GSIP en la Planta de Transmisiones CVT en GM Ramos Arizpe", autorizamos que el citado trabajo sea presentado por el alumno para la revisión del mismo con el fin de alcanzar el grado de Maestro en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería durante el Examen de Titulación correspondiente.

Y para que así conste se firma la presente a los 23 días del mes de agosto del año 2018.


Dr. Juan Carlos Neri Guzmán
Grado y nombre completo
Asesor Académico


Ing. Judith Araceli Cortez Duarte
Grado y nombre completo
Asesor en Planta

CARTA DE LIBERACIÓN DEL REVISOR



Santiago de Querétaro, Qro.
5 de noviembre del 2018

Dra. María Guadalupe Navarro Rojero
Directora
Posgrado CIATEQ
PRESENTE.

Por medio de la presente me estoy dirigiendo a Ud. de la manera más atenta, de que fui designado como revisor del trabajo de tesis del (la) **Ing. Víctor Valdez Gómez**, del trabajo titulado:

"IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD GSIP EN LA PLANTA DE TRANSMISIONES CVT EN GM RAMOS ARIZPE"

Después de haber leído, corregido e intercambiado información con el (la) estudiante antes mencionado(a), el trabajo de tesis que me fue entregado y haciendo resaltar que el (la) estudiante realizó todos los cambios que le fueron sugeridos a la tesis, ésta puede ser autorizada para su publicación y que de ésta manera pueda iniciar los trámites correspondientes para iniciar el proceso de titulación.

Sin otro particular por el momento y en espera de que mis sugerencias sean tomadas en cuenta y en beneficio del estudiante y la institución, agradezco la atención que se sirva prestar a la presente,

ATENTAMENTE


Dr. Juan Mayén Chaires

RESUMEN

Los sistemas de gestión de la calidad contribuyen a mejorar la posición competitiva e imagen tanto interna como externa en cualquier tipo de industria. A nivel interno, las empresas buscan contar con herramientas que les permitan tomar decisiones asertivas a fin de lograr reducir costos, tiempos, mejorar precios y ofrecer productos con calidad. Esta tesis busca dar a conocer la estrategia de implementación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) llamado GSIP (Proceso de Inspección Global Estándar o por sus siglas en inglés Global Standar Inspection Process) el cual es utilizado en todas las plantas de vehículos de General Motors. El estudio de caso expuesto surge de la necesidad de implementar un sistema de calidad en las plantas de Transmisiones, Motores y Componentes de GM, ya que actualmente el registro de defectos y trazabilidad de los mismos se hace de manera manual. Este sistema fue implementado en la planta de Transmisiones CVT (Trasmisión Variable Continua o de sus siglas en inglés Continuously Variable Transmission) ubicada en Ramos Arizpe, Coahuila, México.

El objetivo general es adaptar el sistema GSIP a los procesos de una planta de Transmisiones, apoyándose de los sistemas de trazabilidad de componentes y del sistema de monitoreo a la producción. Estos tres sistemas requieren comunicarse entre si a fin de generar información que sea íntegra entre ellos a fin de mejorar el proceso de identificación, clasificación y destino de los productos conformes de los no conformes.

Esta implementación tiene como objetivo específico que el sistema sea capaz de generar los métricos de calidad FTQ (Calidad a la primera o por sus siglas en inglés First Time Quality) e IPPM (Partes por millón internas o por sus siglas en ingles Internal Parts Per Million) en tiempo real, a fin monitorear el estatus de la producción y poder actuar ante eventualidades a fin de no generar scrap. Esta implementación se apoyó de la instalación de PC´s y monitores sensibles al tacto a fin de crear una interfaz que permitiera capturar, consultar y tomar acciones inmediatas ante los defectos registrados en el sistema.

Este estudio muestra que uno de los beneficios obtenidos es la consulta inmediata de cualquier transmisión o componente a fin de determinar si se encuentra alguna discrepancia que no haya sido reparada/confirmada, o por conocer el estatus de las eventualidades encontradas y el seguimiento que se le dio a las mismas. GSIP es un sistema que permite generar reportes y paretos de las discrepancias las cuales han permitido a la empresa la priorización de defectos a fin de atender los problemas con mayor número de incidencias, lo que se refleja en la disminución de eventualidades de manera significativa, y a su vez, en la reducción de scrap lo cual representó una disminución de costos.

Palabras Clave:

Ingeniería de los Ordenadores

Ingeniería y Tecnología

Industria automotriz

Métricos de calidad

Planta de transmisiones CVT

Proceso de Inspección Global Estándar (GSIP)

Sistemas Automatizados de Control de Calidad

Sistemas de Gestión de Calidad SGC

ABSTRACT

Quality management systems contribute to improve the competitive position and image both internally and externally in any type of industry. Internally, companies seek tools that allow them to make assertive decisions to avoid the increment of costs, reduce time, improve prices and offer quality products. This thesis seeks to publicize the implementation strategy of a Quality Management System (QMS) named GSIP (Global Standard Inspection Process) which is used in all vehicle plants of General Motors. The study of the exposed case arises from the need to implement a quality system in GM's Transmission, Motors and Components plants, due to currently the defects registration and traceability of them is done manually. This system was implemented in the CVT Transmissions plant (Continuously Variable Transmission) located at Ramos Arizpe, Coahuila, Mexico.

The general objective is to adapt the GSIP system to the processes of a Transmission plant, using the traceability system of components and the monitoring system of production. These three systems need to communicate with each other to generate information that is complete among them to improve the process of identification, classification and destination of conforming products of non-conforming ones.

The specific objective of this implementation is to generate the quality metrics FTQ (First Time Quality) and IPPM (Internal Parts Per Million) in real time to monitor the status of production and to be able to act on eventualities to decrease scrap. This implementation was supported by the installation of PCs and touch sensitive monitors to create an interface that would allow capturing, consulting and take immediately actions against the defects registered in the system.

This study shows that one of the benefits obtained is the immediate consultation of any transmission or component to determine if there is any discrepancy that has not been repaired / confirmed, or to know the status of the eventualities found and the follow up gave them. GSIP is a system that allows generating reports and paretos of the discrepancies which have allowed the company to prioritize defects to address the

problems with the greatest number of incidents, which is reflected in the reduction of eventualities in a significant way and reduction of scrap which can be represented as a decrease in costs.

Keywords:

Automotive industry

Automated Quality Control Systems

Computer engineering

CVT Transmission plant

Engineering and Technology

Global Standard Inspection Process (GSIP)

Quality Management Systems QMS

Quality metrics

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARTA DE LIBERACIÓN DEL ASESOR	II
CARTA DE LIBERACIÓN DEL REVISOR.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
GLOSARIO	XII
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4. OBJETIVOS.....	10
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	13
2.1. ¿QUÉ ES LA CALIDAD?	16
2.2. GESTIÓN DE LA CALIDAD	17
2.3. HERRAMIENTAS DE TRAZABILIDAD DE DEFECTOS	18
2.4. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD	22
2.5. SISTEMA DE CALIDAD GSIP	25
2.6. ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE GSIP	26
2.7. ESTUDIO DE CASO: PLANTA DE TRANSMISIONES CVT EN RAMOS ARIZPE, COAHUILA.....	26
CAPÍTULO 3 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN	28

CAPÍTULO 4 RESULTADOS	34
4.1. ANÁLISIS DE FTQ E IPPM ENTRE TRANSMISIONES CVT RAMOS ARIZPE Y TRANSMISIONES GF9 SLP	34
4.2. ANÁLISIS DE DEFECTOS ENTRE PLANTA TRANSMISIONES CVT RAMOS ARIZPE Y PLANTA TRANSMISIONES GF9 SLP	44
4.3. OBTENCIÓN DE PARETOS.	47
4.4. AUDITORÍA DE USO DEL SISTEMA GSIP	50
CONCLUSIONES	52
APORTACIÓN DE LA TESIS	54
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de líneas de producción en Planta de Transmisiones CVT Ramos Arizpe.....	6
Figura 2. Algunas ideas falsas sobre la Calidad y la Gestión de la Calidad.....	18
Figura 3. Comparativo sobre las características y clasificaciones de los softwares de Gestión de Calidad.....	19
Figura 4. Plantas de Ensamble de vehículos de GM en donde está siendo utilizado el sistema de Calidad GSIP.....	25
Figura 5. Rampa de aceleración de construcción de transmisiones en la planta CVT de Ramos Arizpe, según capacidad de operación tendencial 2020.	30
Figura 6 Niveles de Certificación en BIQ. Sistema de Trabajo Built in Quality desarrollado por GM.....	31
Figura 7. Reporte de calidad correspondiente al área de prismáticos de la planta Transmisiones CVT.....	36
Figura 8 Reporte de calidad de la planta de Transmisiones GF9 de SLP para el área de engranes.....	40
Figura 9. Reporte de calidad de la planta de Transmisiones GF9 de SLP para el área de cuarto limpio / ensamble.....	42
Figura 10. Sumario FTQ de todas las áreas de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe.....	43
Figura 11. Reporte de defectos del área de cuarto limpio.....	44
Figura 12. Criterio de filtro para la obtención de reportes de defectos en GSIP.....	45
Figura 13. Sumario de defectos de todas las áreas de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe.....	46
Figura 14. Reporte de defectos (Pareto) de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe.....	48
Figura 15. Gráfica Pareto defectos de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe.....	49
Figura 16. Reporte de auditoria de uso del sistema por usuario de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Reporte de calidad de planta transmisiones GF9 para el área de prismáticos.	34
Tabla 2. Costo unitario de los componentes del área de prismáticos de la planta Transmisiones GF9	37
Tabla 3. Costo de las piezas señaladas como defectuosas durante un día de producción y el equivalente producido durante un mes en la planta CVT.....	37
Tabla 4. Reporte de Calidad de planta Transmisiones para el área de engranes.	39
Tabla 5. Reporte de Calidad de planta Transmisiones para el área de ensamble.....	41

GLOSARIO

AMIA: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz A. C.

ASQ: Comunidad de Expertos en Calidad (de sus siglas en inglés American Society for Quality).

BIQ: Construir con Calidad (de sus siglas en inglés Built In Quality).

CAPA: Acciones Correctivas y Preventivas (de sus siglas en inglés Corrective And Preventive Actions).

CARE: Revisión y Evaluación de la Aceptación del Cliente (de sus siglas en inglés Comprehensive Assessment Reporting Evaluation).

Case: Carcasa.

CIATEQ: Centro de Tecnología Avanzada A. C.

CVT: Transmisión Variable Continua (de sus siglas en inglés Continuously Variable Transmission).

ERP: Planificación de Recursos Empresariales (de sus siglas en inglés Enterprise Resource Planning).

FTQ: Calidad a la primera (de sus siglas en inglés First Time Quality).

GF9: Planta Transmisiones de 9 velocidades ubicada en San Luis Potosí o de sus siglas en inglés Global Front 9 Speed.

GM: General Motors.

GMNA: General Motors Norte América (de sus siglas en inglés General Motors North America).

GMS: Sistema Global de Manufactura (de sus siglas en inglés Global Manufacturing System).

GPS: Sistemas de Propulsión Global (de sus siglas en inglés Global Propulsion Systems).

GSIP: Proceso de Inspección Global Estándar (de sus siglas en inglés Global Standard Inspection Process).

IEIA: Instituto de Evaluación e Ingeniería Avanzada.

IPPM: Parte Internas Por Millón (de sus siglas en inglés Internal Part Per Million).

ISO: Organización Internacional de Estandarización (de sus siglas en inglés International Organization for Standardization).

IT: Tecnologías de la Información (de sus siglas en inglés Information Technology).

OICA: Organización Internacional de Constructores de Automóviles (de sus siglas en francés Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles).

PHVA: Planificar – Hacer – Verificar – Actuar.

PTPM&C: Control y monitoreo a la producción en Powertrain (de sus siglas en inglés PowerTrain Production Monitoring and Control).

QDI: Interfaz de datos de calidad (de sus siglas en inglés Quality Data Interface).

QDT: Trazabilidad de Defectos (de sus siglas en inglés Quality Defect Tracking)

SAT: Pruebas de Aceptación del sistema (de sus siglas en inglés System Acceptance Testing).

SB: Cuerpo de Solenoides (de sus siglas en inglés Solenoide Body).

SPC: Control Estadístico del Proceso (de sus siglas en inglés Statistic Process Control).

TCH: Alojamiento de Torque (de sus siglas en inglés Torque Convertor Housing).

UASLP: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

UAT: Pruebas de Aceptación del Usuario final (de sus siglas en inglés User Acceptance Testing).

VB: Cuerpo de válvulas (de sus siglas en inglés Valve Body).

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Sin duda alguna, una de las industrias más competitivas a nivel internacional es la automotriz donde compiten alrededor de 50 empresas. Para que las empresas permanezcan en este sector y con presencia en el mercado internacional, es necesario que realicen grandes inversiones en innovación y mejoras constantes en procesos de producción y gestión administrativa, lo que les permita competir por precios, costos, calidad y variedad de productos.

Si bien hay un número significativo de empresas automotrices, se tiene registrado que sólo 6 de ellas (Toyota, Volkswagen, Hyundai, G.M., Ford y Nissan) producen el 50% de la producción total de vehículos en el mundo [1].

Una de las características de General Motors es la consolidación de buenas prácticas tecnológicas, de robotización, estándares de producción y sistemas de control y calidad en producción y servicios. Entre estos podemos destacar: Sistema Global de Manufactura (GMS por sus siglas en inglés o Global Manufacturing System), Construir con Calidad (BIQ IV por sus siglas en inglés Built In Quality) y el Proceso de Inspección Global Estándar (GSIP por sus siglas en inglés o Global Standard Inspection Process).

El sistema GSIP es un sistema Informático utilizado por el área de Calidad en las plantas de Ensamble General de Vehículos en la empresa General Motors, con la finalidad de construir productos con calidad. El GSIP opera con la instalación de estaciones de trabajo en piso las cuales muestran la secuencia de los vehículos y cada uno de sus sub componentes. A través de monitores sensibles al tacto, permite ingresar defectos que son identificados de forma automatizada o manual por los operarios que construyen y revisan cada uno de los componentes que corren en las líneas de producción.

Si bien el GSIP opera en las plantas de Ensamble General, existen áreas de componentes que no utilizan este proceso, por lo que presentan problemas de calidad en sus productos o servicios, tal es el caso de las plantas de Transmisiones, Motores, Fundición y Componentes. A este grupo de plantas mencionadas se les conoce como plantas de Sistema de Propulsión Global (GPS por sus siglas en inglés, Global Propulsion Systems).

Después de 26 años, General Motors cambió el nombre de sus plantas de Powertrain a Sistemas de Propulsión Global, con un total de 8600 personas que diseñan, desarrollan e ingenian todos los productos y controles relacionados con la propulsión de los productos de GM en todo el mundo. Mark Reuss, vicepresidente ejecutivo de Desarrollo del Producto Global, menciona que este nuevo nombre, es otro paso en el camino de GM para redefinir el transporte y la movilidad. GPS ofrece a sus clientes una gama increíble y amplia de productos que van desde motores de gasolina de 3 cilindros de alta tecnología, a las células de combustible, los motores Diesel V8, sistemas de baterías eléctricas, transmisiones de 6, 8, 9 y 10 velocidades y las transmisiones CVT. Casi el 50 por ciento de la fuerza de trabajo de ingeniería de GPS está involucrada con sistemas de propulsión alternativos o electrificados. Otros sistemas notables incluyen productos galardonados como el totalmente nuevo 3.6 L V6 con desactivación de cilindros disponible en el Cadillac. GM tiene más vehículos en la carretera con esta tecnología de ahorro de combustible que cualquier otro fabricante.

Otros logros recientes reconocidos incluyen el galardonado sistema de propulsión Volttec de segunda generación en el Chevrolet Volt y el altamente aclamado tren motriz para el Opel Astra. GM GPS es responsable del diseño, desarrollo y validación de todos los sistemas de propulsión de vehículos de GM, incluidos motores, transmisiones, sistemas de electrificación, desarrollo de células de combustible y todos los sistemas de control asociados. El Centro de Ingeniería de Sistemas de GPS de Pontiac, Michigan es el buque insignia de los ocho centros mundiales de ingeniería de motores, que incluyen Brasil, Alemania, Italia, India, China, Corea, Australia y México,

representando colectivamente \$1.5 mil millones en inversiones globales en los últimos años [2].

Actualmente las plantas GPS existentes en México son 12 de las cuales 5 son de Motores ubicadas en las siguientes localidades: 2 plantas de motores en Toluca, 2 plantas de motores en Ramos Arizpe y una planta de motores en Silao. Existen 2 plantas de fundición (una de hierro y una de aluminio) ubicadas en Toluca. Existen 5 plantas de Transmisiones, de las cuales 3 están localizadas en Silao (plantas de transmisiones de 6, 8 y 10 velocidades cada una), en San Luis Potosí existen 2 plantas de transmisiones (de 6 y 9 velocidades) y finalmente GM trabaja en la construcción de la nueva planta de transmisiones CVT en el complejo de Ramos Arizpe.

Todas las plantas de GPS registran los defectos de forma manual en tarjetas de identificación las cuales son colocadas en sus productos a fin de ser analizadas y dar seguimiento a las discrepancias registradas. Esta manera de hacer las cosas ha representado reprocesos en las verificaciones debido a la pérdida de tarjetas por la manipulación de las mismas, lo que representa pérdidas de tiempo y en ocasiones envío de productos a otras sub áreas del complejo, pero también en ocasiones ha llegado a culminar en envío de productos defectuosos hasta el cliente final.

Tomando en cuenta que la implementación del GSIP puede ayudar en mejorar los estándares de desempeño en áreas proveedoras de General Motors y contribuir a mejorar la calidad de los servicios e insumos, así como reducir costos y tiempos de entrega, se propone como un área de oportunidad y como proyecto de maestría realizar la propuesta de su implementación en la planta de transmisiones CVT en Ramos Arizpe.

El objetivo de esta nueva planta, que inició su construcción en el año de 2016, es construir Transmisiones Variables. Estas transmisiones también son conocidas como transmisiones de una sola velocidad; es decir, que permite hacer cambios sin interrupciones. La flexibilidad de una CVT es que permite que el eje de entrada mantenga una velocidad angular incluso cuando la velocidad de salida varía.

Aunque este tipo de transmisiones presentan disminución de potencia con respecto a una transmisión manual, compensan su desventaja con un costo menor de producción y a su vez permiten que el motor funcione a una velocidad más eficiente. Una transmisión de este tipo permite ajustar la relación de cambio a cualquier valor según las necesidades de la marcha.

Mi formación profesional es en Ingeniería en Computación, egresado de la UASLP. Tengo experiencia en el área de programación, auditoría informática e implementación de sistemas. He trabajado en instituciones como es IEIA (Instituto de Evaluación e Ingeniería Avanzada) como programador; trabajé en Deloitte en el área de Riesgos Empresariales como Auditor senior; trabajé en el Corporativo Elektra como Ingeniero de Pruebas de Software; trabajé en una constructora llamada Dynamica como Auditor de IT; finalmente, me encuentro laborando en General Motors en la posición de Deployment Lead del sistema GSIP. Actualmente cumplí 7 años de estar laborando en esta compañía. He estado asignado en diversas posiciones como son: soporte técnico, administración de aplicaciones y actualmente me he desempeñado en el área de Proyectos de IT en diferentes áreas (surtido de materiales, monitoreo a la producción, trazabilidad de componentes y calidad de productos). He participado implementando sistemas en las diferentes áreas mencionadas para proyectos en Silao, Toluca, Ramos Arizpe, Argentina y San Luis Potosí. Por todo lo antes expuesto, me considero apto para realizar este tipo de propuesta de implementación y es de mi interés abordar temáticas de este tipo que permitan aprovechar mi perfil profesional y mi experiencia laboral.

Este proyecto tiene relevancia considerando que, General Motors está interesado en implementar este mismo sistema en sus plantas de Sistemas de Propulsión Global (GPS). Esta propuesta surge debido a que en las plantas de GPS no existe un sistema de calidad que nos permitiera dar trazabilidad a los defectos. El proceso es totalmente manual y se desea automatizar a fin de reducir costos de reprocesos, evitar generar scrap, entre otras más acciones.

En reuniones de trabajo entre el equipo de implementación de GSIP de las plantas de Ensamble General y la Gerenta de Proyectos de IT, tocamos esta problemática y se propuso que deberíamos tomar control de todas las plantas de GM a fin de tener una estandarización entre los procesos. La problemática inicial a la que nos enfrentamos es que GSIP requirió de cambios en su programación previo a mostrar una posible alternativa de uso en el sistema. Este sistema finalmente fue presentado a finales de 2016 a Stephen Long, dueño del sistema de Calidad GSIP en donde se le mostró la posibilidad de adaptar el sistema de GSIP a los sistemas de GPS y con ello lograr una estandarización y control de los defectos y métricos de calidad que estaban siendo olvidados en las plantas de GPS.

Los Gerentes de Proyectos de IT, Judith Araceli Cortez y Hugo Colomina, fueron de gran apoyo para obtener la aprobación de esta implementación en la planta de Ramos Arizpe debido a que la nueva planta de Transmisiones de CVT considerándosele a esta nueva planta como piloto de dicha implementación y con esto lograr ser la primera que utilice el sistema de Calidad GSIP.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las plantas GPS son importantes para la cadena de valor del ensamble de vehículos al suministrar Blocks y cabezas de motores generados en las plantas de fundición de hierro y aluminio, las cuales son enviadas a las plantas de Motores de GM para su maquinado final. También se producen los motores de hierro y aluminio y Transmisiones de 6, 8, 9 y continuas (CVT), que son colocados en los diferentes coches que fabrica General Motors. Todos estos productos permiten integrar y construir vehículos y camionetas de calidad con estándares de rendimiento.

La figura 1 muestra un panorama de cada una de las líneas que conformarán las líneas de producción de la planta CVT.



Figura 1. Distribución de líneas de producción en Planta de Transmisiones CVT Ramos Arizpe.

Fuente: Propia

Esta planta va a estar dividida en 4 grandes áreas:

Primera área: Prismáticos. Esta zona la conforman las líneas de Cuerpo de Válvulas identificadas por las siglas VB (Valve Body). El siguiente componente son los Cuerpos de Solenoides identificadas por las siglas SB (Solenoid Body). Otro de los componentes es Carcasa identificado por las siglas (CASE) y Alojamiento de Torque identificado por las siglas TCH (Torque Converter Housing). Es importante señalar que por cada componente se tendrán 3 módulos los cuales trabajarán 3 turnos esperando tener una producción de 62.8 trabajos por hora.

Segunda área: Engranajes. Esta zona está compuesta por las diferentes líneas de Engranajes duros y verdes, identificados por sus identificador HARD y GREEN

Tercera área: Cuarto Limpio o línea de sub ensambles, Bancos de pruebas, análisis, ensamble principal. Esta zona es donde se reciben las piezas producidas en prismáticos y engranes en las líneas de sub ensambles que son Cuerpos de Válvulas,

Solenoides, Carrier, Carcasa, Ejes, Embrague, Bomba y Pre Carga. Una vez que todos estos componentes terminan su proceso de construcción, son trasladados a la línea de Ensamble Principal, posteriormente a bancos de pruebas, área de análisis que es donde llegan todas las transmisiones que no pasaron su prueba en los bancos. Aquí se analizan para determinar si se reprocessan, se prueban nuevamente o se marca como scrap.

Cuarta área: CARE. Es la zona donde se efectúa la última inspección para identificar que no tenga defectos visuales, se revisa la trazabilidad de los defectos y de las pruebas efectuadas a fin de evitar que el producto salga de planta con alguna discrepancia que no se haya reparado.

Es oportuno mencionar que en estas líneas vamos a tener la capacidad de recolectar defectos automáticos que serán colectados por el sistema PTPM&C (Control y Monitoreo de la Producción de sus siglas en inglés Powertrain Production Monitoring and Control). El objetivo de esta interfaz será coleccionar todos los posibles rechazos que una máquina pueda generar a fin de registrarlo en la base de datos de GSIP y de esta manera poder darle trazabilidad a los mismos. Cada una de las piezas tiene un serial hecho con marcadoras láser que permiten dar rastreabilidad a cada una de las piezas.

La propuesta de proyecto de tesis busca implementar el sistema de control informático GSIP para atender dos problemáticas que aparentemente son las dominantes en el sistema de producción del bien.

Por una parte, se propone mejorar el sistema de registro de los productos defectuosos, lo cual se hace de manera tradicional (manual) a través de tarjetas que llegan a separarse del producto, lo cual resulta obsoleto e impráctico; por la otra parte, se busca lograr una identificación, clasificación y un manejo adecuado de los productos defectuosos.

Estos problemas provocan pérdidas para la empresa debido a que se tienen que realizar reprocesos en las verificaciones de los productos defectuosos (cuando se pierde la tarjeta de identificación), lo que provoca pérdidas de tiempo, pero también provoca problemas con el destino de los productos defectuosos pues al perder el registro pueden a) ser desechados y clasificados como scrap, lo que provoca pérdidas económicas; b) también pueden ser aceptados como adecuados (cuando no lo son) y pasar a formar parte de piezas posteriores, lo que genera mala calidad en los productos y riesgos en la industria automotriz; c) ser enviados a otras áreas, lo que genera problemas de logística o; d) incluso corren el riesgo de llegar a un consumidor final, lo cual afecta la imagen del área, de sus productos, servicios y de la industria automotriz misma.

En este sentido es viable y altamente recomendada la implementación de un proceso de detección automática (oportuna) de productos defectuosos que asegure su adecuada clasificación, que facilite identificar la causa raíz de los problemas y asignarles un adecuado destino.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La industria automotriz genera vehículos que tienen como destino el transporte de bienes, servicios y personas, por lo que deben ser construidos con los más altos estándares de seguridad y con las pruebas más estrictas de calidad y funcionalidad de cada uno de sus componentes, de lo contrario ponen en riesgo la vida misma de los usuarios.

La transmisión es un componente muy importante en un vehículo ya que esta es la que permite que llegue a las ruedas la potencia y movimiento necesarios para que el vehículo se desplace. Consta de una serie de componentes que tienen la misión de hacer llegar el giro del motor a las ruedas del vehículo. Las transmisiones están encargadas de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas, en función de las necesidades, con la finalidad de aprovechar al máximo la potencia del motor.

La transmisión CVT fue diseñada con el fin de hacer más cómodo y sencillo el manejo del automóvil, haciendo que el conductor se despreocupe de la palanca de cambio y del embrague de tal forma que no tenga que elegir la marcha adecuada a cada situación. Estos cambios se efectúan en función de la velocidad del motor, de la velocidad del vehículo y de la posición del acelerador.

Realizando una investigación con el área de ingeniería del producto de GM SLP [3], el Ing. Ángel Morales Segura menciona que las eventualidades de mayor riesgo registradas ante un mal funcionamiento de una transmisión han sido que el coche deje de funcionar o se presenten algunas condiciones de ruido, marchas intermitentes o fugas de aceite. Por lo que se considera a las transmisiones como un elemento no crítico en un coche que pudiera poner en riesgo la vida de una persona.

En este sentido, una vez identificada la necesidad de contar con un sistema adecuado de identificación, registro, clasificación y control de los productos no conformes en la planta de transmisiones CVT de GM, se considera un área de oportunidad altamente viable la implementación del Proceso de Inspección Global Estándar GSIP, lo cual permitirá conseguir las siguientes ventajas:

- Se podrán obtener reportes de los métricos de calidad en tiempo real de manera automática en las diferentes áreas de verificación;
- Facilitará la trazabilidad de los productos no conformes para realizar las acciones correctivas necesarias eliminando la causa raíz de los problemas;
- Obtener alarmas por correo electrónico que permitan reaccionar ante discrepancias repetitivas;
- Obtener análisis de Calidad a la Primera Vez (FTQ por sus siglas en inglés: First Time Quality). Calidad a la primera es el cálculo del porcentaje de piezas buenas desde el comienzo de un ciclo de producción.
- Obtener análisis de IPPM (Partes Internas por Millón por sus siglas en inglés Internal Parts Per Million) en tiempo real. El IPPM es la unidad de medida que usa GM para medir la calidad de las unidades internas de sus plantas GPS. Evalúa la capacidad que tiene la planta para satisfacer las necesidades,

- expectativas y requerimientos. Este indicador proporciona pruebas estadísticas acerca de la calidad del producto entregado a nuestros clientes.
- Asegurar que los productos que sean enviados entre líneas de sub ensambles y al cliente final, sean productos que no cuenten con discrepancias abiertas durante el proceso de construcción.
- Disminuir los paros de líneas por problemas de material defectuoso entregado entre las diferentes líneas;
- Disminuir los costos que generan las reclamaciones de garantías por parte del cliente.

Estas acciones le permitirán a la planta de transmisiones CVT de General Motors operar de manera más competitiva, aprovechando mejor los recursos y mejorar los tiempos de entrega y calidad de los productos.

El tema elegido es relevante pues no sólo representa una solución alternativa en esta empresa, sino que puede ser utilizada para mejorar la productividad y competitividad en otras áreas de producción de las empresas que participan en la industria automotriz, la cual puede ser transferida más fácilmente a través de estudios como el presente.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este proyecto es adaptar el sistema de Calidad GSIP que actualmente es utilizado en las plantas de Ensamble General, en una planta de Transmisiones CVT en Ramos Arizpe, Coahuila, para mejorar el proceso de identificación, clasificación y destino de los productos no conformes.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Adecuar el sistema informático GSIP a las áreas que conforman las plantas de Transmisiones que permita garantizar la generación de métricos FTQ e IPPM en tiempo real y emitir alarmas correspondientes para detectar productos no conformes.
- 2) Asegurar la infraestructura tecnológica (estaciones de verificación, escáneres y pantallas sensibles al tacto) que permita a los usuarios, a través del sistema GSIP, generar los reportes necesarios para identificar, clasificar y registrar las causas de los defectos y controlar los reprocesos y entrega de productos.
- 3) Verificar la funcionalidad y eficacia del sistema GSIP en la planta de Transmisiones CVT en Ramos Arizpe, a través de pruebas de calidad que permitan comprobar que es posible reducir los costos e identificar las causas que provocan productos defectuosos.

1.4.3. HIPÓTESIS

Hipótesis 1: La implementación del Proceso de Inspección Global Estándar (GSIP) es un sistema informático que por sus características tecnológicas es viable para ser implementado en los procesos de las plantas de Sistemas de Propulsión Global (GPS), en particular en la planta de Transmisiones CVT en General Motors Ramos Arizpe, Coahuila.

Hipótesis 2: El problema de la mala identificación y uso-destino de los productos defectuosos que actualmente se registran en la planta de Transmisiones CVT en General Motors Ramos Arizpe, puede ser resuelto (o reducido al mínimo) y controlado a través de la implementación del Sistema de Calidad GSIP.

Hipótesis 3: Es posible reducir los costos por productos no conformes a través de la implementación del Proceso de Inspección Global Estándar (GSIP) en la planta de Transmisiones CVT en General Motors Ramos Arizpe.

1.4.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Es posible realizar pruebas de calidad de los productos en diferentes áreas de la planta de Transmisiones CVT en General Motors Ramos Arizpe?
2. ¿Es posible realizar pruebas del GSIP en la planta de Transmisiones CVT en Ramos Arizpe y comparar los resultados con la planta de Transmisiones GF9 de San Luis Potosí?
3. ¿Es posible demostrar la funcionalidad y utilidad de los módulos del GSIP (Análisis de FTQ – IPPM, Reportes de defectos, Obtención de Reportes de Pareto y Auditorías de uso del Sistema) para controlar y dar trazabilidad a los productos no conformes?

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En México y específicamente en el Estado de San Luis Potosí, la industria automotriz es considerada un pilar estratégico debido a los diferentes beneficios que trae consigo la generación de empleos a gran escala, las recaudaciones fiscales, la capacitación del personal, el desarrollo de proveedores, entre otras múltiples cuestiones. Para que las empresas permanezcan con presencia en el mercado nacional e internacional, es necesario que realicen grandes inversiones en innovación y mejoras constantes en procesos de producción y gestión administrativa, lo que les permita competir por precios, costos, calidad y variedad de productos ante otras empresas internacionales.

Según Izar Landeta [4], la calidad nació desde el mismo instante en que el hombre apareció sobre la faz de la tierra, pues en su naturaleza ha persistido el deseo de superación y el de hacer cada vez mejor las cosas. Vemos que el ser humano habitó cavernas desde hace 50,000 años para refugiarse y protegerse de los efectos adversos lo que originó que eligiera productos para su supervivencia, orillándolo a desarrollar utensilios y herramientas para su uso, así como la generación de vestimentas. Con el paso del tiempo, el hombre se dio cuenta que podía mejorar sus productos, dando origen a la evolución tecnológica. A medida que los pueblos crecieron, aumentó la demanda de los productos y con ello la necesidad de artesanos que pudieran fabricarlos, surgiendo la competencia y con ello la creatividad para fabricar mejores artículos. Los artesanos procuraban hacer las cosas bien, pero sin darle la importancia al costo o al tiempo requerido para ellos. Es China en el año de 1600 a.C. con la dinastía Shang, que establece de manera formal la primera organización que realizó controles de Calidad.

A finales de la década de 1980, la industria automotriz comenzó a dar importancia al control estadístico del proceso (SPC), de tal manera que, pidió a los proveedores, y a sus respectivos proveedores, adoptar esas técnicas. Otras industrias y el Departamento de la Defensa en Estados Unidos también implementaron el control estadístico del proceso.

Se estableció el Premio Nacional de Calidad Malcolm Baldrige, y se convirtió en la medida de la administración de la calidad total. En 1990, continuó el énfasis en la calidad en la industria automotriz, cuando el modelo Saturn quedó en tercer lugar en satisfacción del cliente, después de los dos automóviles japoneses más costosos. Además, la norma ISO 9000 se convirtió en el modelo mundial para los sistemas de gestión de la calidad.

La industria automotriz modificó la ISO 9000 para dar mayor importancia a la satisfacción del cliente, y adicionó elementos en el proceso de aprobación de la producción de partes, la mejora continua y las posibilidades de fabricación. La norma ISO 14000 fue aprobada como modelo mundial para sistemas de administración del medio ambiente.

La OICA (Organización Internacional de Constructores de Automóviles o de sus siglas en francés (Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles) [5], es una de las organizaciones fundadas en París en el año de 1919. Los miembros de OICA representan a la industria automotriz mundial a fin de impulsar el progreso económico. La OICA busca conectar personas, productos y servicios para mejorar la calidad de vida y la autosuficiencia sostenible. Esta organización está comprometida con la innovación tecnológica en las áreas de seguridad, medio ambiente, eficiencia de combustible, y buscamos la armonización global de las normas de seguridad y medioambientales para beneficiar a todos los países.

Los objetivos generales de OICA son defender los intereses de los fabricantes de vehículos, ensambladores e importadores agrupados dentro de su federación nacional y, en particular:

- Vincular las asociaciones nacionales de automóviles,
- Estudiar cuestiones de interés mutuo relacionadas con el desarrollo y el futuro de la industria del automóvil,
- Recolectar y distribuir información útil entre las asociaciones miembro,

- Establecer políticas y posiciones sobre asuntos de interés mutuo para los miembros,
- Representar a la industria del automóvil a nivel internacional, en particular con organismos intergubernamentales e internacionales,
- Difundir y promover las políticas y posiciones de la industria entre los organismos internacionales y el público en general.

La OICA está compuesta por 39 asociaciones comerciales de todo el mundo, incluidos los principales fabricantes de automóviles de todo el mundo. La organización mantiene comités permanentes que realizan actividades en los campos de asuntos técnicos, comunicación, exhibición y estadísticas de la industria. Una de las posturas de la OICA es que la industria automotriz tiene la responsabilidad de elegir y ofrecer los productos con calidad, mientras que los gobiernos asumen la responsabilidad de una competencia abierta, neutra en términos de tecnología.

Otras de las asociaciones a nivel nacional es la AMIA (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz A. C.) AMIA es una asociación civil constituida por voluntad propia de las empresas fabricantes de vehículos establecidos en México el 3 de enero de 1951. AMIA representa los intereses de las empresas fabricantes de vehículos, como agrupación se esfuerza por conciliar los intereses de estas empresas en forma colegiada prácticamente en todos los ámbitos, con respecto a otras instituciones similares, ante las confederaciones de cámaras y ante los gobiernos municipales, estatales y federales. AMIA tiene como principal misión dar a conocer cuestiones automotrices, evolución y estadística de los fabricantes de vehículos, afiliados en esta asociación.

La visión de AMIA es "Impulsar el crecimiento de la industria automotriz mexicana, manteniendo el sentido de responsabilidad a la comunidad y el medio ambiente, mediante la representación proactiva de los intereses comunes de los afiliados. Ser su portavoz, asesor y foro de concertación del cual emane y se difunda la información sectorial y el liderazgo de nuestra industria. En un marco de estricta vigilancia de la

regulación aplicable y la promoción de políticas de beneficio común para los asociados" [6].

Como se aprecia, es partir de toda esta serie de acontecimientos que se dan en el mundo lo que en la actualidad ha obligado a las empresas a desarrollar nuevas modalidades de gestión, necesarias no sólo para ser competitivas y rentables, sino que también puedan dar respuesta a las necesidades de los Clientes que asumen a la calidad como una variable estratégica.

2.1. ¿QUÉ ES LA CALIDAD?

Menciona Besterfield [7] que la American Society for Quality (ASQ) define a la calidad como un término subjetivo para el cual cada persona o sector tiene su propia definición. En su aplicación técnica, la calidad puede tener dos significados: las características de un producto o servicio que inciden en su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas o implícitas, o un producto o servicio que está libre de deficiencias; sin embargo, la definición es ambigua por que las características de un producto que satisfacen a un cliente pudieran no tener el mismo efecto con otro.

Otra definición de calidad es la de Izar Landeta [8], él menciona que hay autores que basan el concepto en el producto mismo, como una variable precisa y medible que depende de la cantidad presente en el producto de alguno o varios atributos. Otros le dan importancia al usuario como la persona que compra, que sabe lo que quiere; es decir, que el artículo es adecuado para el uso pretendido. La anterior definición busca la satisfacción del cliente, de modo que, si se satisfacen las expectativas, el producto tendrá calidad.

En la práctica las definiciones de calidad más usuales son la adecuación al uso y la de cumplimiento de especificaciones del artículo.

2.2. GESTIÓN DE LA CALIDAD

La Gestión de la Calidad es una condición necesaria para cualquier estrategia hacia el éxito y la competitividad. La Norma ISO 9001 establece que la adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible [9]. Menciona que los beneficios de implementar un sistema de gestión de Calidad son:

- a) Proveer productos y servicios que satisfagan los requisitos de clientes y reglamentos aplicables.
- b) Facilitar oportunidades de incrementar la satisfacción del cliente;
- c) Abordar los riesgos y oportunidades
- d) Demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

Menciona Camisón [10] que, pese a toda esta atención, o quizás precisamente por la confusión derivada de su notoriedad, existe una importante incertidumbre sobre el por qué, el para qué y el cómo puede implantarse este nuevo concepto de Gestión de la Calidad. Han existido una serie de errores y mitos que han que han lastrado tanto la práctica empresarial como la investigación académica sobre los enfoques de Gestión de la Calidad y su contribución a la mejora del desempeño organizativo. De lo anterior se deriva la necesidad de aportar una visión clara de los distintos conceptos de calidad y de los diferentes enfoques para la Gestión de la Calidad que ayudará a erradicar los malentendidos (Figura 2).

- La Gestión de la Calidad consiste en hacer más rigurosa la inspección.
- La Calidad se alcanza con el máximo esfuerzo, trabajando al máximo.
- La Gestión de la Calidad quiere decir establecer normas de calidad para productos y procesos.
- La Gestión de la Calidad quiere decir desarrollar manuales de calidad.
- La Gestión de la Calidad equivale a la certificación.
- La Gestión de la Calidad consiste en preparar gráficos de control.
- La Gestión de la Calidad es estadística.
- La Gestión de la Calidad es una cosa que hace la sección de control de calidad, circunscribiéndose al área de fabricación.
- La Gestión de la Calidad se puede dejar en manos de producción.
- La Gestión de la Calidad no necesita el compromiso personal.
- La Gestión de la Calidad busca lograr un producto técnicamente perfecto.
- La Gestión de la Calidad no tiene nada que ver con la dirección.
- La Calidad es costosa.
- La Gestión de la Calidad es innecesaria en mi empresa, porque es rentable.
- La Gestión de la Calidad es innecesaria en empresas de servicio.

Figura 2. Algunas ideas falsas sobre la Calidad y la Gestión de la Calidad.

Fuente: (Camisón, 2006) [10] *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid, Pearson Prentice Hall*

2.3. HERRAMIENTAS DE TRAZABILIDAD DE DEFECTOS

La planta de General Motors necesitaba resolver su problema de trazabilidad de defectos a fin de poder segregar sus productos conformes del no conforme, identificar las causas raíces de los problemas y obtener métricos de calidad en tiempo real. La gente de IT se encargó de analizar las diferentes opciones de sistemas de calidad disponibles en el mercado, enfocándose en que el software contara con resolución de problemas a través de CAPA (Acciones correctivas y preventivas o del inglés Corrective and Preventive Actions). Finalmente, en el año 2011, GM decidió apostar a implementar la opción desarrollada por Apriso FlexNet QDT (Trazabilidad de defectos de calidad o del inglés Quality Defect Tracking)

A continuación, se muestra la Figura 3 que contiene información obtenida de un servicio web gratuito que tiene como objetivo ayudar a las empresas a encontrar las soluciones de software adecuadas. Dicho servicio es llamado Capterra y es una compañía fundada en 1999 que tiene su sede en Arlington, Virginia.

Product	Deployment	Audit Management	Compliance Management	Corrective Actions (CAPA)	Defect Tracking	Document Management	Supplier Quality Control	Training Management
IQMS Quality Management Manufacturing ERP ★★★★★	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Gensuite ★★★★★	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
IntraStage ★★★★★	☑	☒	☑	☑	☑	☒	☑	☒
TestRail Test Case Management ★★★★★	☑	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
SpiraTest ★★★★★	☑	☑	☑	☒	☑	☑	☒	☒
Quality Database ★★★★★	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☑	☑
PERFORCE Helix TCM	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☒	☒
Audits.io ★★★★★	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒
The Lean Machine ★★★★★	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
ComplianceQuest ★★★★★	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Apriso FlexNet QDT ★★★★★	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Figura 3. Comparativo sobre las características y clasificaciones de los softwares de Gestión de Calidad.

Fuente: (Capterra, 2018) [11] *The Smart Way to Find Business Software. EUA*

Como se aprecia, existe diversidad de software enfocado al ámbito de la Calidad, pero no todos hacia el concepto CAPA. Fue en base a este comparativo, que la empresa General Motors presta atención sobre el software de FlexNet QDT desarrollado por Apriso debido a sus características y por ser ya proveedor del sistema de Trazabilidad FlexNet Track and Trace a nivel global en sus plantas GPS.

Apriso es la compañía que desarrolló el sistema de FlexNet QDT, se define a sí misma como una compañía de software dedicada a ayudar a sus clientes a transformar sus operaciones globales de fabricación logrando y manteniendo la excelencia en la fabricación.

FlexNet QDT (Trazabilidad de defectos de calidad o del inglés Quality Defect Tracking) es el software que la compañía de GM decidió implementar a fin de dar cierre a sus problemas de trazabilidad de defectos en sus plantas GPS y con ello eliminar toda la papelería generada de los reportes manuales que se usaban.

Apriso desarrolló esta herramienta para apoyar la mejora continua global al proporcionar visibilidad, control y sincronización en la fabricación y la red de suministro de productos.

Apriso atiende a casi 200 clientes en más de 40 países de América, Europa, Asia y África, incluidos GM, Volvo CE, Honeywell, L'Oréal, Trixell, Lockheed Martin, Bombardier, Textron Systems, MBDA, Saint-Gobain y Essilor [12].

La herramienta ofrecía devolver el control del programa de calidad administrando los aspectos de la misma, tanto dentro de la empresa como más allá de sus instalaciones ya sea con proveedores, socios, etc. Este sistema permitía unirse a varios sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) y ofrecía obtener métricas de calidad consistentes en toda la empresa. FlexNet QDT podía rastrear, detectar y contener eventos no conformes de manera rápida. Ofrecía visualizar en tiempo real los datos de calidad en todo momento, en todas las etapas con la finalidad de ver, rastrear y comprender mejor las causas de los problemas de calidad y así lograr una resolución efectiva y continua. Asimismo, el sistema permitía ingresar defectos de calidad específicos en una imagen a fin de localizar de manera más óptima la causa raíz de los problemas. FlexNet QDT ofrecía aprovechar todo el historial de los productos y procesos, así como los datos de genealogía para abordar las iniciativas de cumplimiento normativo y de garantía. Este sistema era tan robusto que permitía limitar la propagación de un problema de calidad, permitiéndole identificar, documentar y retener los productos sospechosos antes de que llegaran al cliente final [13].

Finalmente fue la planta de SLP Transmisiones la empresa piloto para la implementación del sistema FlexNet QDT (Trazabilidad de defectos o de sus siglas en

inglés Quality Defect Tracking) iniciando su implementación en el año 2012 y siendo puesto en productivo a finales del mismo año.

El sistema fue probado y se encontraron una serie de problemas que imposibilitaron ponerlo en marcha a un 100%. Las principales razones por las que el sistema no fue utilizado, fueron:

- Se tuvieron problemas con los privilegios de usuarios.
- Los roles de accesos no funcionaron de forma correcta.
- Los reportes de FTQ desplegaban errores.
- Los cálculos de scrap no eran correctos.
- Los diagramas Spectrum no desplegaban correctamente la información.
- Las alarmas de reportes no se ejecutaban
- El hecho de que el sistema era una aplicación web, hacía que se requiriera de una conexión a internet, tomaba más tiempo hacer algún desarrollo por la incompatibilidad entre navegadores
- El tiempo de respuesta era muy lento.
- La carga de diagramas por tipos de parte, era tediosa para los usuarios y hacía muy lenta la manipulación de las mismas al usuario final.
- La rastreabilidad de los defectos era compleja de acceder por la diversidad de opciones para llegar a ella.

Finalmente, la mayoría de los errores fueron resueltos pero la interfaz y tiempo de respuesta tanto para ingresar información como de consulta nunca pudo ser mejorada y la carga de alimentación al sistema era demasiado tediosa o con errores para el administrador del sistema provocando que el sistema se dejara de utilizar y por ende, la empresa optó por continuar trabajando con su método convencional de tarjetas.

General Motors decidió dejar de utilizar QDT y continuó trabajando sólo con el sistema de trazabilidad de componentes FlexNet. Lo anterior ocasionó que las plantas trabajaran de manera rudimentaria en la trazabilidad de defectos usando el manejo de tarjetas para la identificación de piezas con discrepancias o de scrap.

2.4. SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD

Los Sistemas de Gestión de Calidad son definidos [14] como un conjunto de normas y estándares internacionales que se relacionan entre sí para hacer cumplir los requisitos de calidad que una empresa requiere para satisfacer los requerimientos acordados con sus clientes a través de una mejora continua todo de manera ordenada y sistemática.

La Norma ISO [9] promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de calidad para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos del mismo. El enfoque a procesos implica a definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la política de calidad y la dirección estratégica de la organización. La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto puede alcanzarse utilizando el ciclo PHVA (Planificar – Hacer, - Verificar - Actuar) con un enfoque global de pensamiento basado en riesgos dirigido a aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados.

El ciclo PHVA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con los recursos y sean gestionados de manera correcta, de forma tal que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.

El pensamiento basado en riesgos ayuda a las organizaciones a identificar los factores que pueden causar que sus procesos y su sistema de gestión de la calidad se desvíen de los resultados planificados, para poner en marcha controles preventivos a fin de minimizar los efectos negativos y maximizar el uso de las oportunidades a medida que surjan.

La ISO [9] menciona que la organización debe establecer los objetivos de la calidad para las funciones y niveles pertinentes en los procesos necesarios para el sistema de gestión de calidad. Los objetivos deben:

- a) ser coherentes con la política de calidad;
- b) ser medibles;
- c) tener en cuenta los requisitos aplicables;
- d) ser pertinentes para la conformidad de los productos y servicios y para el aumento de la satisfacción del cliente;
- e) ser objeto de seguimiento;
- f) comunicarse;
- g) actualizarse, según corresponda.

Es con base a todo lo anterior, que nuestro enfoque es implementar un sistema informático de calidad que permita dar rastreabilidad a defectos originados en los productos, obtener análisis de métricos de FTQ e IPPM, análisis de información, causas raíces, generación de alarmas y obtención de paretos.

Hemos buscado información sobre implementaciones de sistemas de calidad específicamente en la industria automotriz y no hemos encontrado información al respecto. Se tiene información de la implementación de sistemas de calidad en la industria médica, educativa y de plásticos.

En la industria médica, Alberto Zamora [15] evalúa tres directrices para la implementación de un sistema de gestión de la calidad. Él enfoca su implementación de un sistema de gestión de calidad basándose en lo que estipulan las normas ISO 9001 e ISO 15189 así como de una Guía Latinoamericana para la mejora de la calidad. Menciona que los laboratorios se preocupan por obtener certificaciones, acreditaciones o reconocimientos cuando el objetivo primordial es brindar resultados confiables y oportunos en función de las expectativas de los pacientes. Coincide en que debemos implementar conforme al modelo PHVA descrito anteriormente por la Norma ISO. Él comenta que cuando logramos cumplir con este modelo de gestión de procesos, se tiene mayor posibilidad de cumplir con los requisitos de los clientes (pacientes). Asimismo, menciona que se requieren de 3 etapas. La primera consiste en realizar toda la documentación y de sensibilizar a los empleados sobre la misma. La segunda es cuando la empresa fomenta el uso del sistema al grado que realiza las

actividades sin darse cuenta. La tercera etapa es cuando la empresa se sube al sistema; es decir, lo usa de manera formal y persigue alcanzar los objetivos a través de la mejora continua.

Alberto Zamora propone que una vez que se logran las tres etapas antes descritas, es cuando la empresa debe buscar certificar o acreditar sus procesos.

Otra implementación descrita es la de Rosseti en la industria de plásticos [16], en donde el autor propone implementar y/o mejorar el sistema de gestión de calidad desde el punto de vista financiero. Su trabajo se basa en analizar los procedimientos y experiencias de los expertos de la empresa a fin de desarrollar una serie de formatos que permitan establecer una metodología estandarizada. Rossetti basó su diagnóstico en encuestas que demostraron la ausencia de un departamento de Calidad. Argumentó que el principal beneficio de implementar el sistema era evitar retrabajos, mayor productividad, menores costos y mayor satisfacción del cliente. Sus propuestas fueron crear el departamento de calidad, generar las políticas de calidad, capacitar al personal sobre buenas prácticas de manufactura, recopilar discrepancias de manera manual a fin de realizar gráficos y estadísticos sobre las no conformidades a fin de ser analizadas y sustentar la toma de decisiones.

Podemos apreciar que ninguna de las implementaciones antes descritas, opta por desarrollar algún mecanismo automatizado que les permita obtener de manera más eficiente los resultados de la calidad y, de hecho, General Motors de Mexico es la forma en que maneja su control de calidad. Actualmente las empresas de GPS cuentan ya con un sistema de Gestión de Calidad robusto conformado por políticas, capacitaciones, reportes, etc. Sin embargo, el objetivo de este trabajo es implementar una herramienta informática que permita obtener información en tiempo real a fin de tener contramedidas que permitan incrementar los valores de FTQ e IPPM lo cual reflejaría ganancias para la empresa por todos los aspectos mencionados.

2.5. SISTEMA DE CALIDAD GSIP

El sistema de Calidad GSIP (Proceso Global de Inspección Estandarizado) es un sistema desarrollado por General Motors. Este sistema fue desarrollado para ser utilizado en sus plantas ensambladoras de vehículos. El sistema GSIP es un instrumento electrónico de recolección de datos de calidad que brinda reportes en tiempo real y verifica que se hayan implementado las reparaciones, las medidas de calidad a lo largo del proceso y que los vehículos estén listos para su venta.

GSIP es un sistema informático que ayuda a la gerencia, a evaluar parámetros de calidad en la fabricación, ensamble y datos de auditoría. Este sistema ha sido utilizado únicamente en las 63 plantas de ensamble de vehículos de GM (Figura 4), siendo uno de los sistemas vitales para la empresa.

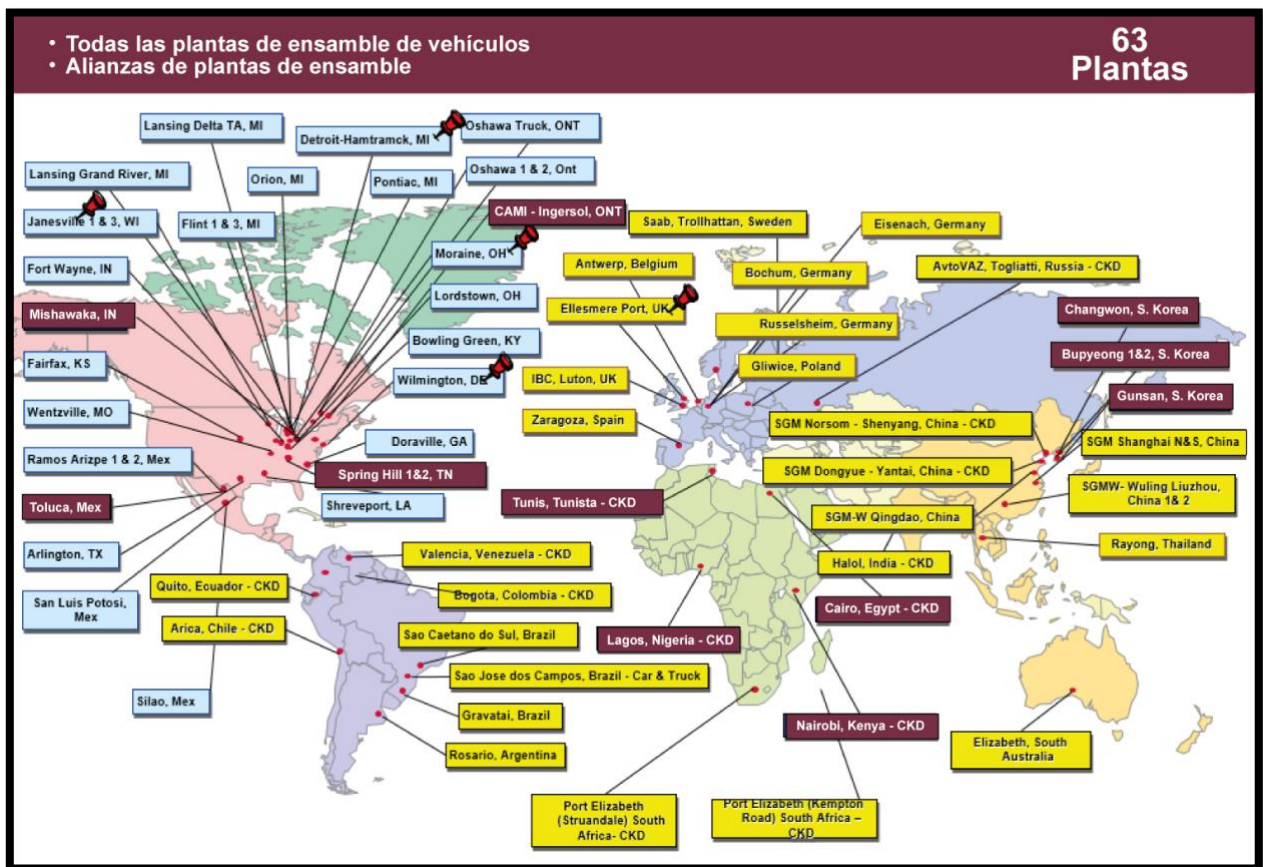


Figura 4. Plantas de Ensamble de vehículos de GM en donde está siendo utilizado el sistema de Calidad GSIP.

Fuente: (General Motors, 2017) [17] GSIP Assembly Plant Training, EUA.

GSIP es un sistema que permite en cada ciclo de construcción de algún producto, registrar los eventos detectados como defectuosos o que presentan irregularidades a fin de darles seguimiento a las contenciones a través de reportes y análisis de los mismos para prevenir la repetición de estos errores.

2.6. ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE GSIP

Actualmente las plantas de GPS registran sus defectos de forma manual en tarjetas de identificación las cuales son colocadas en sus productos a fin de ser analizadas y dar seguimiento a las discrepancias registradas. Este proceso ha representado reprocesos en las verificaciones debido a la pérdida de tarjetas por la manipulación de las mismas, lo que representa pérdidas de tiempo y en ocasiones envío de productos a otras sub áreas del complejo, pero también en ocasiones ha llegado a culminar en envío de productos defectuosos hasta el cliente final. Asimismo, el área de calidad realiza cálculos manuales de métricos (tales como FTQ e IPPM) lo que hace que la toma de decisiones no sea en el momento preciso ni de la mejor manera como sucede con las plantas de Ensamble General.

En este sentido, se propone implementar el sistema GSIP a fin de poder ayudar a mejorar los estándares de desempeño en áreas proveedoras de General Motors y contribuir a mejorar la calidad de los servicios e insumos, así como reducir costos y tiempos de entrega, este proyecto permitirá dar a conocer los resultados de la implementación del sistema GSIP en la primer planta de Transmisiones CVT de Ramos Arizpe, Coahuila.

2.7. ESTUDIO DE CASO: PLANTA DE TRANSMISIONES CVT EN RAMOS ARIZPE, COAHUILA.

El objetivo de esta nueva planta es construir Transmisiones Variables. Estas transmisiones también son conocidas como transmisiones de una sola velocidad; es decir, que permite hacer cambios sin interrupciones.

Para este proyecto, se ha dividido la implementación en 4 fases:

- 1. Implementación del sistema GSIP.** Configuración de arquitectura estándar, hardware para estaciones GSIP, configuración de servidores, e instalación de la aplicación. Configuración de interfases de comunicación), con los sistemas existentes en las plantas GPS. Configuración de estaciones de trabajo.
- 2. Configuración del negocio.** A fin de obtener cálculos de FTQ e IPPM, el negocio requiere establecer límites en métricos de calidad y alarmas de escalación. Estos métricos son configurables en todo momento.
- 3. Pruebas.** Estas pruebas consisten en ejecutar las SAT (Pruebas de Aceptación del Sistema o System Acceptance Testing por sus siglas en inglés) por parte del implementador y por último ejecutar las pruebas de UAT (Pruebas de Aceptación del Usuario Final o User Acceptance Testing por sus siglas en inglés).
- 4. Conclusiones.** Consiste en el análisis de los métricos e información de defectos obtenidos por la planta de CVT y la comparación contra la información del mismo tipo generada por la planta de Transmisiones de GF9 de SLP, a fin de poder identificar si el sistema es útil en el proceso de productos no conformes y, por tanto, si es conveniente replicarlo en otras plantas.

CAPÍTULO 3 PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

Para este proyecto, GM autorizó implementar el sistema de Calidad GSIP en la planta de Transmisiones CVT en Ramos Arizpe. Esta es la primera planta de Transmisiones GPS a nivel global con un sistema de calidad informático [17]. El trabajo de campo consistió en la verificación de todas las plantas de GPS en México para validar si utilizaban algún sistema informático y efectivamente todo el proceso es de forma manual, por lo que se concluye que efectivamente no existen plantas de GPS en GM que utilicen algún sistema informático para calidad.

El equipo de proyectos de IT comenzó a partir de enero de 2016 con juntas recurrentes con el personal de calidad, operaciones, materiales e IT soporte, con la finalidad de conocer las líneas, procesos e identificación de las estaciones de verificación dentro del área productiva en lo que sería la nueva planta de Transmisiones CVT en Ramos Arizpe, Coahuila.

El alcance de este proyecto fue implementar el sistema en las tres áreas que conforman la planta de Transmisiones que son: prismáticos, engranes y cuarto limpio. Se definió la instalación de 16 estaciones de GSIP para el área de engranes, 15 estaciones en el área de prismáticos y 14 estaciones para el área de cuarto limpio/ensamble.

Como parte del alcance y para fines de ver la factibilidad de uso del sistema en este tipo de plantas, se decidió implementar el sistema en un año y medio y comenzar con la etapa de pruebas de uso durante la etapa de arranque la cual fue definida iniciar el día 01 de junio de 2018. Debido a que la rampa de aceleración sería muy lenta y con la finalidad de poder ir analizando la factibilidad del uso del sistema durante la etapa de arranque, se decidió comparar la producción generada por casi un mes de producción contra la producción diaria de una planta de transmisiones que no utilice el sistema de GSIP. Cabe mencionar que GM no cuenta con otra planta que produzca este tipo de transmisiones por lo que la comparación no puede ser efectuada al 100% en este momento; sin embargo, GM quiere analizar e iniciar una

comparación entre un proceso manual y un proceso manejado por un sistema informático a fin de obtener información de un sistema que integre nuevas tecnologías, manejo de información automatizada, obtención de reportes de manera inmediata y efectuar tendencias en base a históricos registrados en el sistema.

General Motors busca obtener datos cuantificables haciendo la comparación con otra planta de transmisiones por piezas producidas a fin de generar los primeros datos de análisis. La compañía está consciente de que no se tienen condiciones igualitarias para efectuar la comparación, ya que las máquinas, procesos y productos son diferentes debido a que esta es una planta nueva con un producto nuevo. El punto óptimo de comparación será posible efectuarse cuando se construya la segunda planta de Transmisiones CVT de la cual aún no se tiene fecha ni ubicación. Los resultados obtenidos durante esta fase serán utilizados para mostrar cómo fue la implementación del proyecto a fin de ser mostrados en esta tesis con fines de titulación y para los fines de análisis de la compañía.

Conforme a la rampa de aceleración definida por la Dirección de Operaciones, la producción máxima se logrará a partir del año 2020, teniendo una producción de alrededor de 1,200 transmisiones diarias según se muestra en la Figura 5.

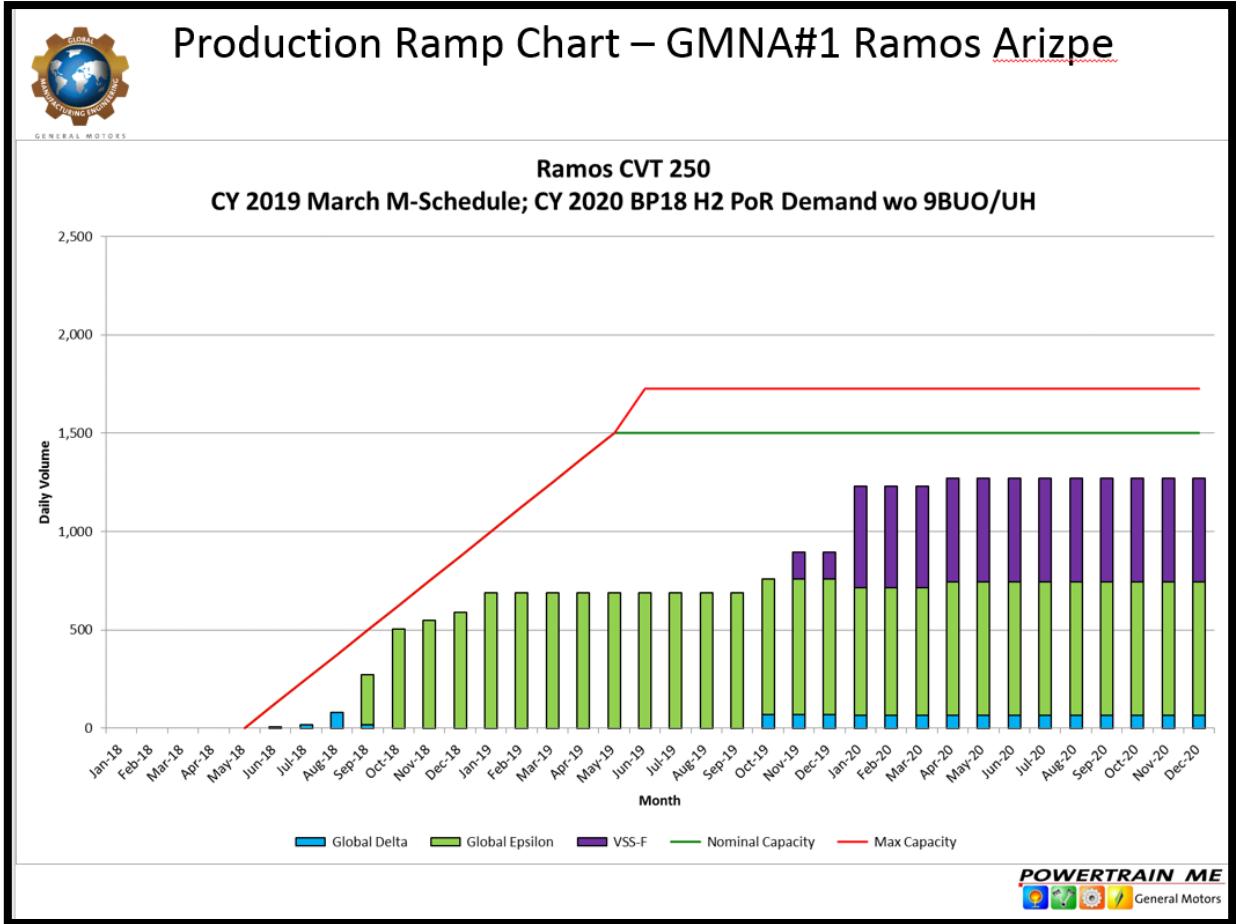


Figura 5. Rampa de aceleración de construcción de transmisiones en la planta CVT de Ramos Arizpe, según capacidad de operación tendencial 2020.

Fuente: (General Motors, 2018) [18] Dirección de Operaciones, Planta Ramos Arizpe

Los datos analizados fueron obtenidos del propio reporteador de GSIP a fin de obtener los siguientes reportes:

- Análisis de FTQ e IPPM
- Reporte de defectos
- Obtención de paretos
- Auditoría de uso del sistema

Para el cálculo de FTQ, el administrador del sistema GSIP (personal de calidad) es el encargado de asignar los valores objetivos de FTQ los cuales son modificables de forma trimestral en base al promedio de los tres meses anteriores, siendo el Director de

Calidad el responsable de definir los nuevos objetivos y argumentado con contramedidas y planes de acción las decisiones finales [19]. Como parte del arranque, las áreas de calidad definen sus objetivos permisibles de FTQ en un valor del 95% y un IPPM de 10,000. Estos valores son señalados como válidos por la certificación BIQ, siendo los valores mínimos para una certificación de BIQ Nivel IV. Como se puede observar en la Figura 6, existen diversos niveles de certificación en BIQ y General Motors ha decidido que todas sus plantas se certifiquen en un nivel IV el cual consiste en que los defectos no salgan de las estaciones de trabajo.

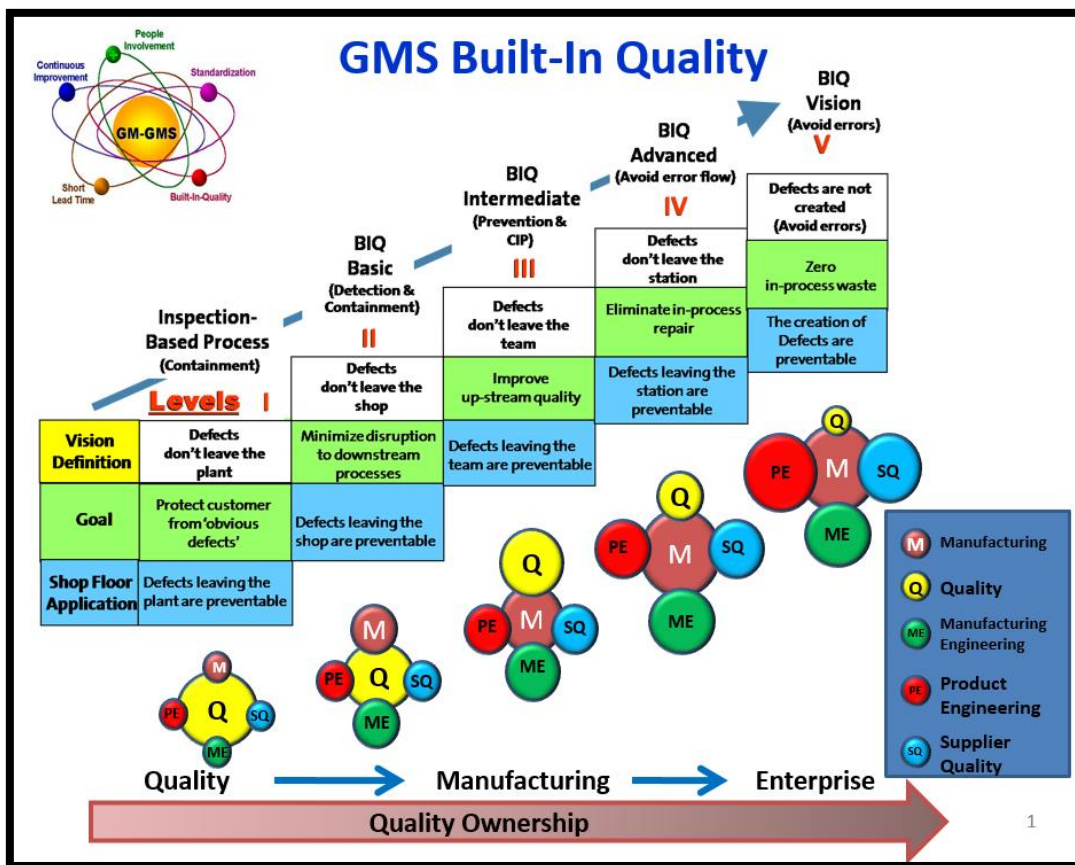


Figura 6 Niveles de Certificación en BIQ. Sistema de Trabajo Built in Quality desarrollado por GM.

Fuente: (General Motors, 2018) [20] BIQ Certification- Migration

De esta forma, el área de calidad establece los valores de FTQ e IPPM a fin de irse modificando durante el año a fin de mejorar la calidad de los productos y cumplir con los lineamientos del negocio.

Es relevante mencionar que la Calidad a la Primera Vez (FTQ por sus siglas en inglés: First Time Quality) es el cálculo del porcentaje de piezas buenas desde el comienzo de un ciclo de producción. Su cálculo conforme a la definición de métricos de las plantas GPS, se define de la siguiente manera [21]:

$$\text{FTQ} = (\# \text{ de piezas sin defectos} / \text{total de piezas producidas}) * 100.$$

(Su objetivo ideal sería tener un FTQ de 100%)

El IPPM (Partes Internas por Millón por sus siglas en inglés Internal Parts Per Million), es un métrico cuya unidad de medida es usada por General Motors para medir la calidad de las unidades internas de sus plantas GPS. Con este valor se evalúa la capacidad que tiene la planta para satisfacer las necesidades, expectativas y requerimientos. Este indicador proporciona pruebas estadísticas acerca de la calidad del producto entregado a nuestros clientes. EL IPPM se calcula de la siguiente forma [21]:

$$\text{IPPM} = (\# \text{ defectos encontrados} / \text{total de piezas producidas}) * 1\text{M}.$$

(Su objetivo ideal sería obtener un valor de cero para este métrico).

Los reportes obtenidos de GSIP, permitirán ser comparados y evaluados contra el reporte diario que se emite por una planta de transmisiones ubicada en SLP la cual únicamente genera un reporte llamado Reporte Diario de Calidad. Es importante mencionar que el reporte actual es generado en una hoja de cálculo de manera diaria. Este reporte sólo muestra el FTQ diario de las diferentes líneas de producción que conforman la planta transmisiones GF9. Esta planta maneja objetivos de FTQ los cuales son definidos por el gerente de calidad. El reporte muestra el FTQ obtenido en las diversas líneas de la planta y las discrepancias más repetitivas. Asimismo, se pueden observar el número de piezas buenas y piezas malas. No obstante, este reporte nos permite dar rastreabilidad a las piezas por número de serie. Es conveniente resaltar que el análisis de información de tendencias y defectos por ciertos períodos es complicado ya que actualmente el proceso manual y el manejo de hojas de cálculo requiere de inversión de tiempo y compilación de información del intervalo definido a fin de generar reportes históricos.

Para el análisis de resultados, se tomó la producción generada del día 01 de junio al día 27 del mismo mes de 2018 a fin de realizar un muestreo de la equivalencia de producción de un mes de la planta Transmisiones CVT, contra la producción obtenida de un día productivo en una planta que no usa GSIP a fin de tener cantidades de producción similares. Este rango fue definido a fin de tener igual de producción entre dos plantas e iniciar el análisis de los métricos y por la necesidad de entregar resultados del proyecto durante esta fase en la tesis. Es importante mencionar que el negocio no tiene en funcionamiento la totalidad de las líneas de producción, motivo por el cual encontraremos ausencia de información en algunas áreas, así como también encontraremos que algunas líneas produjeron suficiente material durante corridas de pruebas los cuales están siendo utilizados en los procesos de construcción y por lo mismo no se tienen registrados indicadores debido a que durante el periodo de prueba no hubo necesidad de producir.

Consideramos importante mencionar que el proceso de captura de información en el sistema GSIP, es una de las actividades nuevas dentro del proceso de construcción, por lo cual se monitorea el uso del sistema por los diferentes usuarios debido a que es algo nuevo que no formaba parte del proceso de producción.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

Se hizo un análisis de la información comprendida en casi un mes de uso del sistema de GSIP (01 al 27 de junio de 2017) en la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe, y se solicitó la información de un día productivo de la planta de transmisiones GF9 de SLP. Como se ha mencionado, este análisis se hizo en base a dicho periodo con la finalidad de tener cantidades similares de piezas producidas en CVT contra un día productivo de SLP.

4.1. ANÁLISIS DE FTQ E IPPM ENTRE TRANSMISIONES CVT RAMOS ARIZPE Y TRANSMISIONES GF9 SLP

A continuación, se presenta el reporte de calidad del día 15 de junio de 2018 con respecto al FTQ calculado en las áreas de prismáticos (Tabla 1), engranes (Tabla 4) y cuarto limpio / Ensamble de la planta de Transmisiones de SLP (Tabla 5).





LÍNEA	Objetivo %	Producción	Total OK	Total NOK	FTQ	DISCREPANCIAS Seguimiento a problemas
Cuerpo de Válvulas	97%	1124	1070	54	 95.20	27 piezas por fugas 9 Poros 18 piezas por candados de pruebas
Cuerpo de Solenoides	97%	1093	1029	64	 94.14	Línea 1 - 24 Poros Línea 2 - 26 Poros Línea 1 - 4 candados de pruebas
Alojamiento de Torque	97%	867	853	14	 98.39	Línea 1 - 8 Poros Línea 1 - 2 Impregnación Línea 2 - 4 Impregnación
CASE	97%	165	148	17	 89.70	L3-15 impreg y 1 Tapon Beta L2- 2 Impregnacion

Tabla 1 Reporte de calidad de planta transmisiones GF9 para el área de prismáticos.

Fuente: Reporte manual diario de producción del día 15 de junio de 2018.

En el reporte de la Tabla 1, apreciamos que sólo el área de Alojamiento de Torque, alcanzó estar con un FTQ del 98.39% estando por encima del límite inferior de FTQ

permisible. Podemos observar que las áreas de Cuerpo de Válvulas, Cuerpo de Solenoides y CASE no alcanzan su objetivo de FTQ que fue definido en un 97%. El total de piezas con defectos para el área de cuerpo de válvulas es del 4.8% con respecto al total de piezas producidas. Para el área de cuerpo de solenoides, se tiene un total de un 5.8 % de piezas defectuosas y para el área de CASE se identifica que el 10.3 % fueron piezas defectuosas. Lo más preocupante de estos reportes es que no se tiene control de cuáles son esas 30 piezas que presentan discrepancias; es decir, no hay forma de rastrear cuáles son las piezas defectuosas en caso de ocurrir una contingencia como es el mezclado de material sospechoso del correcto, lo cual representa un retrabajo en caso de darse esta condición. Otra de las desventajas del reporte manual de la Tabla 1, es que no tenemos un detalle del FTQ por cada una de las líneas. Se aprecia que se saca un reporte del total de piezas producidas y se obtiene un listado de discrepancias detectadas en donde si se menciona de la línea que proviene dicho problema, lamentablemente no podemos saber la cantidad de piezas producidas por cada una de las líneas de producción ni determinar qué tan crítico es tomar acciones sobre las diferentes líneas que las conforman.

Enseguida podemos ver el reporte de FTQ obtenido del sistema GSIP de las mismas áreas productivas de CVT Ramos Arizpe (Figura 7). Cabe mencionar que los reportes de GSIP abarcan un periodo mayor de consulta debido a que la producción es mucho menor en planta CVT debido a la rampa de aceleración y se tuvo que obtener de esta forma a fin de obtener un comparativo lo más parecido a lo que ofrece GF9. Como podemos observar, las líneas de TCH (correspondiente al área de Alojamiento de Torque de GF9) contiene tres defectos introducidos durante el periodo de análisis.

+	PRISMATICOS CARCASA L1	92.6	0.0	0	0	27	95.0	25	2	27
+	PRISMATICOS CARCASA L2			0	0	0	95.0	0	0	0
+	PRISMATICOS CARCASA L3	100.0	0.0	0	0	140	95.0	140	0	140
+	PRISMATICOS TCH L1			0	0	0	95.0	0	3	0
+	PRISMATICOS TCH L2			0	0	0	95.0	0	0	0
+	PRISMATICOS TCH L3			0	0	0	95.0	0	0	0
+	PRISMATICOS SB L1 ‡	99.8	0.0	0	0	1017	95.0	1015	2	1017
+	PRISMATICOS SB L2 ‡	100.0	0.0	0	0	29	95.0	29	0	29
+	PRISMATICOS SB L3 ‡			0	0	0	95.0	0	0	0
+	PRISMATICOS CUERPO VALVULAS	97.4	0.0	0	0	1058	95.0	1031	27	1058
+	PRISMATICOS CUERPO VALVULAS	100.0	0.0	0	0	46	95.0	46	0	46
+	PRISMATICOS CUERPO VALVULAS			0	0	0	95.0	0	0	0

Figura 7. Reporte de calidad correspondiente al área de prismáticos de la planta Transmisiones CVT

Fuente: Reporte del sistema GSIP del periodo del 01 al 27 de junio de 2018.

Podemos apreciar que no arroja ningún valor de FTQ lo cual no es erróneo. El cálculo no se realiza ya que las líneas no produjeron piezas durante dicho periodo, pero el sistema GSIP fue utilizado para anotar las discrepancias y por lo tanto aparece el registro de 3 defectos en la línea de TCH 1. Es importante aclarar que el cálculo de FTQ e IPPM es generado en base al término del total de piezas producidas; sin embargo, durante nuestro periodo de evaluación no hubo producción en ninguna de sus líneas. Como podemos observar en el extracto del reporte. GSIP mantiene un control de los métricos de FTQ e IPPM por cada una de las líneas y a su vez, puede desplegar las estaciones que conforman el área a fin de identificar en dónde se registró el defecto.

A fin de poder realizar un comparativo de métricos en general como lo hace la planta de GF9, podríamos determinar que el FTQ obtenido por las áreas donde podemos calcular los métricos, serían:

Carcasa = 98.8 % de FTQ obtenido de:

$$((165 \text{ piezas sin defectos}) / (167 \text{ piezas producidas})) * 100 = 98.8\%$$

Cuerpo de válvulas = 97.55% de FTQ obtenido de:

$$((1077 \text{ piezas sin defectos}) / (1104 \text{ piezas producidas})) * 100 = 97.55\%$$

Cuerpo de solenoides= 99.8% de FTQ obtenido de:

$$((1044 \text{ piezas sin defectos}) / (1046 \text{ piezas producidas})) * 100 = 99.8\%$$

Con los resultados anteriores, vemos como la planta de CVT muestra mejores resultados por encima de los límites de 97% si es que lo comparamos contra GF9. Haciendo un análisis del costo total de los defectos obtenidos. Tenemos la Tabla 2 que muestra los valores de piezas consideradas como scrap y el costo unitario de cada una de ellas:

Componente	Costo unitario
Carcasa (Case)	\$ 1,700.04
Cuerpo de Válvulas	\$ 1,389.01
Cuerpo de Solenoides	\$ 1,945.01
Alojamiento de Torque	\$ 1,772.80

Tabla 2. Costo unitario de los componentes del área de prismáticos de la planta Transmisiones GF9

Fuente: (Morales Segura, 2018) [3], Planta de Transmisiones GF9, SLP

Efectuando un análisis de las piezas producidas en prismáticos, generamos la Tabla 3 en donde se representan los costos de las piezas señaladas como defectuosas.

Componente	Costo unitario	Total de Piezas defectuosas		Costos	
		GF9	CVT	GF9	CVT
Carcasa (Case)	\$ 1,700.04	17	2	\$ 28,900.68	\$ 3,400.08
Cuerpo de Válvulas	\$ 1,389.01	54	27	\$ 75,006.54	\$37,503.27
Cuerpo de Solenoides	\$ 1,945.01	64	2	\$124,480.64	\$ 3,890.02
Alojamiento de Torque	\$ 1,772.80	14	3	\$ 24,819.20	\$ 5,318.40
				\$253,207.06	\$50,111.77

Tabla 3. Costo de las piezas señaladas como defectuosas durante un día de producción y el equivalente producido durante un mes en la planta CVT

Fuente: Propia

Analizando la tabla anterior, apreciamos que la planta de Transmisiones de GF9 generó en un día un costo total de \$253,207.07 en el área de prismáticos con todos los defectos que no pudieron ser reparados. Haciendo un comparativo con la planta de CVT de Ramos Arizpe, cuyo período de evaluación es de un mes, observamos que el costo es sólo de \$50,111.77, lo que representa una diferencia en costos del 80.21% de lo que genera GF9. Sabemos que la información en comparación no fue generada bajo las mismas circunstancias, pero si bajo la mayor similitud en cantidad de piezas, lo que permitió hacer un comparativo y análisis de la información determinándose que GSIP es un sistema que refleja beneficios en la reducción de costos de scrap.

La gran ventaja que nos ofrece el sistema GSIP es que además de las alarmas que se pueden generar al ir ingresando defectos, es que podemos obtener un análisis por línea de producción lo que permite identificar de forma más precisa y en tiempo real el comportamiento que tiene cada una de ellas y así tomar las contramedidas necesarias para atacar un problema desde su causa raíz (lo cual no es posible efectuar sin la ayuda del sistema GSIP).

La Tabla 4 muestra el reporte de los métricos de FTQ obtenidos en algunas áreas de engranes de la planta de transmisiones GF9 de SLP.

Line	Target %	Green	Hard	DISCREPANCIAS Seguimiento a problemas
Input Pinion	97%	99.92%	97.24%	IPV- 1 variacion angulo/2 niks IPD- 45 runout
Output Pinion T45/50/60	97%		84.72%	OPD-160 runout
Reaction Pinion	97%	100.00%	97.93%	ODRP-17 mal honeado
Overdrive Pinion	97%			
Final Drive pinon T65	97%	99.81%	99.32%	FDV- 1 rebaba FDPD- 24 runout
Final Drive pinon T45/50/60	97%	100.00%	97.26%	FDPD- 45 runout
Output Pinion T65	97%	100.00%		OPD- 65 runout
input Sun	97%		99.54%	ISD- 3 niks
Final Drive Sun T45/T50	97%	100.00%		
Final Drive Sun T65	97%	98.93%		FSDS- 6 runout
Reaction Sun	97%	99.93%	98.62%	RSV-3 Variacion angulo perfil RSD-20 mal honeado/15 falta de maquinado
Final Drive Internal T65	97%	100.00%		
Ouput Internal T45,50,60	97%	99.68%		5 validacion

Tabla 4. Reporte de Calidad de planta Transmisiones para el área de engranes.

Fuente: Reporte manual diario de producción del día 15 de julio de 2017.

Como podemos apreciar las áreas de engranes también muestran indicadores de FTQ por arriba los objetivos definidos a excepción del área de Output Pinion T45/50/60 donde el área de Engranes Hard reportan un FTQ de 84.72%. Nuevamente vemos que mantienen un registro de las discrepancias por área de engranes, pero no tienen el total de piezas producidas en el turno ni tampoco tienen rastreabilidad de las piezas que registraron esos defectos.

En la siguiente imagen, podemos apreciar algunos métricos del área de engranes de la planta de CVT de Ramos Arizpe. Se muestra el extracto del reporte de métricos obtenidos del sistema de GSIP (Figura 8).

Inspección	FTQ		IPPM		Defectos	Unidades	FTQ			Total
	Objetivo	Valor	Objetivo	Valor			Objetivo	OK	NOK	
ENG. PLANETARIO INTERNO GREEN				0	0	0	95.0	0	0	0
ENG. PLANETARIO PINON GREEN	97.4	0.0		0	0	1220	95.0	1188	32	1220
ENG. PLANETARIO SOLAR GREEN				0	0	0	95.0	0	12	0
ENG. TRANSFER ANILLO GREEN	98.5	0.0		0	0	1940	95.0	1911	29	1940
ENG. TRANSFER DRIVE GREEN				0	0	0	95.0	0	66	0
ENG. TRANSFER DRIVEN GREEN				0	0	0	95.0	0	169	0
ENG. TRANSFER PINON GREEN				0	0	0	95.0	0	97	0
ENG. PLANETARIO INTERNO HARD	100.0	0.0		0	0	294	95.0	294	0	294
ENG. PLANETARIO PINON HARD	99.8	0.0		0	0	7312	95.0	7299	13	7312
ENG. PLANETARIO SOLAR HARD	78.3	0.0		0	0	974	95.0	763	211	974
ENG. TRANSFER ANILLO HARD	39.0	0.0		0	0	77	95.0	30	47	77
ENG. TRANSFER DRIVE HARD	96.9	0.0		0	0	6957	95.0	6744	213	6957
ENG. TRANSFER DRIVEN HARD	95.8	0.0		0	0	801	95.0	767	34	801
ENG. TRANSFER PINON HARD				0	0	0	95.0	0	102	0

Figura 8 Reporte de calidad de la planta de Transmisiones GF9 de SLP para el área de engranes.

Fuente: Reporte del sistema GSIP del periodo del 01 al 27 de junio de 2018.

Como podemos apreciar los métricos también son superiores a los objetivos a excepción de las áreas hard de solares y anillo. Estas dos áreas tienen FTQ's muy por debajo de los objetivos lo cual nos indica que más de la mitad de lo producido es material con discrepancias. En este reporte se puede visualizar como la gente ha capturado más discrepancias en comparación con la planta de transmisiones de GF9. Decidimos indagar cuál era la razón y descubrimos que la gente de operaciones de la planta de GF9 de SLP no captura la discrepancia de manera inmediata a fin de no afectar sus cálculos de FTQ. Lo que ellos hacen es que intentan reparar la pieza o vuelven intentar para que las piezas sean aceptadas por las probadoras a fin de evitar tener indicadores de calidad bajo. Lo anterior no es una buena práctica ya que de tenerse un registro de todos los eventos como lo hace la planta de CVT de Ramos Arizpe, permite que se analicen las causas raíces de los problemas a fin de combatirlos. El hecho de trabajar como los ha hecho la planta de GF9 de SLP, provoca que la gente reprocese e invierta mayor tiempo en tratar de reprocesar una pieza, lo que implica que no se obtenga la capacidad máxima de producción y,

sobre todo, no se elimina la causa raíz del problema. Nuevamente se puede recalcar el beneficio de GSIP de poder dar rastreabilidad a cada uno de los engranes por su número de serie, a diferencia de la deficiencia mostrada en la planta GF9 de SLP.

Por último, se muestran los resultados obtenidos de FTQ para el área de cuarto limpio/ensamble de la planta transmisiones GF9 de SLP (Tabla 5).

Área	Objetivo %	Primer Turno	Segundo Turno	Tercer Turno	TOTAL REAL	Disc 1erT	Disc 2doT	Disc 3 erT	TOTAL
Planta	99.00%	✓ 100.00%	✗ 98.54%	#DIV/0!	✗ 98.62%	0	13	0	13
Care	99.00%	✓ 100.00%	✓ 100.00%	#DIV/0!	✓ 100.00%	0	0	0	0
Línea Principal	99.00%	✓ 100.00%	✓ 99.33%	#DIV/0!	✓ 99.36%	0	6	0	6
Bancos	99.00%	✓ 100.00%	✓ 99.22%	#DIV/0!	✓ 99.26%	0	7	0	7

Tabla 5. Reporte de Calidad de planta Transmisiones para el área de ensamble.

Fuente: Reporte manual diario de producción del día 15 de junio de 2017.

Con los datos presentados en la Tabla 5, podemos apreciar que no están corriendo en el tercer turno y que sus cálculos de FTQ son hechos en base al total de discrepancias. Vemos nuevamente que no tienen un registro del total de piezas producidas y que sus objetivos de FTQ son alcanzados por área, pero a nivel planta (que viene siendo el promedio de los 3 anteriores) no es alcanzado. Asimismo, es relevante mencionar que no están calculando el IPPM para las áreas de cuarto limpio / ensamble y que no tienen un registro correcto de defectos desde el primer momento por lo que el FTQ es calculado de manera errónea y esto mismo propicia que no puedan calcular sus IPPM's los cuales requieren del total de defectos encontrados sin importar el número de piezas buenas.

A continuación, se muestran los resultados de la planta de CVT para el área de cuarto limpio /ensamble. (Figura 9).

LINEA DE ENSAMBLE OP.75 †	100.0	0.0	10000.0	0	0	661	95.0	661	0	661
LINEA DE ENSAMBLE OP.160 †	100.0	0.0	10000.0	0	0	661	95.0	661	0	661
LINEA DE ENSAMBLE ANALISIS †	99.1	8928.6	10000.0	6	6	672	95.0	666	6	672
LINEA DE ENSAMBLE CARE †	97.4	26479.8	10000.0	17	17	642	95.0	625	17	642

Figura 9. Reporte de calidad de la planta de Transmisiones GF9 de SLP para el área de cuarto limpio / ensamble.

Fuente: Reporte del sistema GSIP del periodo del 01 al 27 de junio de 2018.

En el reporte previo puede identificar de manera muy clara, como el área de CARE está teniendo un valor de FTQ menor al reportado por la planta de GF9 de SLP. Esto es por las mismas cuestiones que hemos mencionado sobre el registro incorrecto de discrepancias hasta que ya no pueden repararla o reprocesarla. Asimismo, empezamos a visualizar los primeros métricos de IPPM. Como podemos ver nuestros métricos de IPPM están en rojo para el área de Care. Se tiene que al menos 26,479 transmisiones tendrían problemas de calidad de un total de 1 millón de transmisiones. Si lo vemos de forma porcentual eso equivale a que el 2.64 % de la producción tendrá una baja calidad. Con GSIP podemos ver que ya podemos obtener reportes por periodos de tiempo específicos y no diarios y se puede hacer un comparativo entre diferentes intervalos de tiempo a fin de analizar el comportamiento de la producción.

Por último, GSIP permite obtener gráficas de los FTQ's (Figura 10) para visualizar de forma gráfica los objetivos, valores de FTQ obtenidos, identificar el total de piezas buenas y el total de piezas con defectos. Todo lo anterior es para la toma de decisiones y análisis de información a nivel gerencial lo que permite monitorear el comportamiento de la producción en tiempo real o como comparativos entre diferentes intervalos de tiempo.

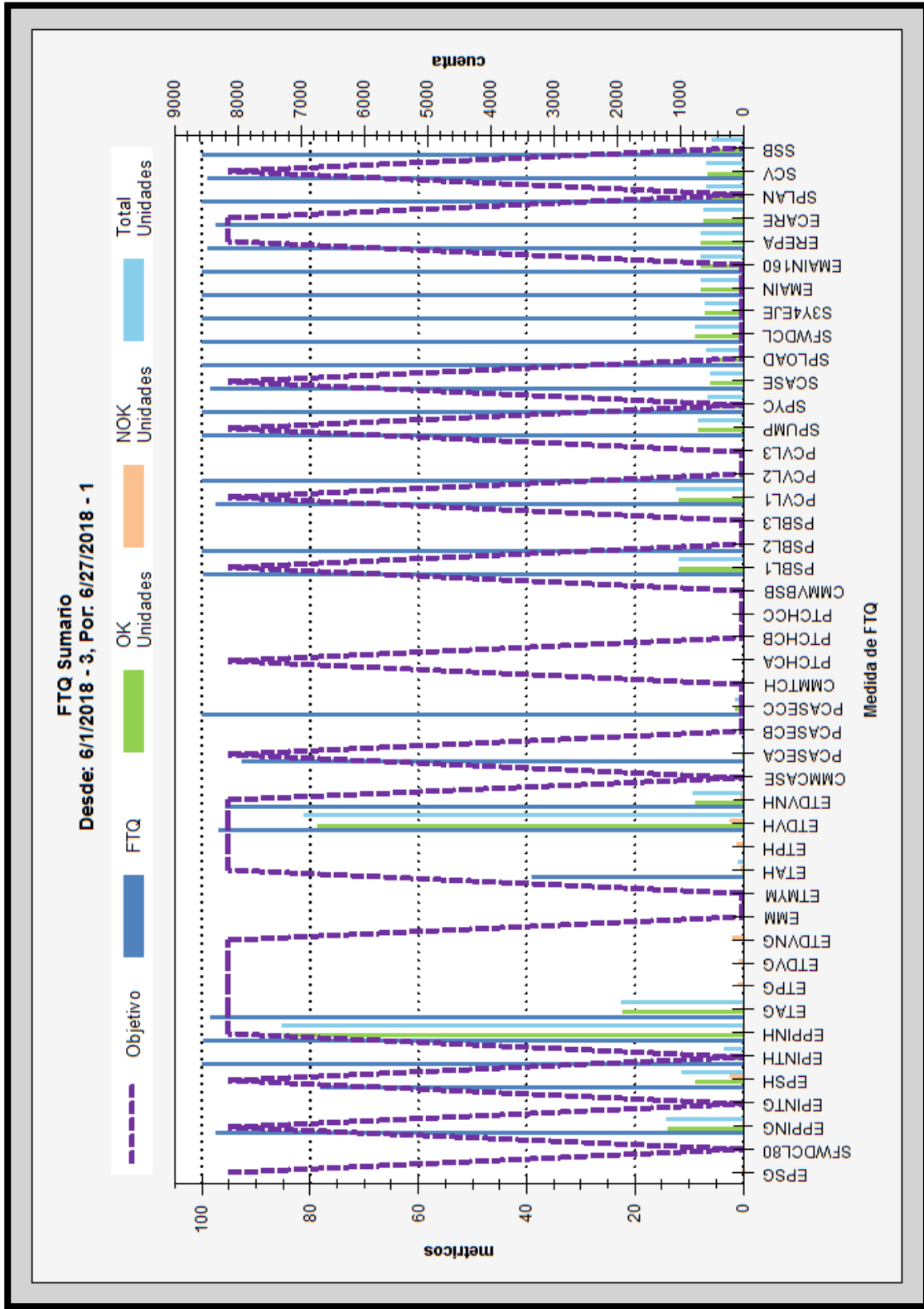


Figura 10. Sumario FTQ de todas las áreas de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe.

Fuente: Reporte del sistema GSIP del 01 al 27 de junio de 2018.

4.2. ANÁLISIS DE DEFECTOS ENTRE PLANTA TRANSMISIONES CVT RAMOS ARIZPE Y PLANTA TRANSMISIONES GF9 SLP.

El siguiente aspecto por analizar es identificar cuáles son los defectos que se registran, la incidencia de los mismos e identificar qué piezas son las que tienen esta problemática. Comenzaremos por analizar el reporte de GF9 SLP (Tabla 1 y Figura 11), así como el reporte correspondiente a cuarto limpio / ensamble, también de SLP (Tabla 5).

Area	Cuarto Limpio / Care					
	CLASIFICACIÓN	Cant	DISCREPANCIA Seguimiento a problemas y acciones		Responsable	BP
Bancos	ISSUES POR TRABAJO ESTANDARIZADO	1R	Transmisión rechazada en bancos por TP: LINE PRESSURE CHARACTERIZATION;LINE PRESSURE LOW. ✓ CR (Sedimento obstruyendo barreno de spacer plate VB).	13181608KLBPO013	Aitziber Garcia	WU4P808 903503M C2
Bancos	ISSUES POR TRABAJO ESTANDARIZADO	1R	Transmisión rechazada en bancos por TP: PARK CHECK ENGAGED OUTPUT SPD NG LOW. ✓ CR (TRANSMISION MOD 9T65 CON BEARING T16 MOD 9T50).	13181598JLBP1699	Alfredo Gonzalez	13181609 YLBPO182
Bancos	ISSUES POR SISTEMA	1R	Transmisión rechazada en bancos por producto no conforme: Daño en barreno de asentamiento a Pallet. ✓ CR (Mal clampeo por el banco #7)	13181609YLBPO190	Dimitri	13181609 YLBPO197
Línea Principal	ISSUES POR TRABAJO ESTANDARIZADO	1R	Transmisión rechazada en main line op. 210 por producto no conforme. ✓ CR (Falta de pin localizador en carcasa).	11181609YLBPO382	Alfredo Gonzalez	13181628 KCBPO624
Línea Principal	ISSUES POR TRABAJO ESTANDARIZADO	1R	Transmisión rechazada en ML OP. 260 por producto no conforme. No ensambla correctamente el TC. ✓ CR (Cadena de bomba fuera de posición).	12181629ZLBPO292	Aitziber Garcia	WT4P815 80076BLB 1
Bancos	ISSUES POR BANCOS	1R	Transmisión rechazada en bancos por TP: CB29 Toss low. ✓ CR (Perdida de condición durante A-B-A de SB).	13181609YLBPO182	Alfredo Gonzalez	ND
Bancos	ISSUES POR TRABAJO ESTANDARIZADO	1R	Transmisión rechazada en bancos por TP: NVH Ramp Drive 2nd Slip High ✓ CR (Falta de acumulador/ pistón de VB Op,170)	12181629ZLBPO174	Aitziber Garcia	WU4P808 89673MP 2
Línea Principal	ISSUES POR TRABAJO ESTANDARIZADO	1R	Transmisión rechazada en Probadora de fugas Op. 30/40. Fuga por debajo de cover de SB. ✓ CR (Liga desfasada durante el ensamble).	12181629ZLBPO341	Alfredo Gonzalez	12181629 ZLBPO406
Línea Principal	OTROS ISSUES	1R	Transmisión rechazada en Probadora de fugas Op. 30/40. ✓ CR (Falso Rechazo)	13181628KCBPO541	Alfredo Gonzalez	ND
Línea Principal	ISSUES POR BANCOS	1R	Transmisión rechazada en bancos por TP: DEFUZZ CB38 Tiss/ CISS Low. ΔCR (Cambio de VB BoB OK)	13181628KCBPO528	Alfredo Gonzalez	ND
Línea Principal	ISSUES POR SISTEMA	1R	Transmisión rechazada en Probadora de fugas Op. 30/40. Fuga por tornillo #6 de OP,60 TCH. ✓ CR (Mal asentamiento de TCH en la bomba)	13181629ZLBPO461	Dimitri / Aitzier	WT4P616 20002BLA 1
Bancos	ISSUES POR BANCOS	1R	Transmisión rechazada en bancos por TP: C4 Fill Time Low. ΔCR (Análisis).	13181628KCBPO530	Alfredo Gonzalez	ND
Bancos	ISSUES POR BANCOS	1R	Transmisión rechazada en bancos por TP: C4 CLUTCH PERFORMANCE FILL TIME LOW ΔCR (Análisis)	12181629ZLBPO408	Alfredo Gonzalez	ND

Figura 11. Reporte de defectos del área de cuarto limpio

Fuente: Reporte manual diario de producción del día 15 de junio de 2017.

Podemos corroborar que la planta no mantiene un control de los números de serie de las piezas que presentaron discrepancias o defectos durante su proceso de construcción. Lo anterior imposibilita rastrear de manera adecuada cuáles piezas son las que tuvieron problemas. Esta es una de las causas de mayor retrabajo tanto de inspección como por reproceso de material cuando por alguna causa se mezcla material bueno con malo. Lo anterior es una de las muestras de los grandes problemas de las plantas que no cuentan con el sistema de GSIP. La rastreabilidad prácticamente es nula a no ser por las tarjetas de identificación de material sospechoso. La problemática de lo anterior es cuando las tarjetas se desprenden y por lo tanto se corre el riesgo de que las siguientes líneas obtengan material no conforme generando nuevos rechazos y, por tanto, retrasos en la producción,

A continuación, se muestra el reporte de defectos generado con la nueva herramienta de GSIP (Figura 12 y 13).

Figura 12. Criterio de filtro para la obtención de reportes de defectos en GSIP.

Fuente: Reporte de defectos de la planta CVT de Ramos Arizpe del periodo del 01 al 17 de junio de 2018

Victor Valdez

RS	Linea Station	Detect Date	Production Team	Mon Production Team	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Fail	Defect Note	Entered By	Confirm By
6	EEFA	6/22/2018 8:45 AM	LENS MAMMAM TPA		Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Fixa	FIGA POR ARIESES ATRAPADO ENTRE TAPA DE C.V.	C	TURRIBARTE MONTOYA ARELAND EDGAR
7	RI	6/22/2018 8:45 AM	LENS BLP BLP TPA		Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Mal ensamblado	FIGA POR ARIESES ATRAPADO ENTRE TAPA DE C.V.	C	TURRIBARTE MONTOYA ARELAND EDGAR
8	EEFA	6/22/2018 8:50 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Defuño	FALSO RECHAZO POCITS	C	IZAGUIRRE LUJANIE JAVIER GONZALEZ
9	RI	6/22/2018 8:50 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Falso Rechazo	FALSO RECHAZO DE FUGAS	C	MONTOYA AL JAME JAVIER GONZALEZ
10	EEFA	6/22/2018 8:51 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Falso Rechazo	FALSO RECHAZO DE FUGAS	C	TURRIBARTE MONTOYA ARELAND EDGAR
11	RI	6/22/2018 8:52 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Defuño	FALSO RECHAZO DE FUGAS	C	IZAGUIRRE LUJANIE JAVIER GONZALEZ
12	EEFA	6/22/2018 8:56 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Falso Rechazo	FALSO RECHAZO DE FUGAS	C	TURRIBARTE MONTOYA ARELAND EDGAR
13	RI	6/22/2018 8:58 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Defuño	FALSO RECHAZO DE FUGAS	C	IZAGUIRRE LUJANIE JAVIER GONZALEZ
14	EEFA	6/22/2018 9:31 AM	SENS FLOA PLOA TPA		Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Mal ensamblado	TAPON DE ORENE DE TCHMAL DESMONTADO	C	TURRIBARTE MONTOYA ARELAND EDGAR
15	RI	6/22/2018 9:34 AM	LENS MAMMAM TPA		Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Mal ensamblado	AFINES ATRAPADO ENTRE CARCASA Y TAPA C.V	C	TURRIBARTE MONTOYA ARELAND EDGAR
16	EEFA	6/22/2018 10:27 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Mal ensamblado	AFINES ATRAPADO ENTRE CARCASA Y TAPA C.V	C	TURRIBARTE CESAR DAC JARAMILLO
17	RI	6/22/2018 10:27 AM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Mal ensamblado	AFINES ATRAPADO ENTRE CARCASA Y TAPA DE	C	TURRIBARTE CESAR DAC JARAMILLO
18	EEFA	6/22/2018 12:40 PM	LENS MAMMAM TPA		Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Fixa	FIGA POR ARIESES ATRAPADO ENTRE TAPA DE C.V.	C	TURRIBARTE CESAR DAC JARAMILLO
19	RI	6/22/2018 12:40 PM	LENS MAMMAM TPA		Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Mal ensamblado	FIGA POR ARIESES ATRAPADO ENTRE TAPA DE C.V.	R	TURRIBARTE LUIS ARMANDO
20	EEFA	6/22/2018 1:16 PM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Diámetro (Menor) - Ch heramienta nueva		O	LORENA FLORES VAZQUEZ
21	RI	6/22/2018 1:16 PM			Transmision Automatica (Power)Traf Dress Parts					Diámetro (Menor) - Ch heramienta nueva		O	LORENA FLORES VAZQUEZ
22	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Ch heramienta nueva		O	LORENA FLORES VAZQUEZ
23	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Ch heramienta nueva		O	LORENA FLORES VAZQUEZ
24	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Ch heramienta nueva		O	LORENA FLORES VAZQUEZ
25	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Ch heramienta nueva		O	LORENA FLORES VAZQUEZ
26	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Ch heramienta nueva		O	LORENA FLORES VAZQUEZ
27	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Defuño	rechazos ultrasonido sub. asst san	O	LORENA FLORES VAZQUEZ
28	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Defuño	rechazos ultrasonido sub. asst san	O	LORENA FLORES VAZQUEZ
29	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Defuño	rechazos ultrasonido sub. asst san	O	LORENA FLORES VAZQUEZ
30	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Defuño	rechazos ultrasonido sub. asst san	O	LORENA FLORES VAZQUEZ
31	EEFA	6/22/2018 1:27 AM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
32	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
33	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
34	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
35	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
36	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Solar					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
37	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
38	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
39	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
40	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
41	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
42	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
43	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
44	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
45	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO
46	EEFA	6/22/2018 1:27 PM			Enq. Pifon					Diámetro (Menor) - Bajo Medida		O	CECILIA OVIEDO

Figura 13. Sumario de defectos de todas las áreas de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe. Fuente: Reporte del sistema GSP del 01 al 27 de junio de 2018.

En el reporte de defectos de GSIP (Figura 12 y 13), podemos identificar la facilidad para obtener reporte de defectos por áreas, por turnos, por periodos de tiempo, etc. Con este reporte podemos observar la estación en la cual se capturó el defecto, tipo de defecto, número de serie, falla, estatus del defecto, el nombre de la persona que capturó el defecto y si alguien de calidad ya confirmó el reproceso de la discrepancia. Realmente podemos tener un detalle de los números de serie lo cual permite diferenciar entre producto conforme del no conforme y, asimismo, poder identificar o realizar gráficas para determinar cuáles son los problemas más recurrentes en el proceso de manufactura de productos.

4.3. OBTENCIÓN DE PARETOS.

Esta sección es una de las nuevas funcionalidades brindadas del sistema GSIP. Por la rastreabilidad almacenada en el sistema y del histórico de defectos registrados en una pieza, GSIP permite obtener paretos de defectos a fin de determinar cuáles son los problemas que deberían ser atacados con mayor prioridad a fin de disminuir el número de incidencias.

A continuación, se muestra el reporte de Pareto de defectos obtenido del sistema de GSIP durante el periodo de análisis correspondiente al periodo del 01 al 27 de julio de 2018 (Figura 14); así como la obtención gráfica del Pareto (Figura 15).

DefectParetoCVT.xlsx - Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Tell me what you want to do

Clipboard Font Alignment Conditional Formatting Styles

Microsoft Sans Serif (8.5) A A Text

B I U Bold Italic Underline

Wrap Text Merge & Center

Number

Normal Check Cell Explanatory ...

Good Input Linked Cell

Bad Explanatory ...

Neutral

Calculation Note

Insert Delete Format

Cells

A6 A B C D E F G H I J K L M N O P

Defecto Pareto

Filtrado por: Desde: 6/1/2018 - 3:30 PM, 6/27/2018 - 1

R/S	Familia	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Falla	Gerente o Proceso	Cantidad
6	S T87	Eng. Sollar	Type 03	Laboratorio MM	Angulo de Helice (Hb)		Dañado	Proceso	161
7	S T84	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	Laboratorio MM	Angulo de Helice (Hb)		Excede GOT	Proceso	132
8	S TE2	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				Perfil	Proceso	108
9	S T84	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	Laboratorio MM	Forma del Perfil (ifs)		Excede GOT	Proceso	52
10	S TE2	Eng. Pflon	Type 03				Perfil	Proceso	50
11	S TE4	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				Dañado	Proceso	49
12	S TE2	Eng. Pflon	Type 03				Moho	Proceso	47
13	S TE2	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				Dañado	Proceso	45
14	S T83	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	Laboratorio MM	Angulo de Helice (Hb)		Excede GOT	Proceso	31
15	S T87	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	Laboratorio MM	Debajo de corte (Usat)		Excede GOT	Proceso	29
16	S T75	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	PTPMC	R66F_CVT_LMPLI_070	OP 070 Reclazo de Camara	Falla de PTPMC	Proceso	24
17	S T84	Eng. Pflon	Output				D08-Bajo medida	Proceso	23
18	S T82	Eng. Pflon	Type 03				Diametro (Menor) - Bajo Medida	Proceso	19
19	S T87	Eng. Pflon	Output				Variacion de Lead	Proceso	17
20	S TE4	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				Variacion de la helix	Proceso	16
21	S TE2	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				D08-Bajo medida	Proceso	15
22	S T87	Eng. Sollar	Type 03				D08-Sobre medida	Proceso	14
23	S T87	Eng. Sollar	Type 03				D08-Bajo medida	Proceso	13
24	S T82	Eng. Pflon	Output				Dañado	Proceso	13
25	S T87	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	Laboratorio MM	Angulo de Helice (Hb)		Excede GOT	Proceso	12
26	S T84	Eng. Pflon	Type 03				Moho	Proceso	11
27	S T84	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	Laboratorio MM	Perfil del Angulo (Hh)		Excede GOT	Proceso	11
28	S TE4	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				Diametro (Menor) - Demasiado Grande	Proceso	10
29	S T87	Eng. Pflon	Output				D08-Sobre medida	Proceso	10
30	S TE2	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				D08-Sobre medida	Proceso	9
31	S T84	Eng. Pflon	Type 03				Variacion de Lead	Proceso	9
32	S T75	GF6_Maq. Cuerpo de Válvulas	Part Identification				Fuera de posición	Proceso	8
33	S T90	Eng. Caracas	Sub/Screw				Mal serrado	Proceso	8
34	S TE3	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				D08-Sobre medida	Proceso	7
35	S T77	Proceso de Planta	Todas Plantas de Powertrain	PTPMC	R66F_CVT_LMPLI_070	OP 070 Reclazo de Camara	Falla de PTPMC	Proceso	7
36	S T84	Eng. Pflon	Type 03				Alura de la cara - Demasiado Grande	Proceso	7
37	S TE4	Eng. Pflon	Reaction / Over Drive				Diametro (Menor) - Bajo Medida	Proceso	7

Defecto Pareto

Ready Average: 161 Count: 9 Sum: 161

Figura 14. Reporte de defectos (Pareto) de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe. Fuente: Reporte del sistema GSIP del 01 al 27 de junio de 2018.

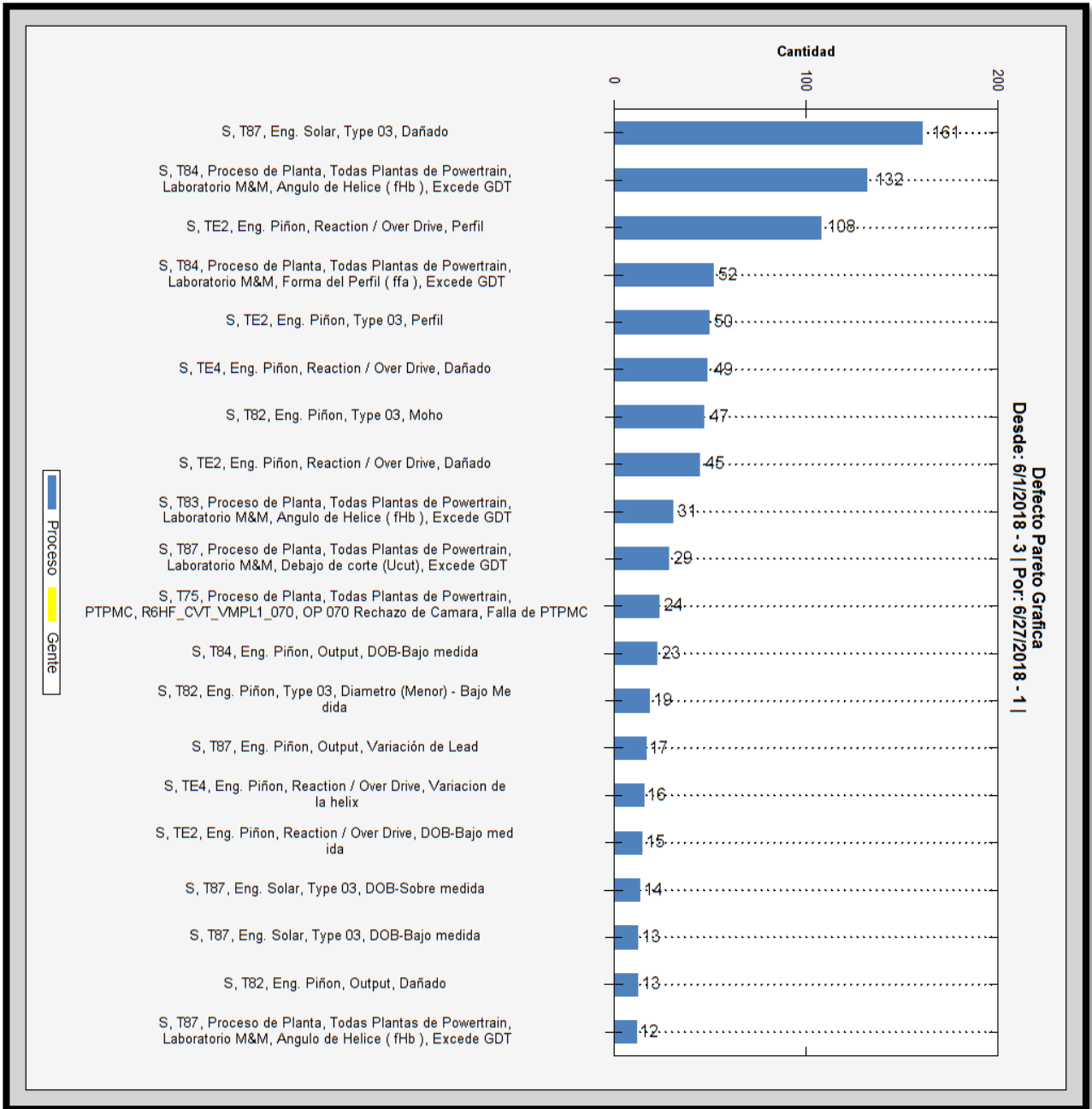


Figura 15. Gráfica Pareto defectos de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe.

Fuente: Reporte del sistema GSIP del 01 al 27 de junio de 2018.

Recordemos el principio 80/20 definido, que el 80% de los resultados provienen del 20% de los esfuerzos dedicados. Que el 20% de las causas provocan el 80% de las consecuencias. Que el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados.

Analizando el Pareto, identificamos que la suma de defectos en todas las áreas, es de un total de 1152 defectos, por lo que el Pareto nos indica que la mayoría de los problemas se están dando en el área de solares por salir dañados con un total de 161 defectos, lo que representa el 13.97 % de incidencias; asimismo, detectamos que en el laboratorio identifican errores en el ángulo de hélice con un total de 132 incidencias, lo que representa un 11.45% del total de defectos; finalmente la tercer área más significativa con defectos, se da en el área de piñones reaction por daños en el perfil, con un total de 108 incidencias, lo que corresponde a un 9.37% de defectos. Realmente esta es una herramienta muy útil que permitirá atacar los problemas por prioridad siempre y cuando tengamos en cuenta que la mejor forma de comenzar a construir con calidad es dejando de producir defectos. En este sentido podemos decir que GSIP nos ayuda a maximizar ganancias al producir productos con calidad y por ende a tener menores garantías o quejas del cliente final; asimismo GSIP nos ayuda a minimizar costos de reprocesos o análisis debido a la rastreabilidad de productos por número de serie y a tener planes de reacción en tiempo real debido a la captura de incidencias al instante que se originan.

4.4. AUDITORÍA DE USO DEL SISTEMA GSIP

Otras de las funcionalidades propias del sistema de GSIP es la Auditoría del uso del sistema. GSIP mantiene registro de cada una de las acciones hechas en el sistema a fin de identificar la persona que ingresa discrepancias al sistema, las repara, confirma o realiza acciones como poner material en estatus de scrap o elimina defectos.

A continuación, se presenta un reporte de las acciones de mayor importancia realizadas en el sistema GSIP en la planta CVT de Ramos Arizpe (Figura 16).

Usuario	Defectos Borrados	eliminar inspeccion	Parte	Falla	Cambio del Defecto					Critic
					BPD	No BDP	Por Confirmar	Por Reparar	Por Abrir	
ALAIN MARCELINO RDZ.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CESAR DIAZ JARAMILLO	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
IZAGUIRRE LUGO SAN LUIS	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
JAIMÉ JAVIER GONZALEZ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
JUAN ALBERTO VAZQUEZ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
LAURA ELIZABETH ALEMAN PEÑA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
MONTROYA ARELLANO EDGAR	0	0	0	0	0	0	0	9	2	0
TURRUBIATES LUIS ARMANDO	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
VILLARREAL CASTAÑUELA GERARDO	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total	12	0	0	0	0	0	0	18	17	0

Figura 16. Reporte de auditoria de uso del sistema por usuario de la planta de transmisiones CVT de Ramos Arizpe

Fuente: Reporte del sistema GSIP del 01 al 27 de junio de 2018.

En el reporte anterior, identificamos que existen dos usuarios que han eliminado defectos. El primero de ellos fue el usuario Alan Marcelino quien tiene un registro de dos defectos borrados. Una vez analizado esto y revisado con el administrador del Sistema de GSIP, identificamos que Alan Marcelino tenía asignado de forma errónea el privilegio de borrar defectos. Esto ayudó a eliminar este privilegio. Asimismo, se identificó que el usuario Gerardo Villareal (Administrador del sistema GSIP por parte del área de Calidad) tiene un total de 10 defectos borrados. Estos defectos se pudieron revisar con el mismo administrador y fueron borrados del sistema debido a entrenamientos ofrecidos dentro de la planta, por lo que fue necesario generar defectos que posteriormente fueron borrados por el mismo administrador. Asimismo, identificamos que el usuario con mayores reparaciones realizadas en los productos es Armando Turrubiates con un total de 10 reparaciones / reprocesos de defectos. Estas reparaciones, cabe mencionar que siguen siendo discrepancias de afectación al sistema mientras no se confirmen las mismas. Con ayuda del mismo reporte, podemos identificar que la persona de calidad con mayor número de confirmación de reparaciones es el usuario Edgar Montoya con un total de 9 confirmaciones, las cuales podemos mencionar que son discrepancias que son eliminadas del producto final lo

que representa que las piezas sean consideradas como material correcto y a su vez puedan salir de planta sin ningún problema.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación fue Implementar el sistema GSIP en la planta de Transmisiones CVT de Ramos Arizpe, en este sentido, los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian el impacto positivo de la implementación del sistema, reflejados en reducción de costos del 80.21% en el área de prismáticos, aseguramiento de calidad de las transmisiones y ahorro en tiempo al poder rastrear las discrepancias y poder separar el material conforme del no conforme en tiempo real, mejorando el proceso de identificación, clasificación y destino de los productos no conformes en la planta en cuestión.

Conforme al informe de resultados del capítulo anterior, se puede observar cómo se logran las hipótesis planteadas, teniendo en cuenta que:

1. Se logró adecuar el sistema informático GSIP a las diferentes áreas que conforman la planta de Transmisiones. El sistema nos permitió obtener reportes en tiempo real de FTQ e IPPM, reporte de defectos y generación de alarmas correspondientes a los defectos ingresados en el sistema, lo que ha permitido que se analicen las causas raíces una vez que comienzan a generarse discrepancias de manera repetitiva.
2. Con la implementación aseguramos la infraestructura tecnológica con la instalación de estaciones de trabajo que utilizan pantallas sensibles al tacto, uso de escáneres que permiten la lectura de los seriales de las piezas y se creó una interfaz clara para el usuario. Se logró que los usuarios pudieran consultar el estado de las transmisiones/componentes a fin de revisar su trazabilidad de defectos, permitiéndoles segregar material con discrepancias del material bueno. Asimismo, el sistema GSIP permitió corroborar que las piezas no cuenten

3. con discrepancias abiertas una vez que se reciben piezas procedentes de líneas de sub ensambles.
4. Se verificó la funcionalidad del sistema GSIP y la eficacia del mismo en las instalaciones de la planta de Transmisiones CVT, realizando corridas de producción en las diferentes áreas que conforman la planta. Se pudo validar en tiempo real la carga y afectación de métricos, así como la recepción de defectos automáticos de algunas operaciones. Se tomaron acciones inmediatas ante las alarmas de GSIP logrando detener la generación de más errores, lo cual se reflejó en los reportes como una disminución en costos y la generación de productos con calidad.

Con respecto a las preguntas de investigación, podemos concluir lo siguiente:

1. Fue posible realizar pruebas de calidad dentro de la planta de Transmisiones de CVT en las áreas de engranes, prismáticos, cuarto limpio y CARE. Estas pruebas permitieron validar la información recibida por los diferentes sistemas que interactúan con GSIP, obteniéndose información correcta.
2. Se alimentó al sistema GSIP con las discrepancias generadas durante un lapso de un mes a fin de lograr tener una similitud en cantidad de piezas producidas por la planta Transmisiones de GF9 SLP; posteriormente se generaron los reportes del sistema GSIP y se solicitó la información manual de un día productivo de la planta Transmisiones de GF9 en SLP, con la finalidad de poder realizar un comparativo entre los resultados.
3. Se pudo demostrar la funcionalidad y utilidad del sistema para los diferentes módulos que proporciona GSIP (Análisis de FTQ-IPPM, Reporte de Defectos, Obtención de Reportes de Pareto y Auditorías de Uso del Sistema). Todos los reportes permitieron analizar la información e identificar el material conforme del no conforme, logrando hacerse un comparativo entre los costos generados en el área de prismáticos para las dos plantas en comparación, en donde se corroboró la disminución de costos ya que la planta GF9 generó un total de \$253,207.07 y la planta de CVT obtuvo sólo \$50,111.77

APORTACIÓN DE LA TESIS

Esta tesis fue desarrollada en base al proyecto de implementación de un sistema informático de Calidad en la Planta de Transmisiones CVT, localizada en Ramos Arizpe, Coahuila. Las aportaciones principales fueron dar trazabilidad a los defectos encontrados durante el proceso de construcción de una transmisión; reducir los costos por garantías y reprocesos; obtener métricos en tiempo real de FTQ e IPPM a fin de poder iniciar contramedidas en las líneas de producción y así disminuir la cantidad de scrap o desechos que finalmente impactan en pérdidas económicas para la empresa; y finalmente, poder diferenciar las discrepancias identificadas en una pieza ya que anteriormente eran identificadas por tarjetas que se llegaban a desprender provocando retrabajos y una mala segregación de material conforme del no conforme. Este proyecto cumplió su objetivo; sin embargo, requiere de un seguimiento para fomentar una cultura de uso del sistema y de los beneficios que se pueden obtener de la misma.

RECOMENDACIONES

Durante la etapa de pruebas se detectamos la necesidad de crear una interfaz dedicada para el envío de defectos automáticos al sistema de GSIP; es decir, crear una interfaz como QDI la cual es usada en Ensamble General para el mismo fin. Actualmente la interfaz de comunicación existente es PT PM&C; detectamos que el sistema sólo puede enviarnos los defectos automáticos que generan algunas máquinas después de un lapso de 2 minutos. Esto no repercutió durante la etapa de pruebas, pero lo vemos como un posible impacto en la etapa de punto máximo de producción de transmisiones que sería a inicios del año 2020. La razón por la que no podemos reducir el tiempo de entrega de información se debe a que PTPM&C corre muchos procesos por lotes para monitorear la producción y el estatus de fallas de las máquinas productivas, y por lo mismo, no da tiempo a que se envíe la información en tiempo real como lo haría un sistema de QDT. Recordemos que como requisito inicial para la implementación, fue arrancar utilizando los sistemas existentes en planta a fin de tratar de generar el intercambio de información entre sistemas, pero definitivamente PTPM&C es un sistema creado para monitorear el estatus de la

producción de modo que no es factible modificar sus objetivos prioritarios por tratar de enviar información en lapsos menores, los cuales solo pudieran ser reducidos a un minuto, lo que representa una mejora pero no la solución para mantener información en tiempo real. Este problema ha sido escalado con los dueños del sistema a fin de reevaluar la posibilidad de crear una interfaz de QDI en las plantas GPS.

Es importante señalar que durante nuestra etapa de arranque hemos visto mucha disponibilidad por parte de los usuarios para utilizar el sistema y dejar de llevar registros manuales. El personal de las líneas de producción ha tomado conciencia de la ventaja de reportar cualquier discrepancia a fin de que los supervisores puedan tomar acciones correctivas que permitan eliminar las mismas, lo cual se traduce en crear menos scrap y a tener alarmas en tiempo real que permiten actuar ante las problemáticas.

Con el objetivo de dar continuidad a la implementación y maduración del sistema GSIP en la planta de Transmisiones CVT, se sugiere que se dé seguimiento a la implementación de la nueva interfaz y/o modificación de PTPM&C a fin de que se logre tener comunicación en tiempo real. Es necesario que se dé seguimiento al uso del sistema y se sigan solicitando reportes del sistema GSIP ya que hemos percibido que debido a que la producción aún es lenta, ha provocado que los usuarios descuiden la captura de discrepancias por el exceso de tiempo que tienen para producir. Actualmente se ha implementado como contramedida que no se acepte ningún material como scrap si no se documentan en GSIP las discrepancias que lo conllevan a dicha área. Asimismo, se recomienda se sigan analizando los reportes de FTQ e IPPM conforme la producción va en ascenso, a fin de obtener mediciones tangibles de los beneficios del uso del sistema en la planta CVT.

Finalmente, con los resultados obtenidos, podemos afirmar que la implementación del sistema GSIP en la planta de Transmisiones CVT en Ramos Arizpe, puede ser, una vez concluida, replicada en otras plantas GPS de GM, de manera exitosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. (2016). *World Ranking of Manufacturers 2016*. Obtenido de World Motor Vehicle Production: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2016-statistics/>
- [2] General Motors. (2016). <http://www.gm.com/>. Obtenido de GM Powertrain Becomes GM Global Propulsion Systems: <http://www.gm.com/mol/m-2016-feb-0216-powertrain.html>
- [3] Morales Segura, A. (18 de 05 de 2018). Eventualidades de mayor riesgo detectadas en una transmisión. (V. Valdez, Entrevistador)
- [4] Izar Landeta, J. M. (2011). Antecedentes de la Calidad. En J. M. Izar Landeta, *Calidad y Mejora Continua* (págs. 19-22). Mexico: LID Editorial Mexicana.
- [5] Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles. (2018). <http://www.oica.net/>. Obtenido de International Organization of Motor Vehicle Manufacturers: <http://www.oica.net/category/about-us/>
- [6] Asociación Mexicana de la Industria Automotriz A. C. (2011). <http://www.amia.com.mx>. Obtenido de <http://www.amia.com.mx/mision.html>: <http://www.amia.com.mx/mision.html>
- [7] Besterfield, D. H. (2009). Introducción a la calidad. En D. H. Besterfield, *Control de Calidad* (pág. 2). México: Pearson Prentice Hall.
- [8] Izar Landeta, J. M. (2011). Definición de la Calidad. En J. M. Izar Landeta, *Calidad y Mejora Continua* (pág. 23). Mexico: LID Editorial.
- [9] International Organization for Standardization. (2015). *Norma Internacional ISO 9001*. Suiza: Secretaría Central de ISO .
- [10] Camisón, C. (2006). Introducción. En e. a. Camison Cesar, *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas* (pág. XXII). Madrid: Pearson, Prentice Hall.
- [11] Capterra. (2018). *The Smart Way to Find Business Software*. Obtenido de https://www.capterra.com/categories:https://www.capterra.com/sem-compare/quality-management-software?gclid=CjwKCAjw-8nbBRBnEiwAqWt1zTb4sYE1XI0txUzRVpoG2-S3bGJn6DAy343b-Za9dl0tjZPYQQOCgBoCJekQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds
- [12] Apriso. (15 de November de 2011). *Unify Quality Across Manufacturing Operations for a Comprehensive, Enterprise Approach to Quality Management*. Obtenido de DasaultSystemes: <http://www.apriso.com/products/quality/>

- [13] Apriso. (15 de November de 2011). *Unify Quality Across Manufacturing Operations for a Comprehensive, Enterprise Approach to Quality Management*. Obtenido de DasaultSystemes: <http://www.apriso.com/products/quality/>
- [14] Calidad Total, S. (24 de 05 de 2011). *Sistemas de Gestión de la Calidad | Historia y Definición*. Obtenido de Sistemas y Calidad Total: <http://www.sistemasycalidadtotal.com/calidad-total/sistemas-de-gestion-de-la-calidad-%E2%94%82-historia-y-definicion/>
- [15] Zamora, A. (2015). Evaluación de tres directrices para la implementación de un sistema de gestión de la calidad . *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 11-15.
- [16] Rossetti, G. (2016). Implementación de la gestión de la calidad en una empresa productora de envases. *Revista iberoamericana de ingeniería industrial*, 147-166.
- [17] General Motors. (2017). GSIP Assembly Pant Training. Detroit, Michigan, Estados Unidos.
- [18] General Motors. (2018). *Launch Wall Charts*. Coahuila: Dirección de Operaciones de Ramos Arizpe.
- [19] General Motors. (01 de 06 de 2018). *Global Quality Management System Requirements*. Obtenido de Quality Requirements -Task Instruction Sheet: <https://gmweb.gm.com/quality/oq/QR/Lists/Quality%20Requirements/Global%20Quality%20Manual.aspx#InplviewHashdda5ef99-a463-4929-b728-a219bf0cda7e=WebPartID%3D%7BDDA5EF99--A463--4929--B728--A219BF0CDA7E%7D>
- [20] General Motors. (01 de 06 de 2018). *GMS BIQ*. Obtenido de BIQ Certification-Migration: <https://gmweb.gm.com/quality/oq/gmna/BIQ/Pages/BIQHome.aspx>
- [21] General Motors Corporation. (01 de June de 2018). *Metric Definition of Global Plant Quality Scorecard Propulsion*. Detroit, Michigan, USA.