

**REELABORACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
CONTINUA DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS
DE FALLA PARA LAS LINEAS DE ENSAMBLE DE
CARDANES Y EJES DIFERENCIALES DE LA
EMPRESA DANA TRANSEJES COLOMBIA**

CLAUDIA JULIANA PLATA MÁRQUEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2005

**REELABORACIÓN Y DOCUMENTACIÓN
CONTINUA DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS
DE FALLA PARA LAS LINEAS DE CARDANES Y EJES
DIFERENCIALES DE LA EMPRESA DANA
TRANSEJES COLOMBIA**

CLAUDIA JULIANA PLATA MÁRQUEZ

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

CARLOS RAMÓN GONZALEZ

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2005

DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo incondicional,

A mi hija Nicol, motor de mi vida

A Wilfred, por el respaldo que me brindó

A todos mis amigos y familiares.

AGRADECIMIENTOS

A DANA TRANSEJES COLOMBIA, Empresa que me brindó la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y experiencias en el campo laboral.

A Gustavo Mina, Coordinador de procesos y aseguramiento de la calidad, quien me orientó y apoyó durante el desarrollo de la práctica.

A Carlos Ramón González, Director del presente proyecto de grado, por su colaboración y compromiso.

Claudia Juliana Plata.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	1
1. DESARROLLO METODOLOGICO	3
1.1 GENERALIDADES	3
1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	3
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	4
1.4 OBJETIVOS GENERALES	5
1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
2. MARCO ORGANIZACIONAL	7
2.1 NATURALEZA DEL NEGOCIO	7
2.2 RESEÑA HISTÓRICA	9
2.3 CULTURA ORGANIZACIONAL	12
2.3.1 Visión	12
2.3.2 Misión	12
2.3.3 Políticas organizacionales	12
2.3.4 Procesos claves	13
2.3.5 Procesos de apoyo	14
2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	14
2.5 PRODUCTOS Y SERVICIOS	18
2.5.1 Ejes diferenciales	18
2.5.2 Ejes homocinéticos	20
2.5.3 Cardanes	21
2.5.4 Filtros	23

2.6 MERCADOS Y CLIENTES	24
3. DESCRIPCION DE LAS LINEAS DE ENSAMBLE DE CARDANES Y EJES DIFERENCIALES	25
3.1 LINEA DE ENSAMBLE DE CARDANES	25
3.1.1 Definición de Cardán	25
3.1.2 Componentes de un Cardán	26
3.1.3 Distribución de planta línea de ensamble de cardanes	27
3.1.4 Proceso de fabricación	27
3.1.5 Producción	33
3.2 LINEA DE ENSAMBLE DE EJES DIFERENCIALES	34
3.2.1 Definición de eje diferencial	34
3.2.2 Componentes de un eje diferencial	36
3.2.3 Distribución de planta línea de ensamble de ejes diferenciales	37
3.2.4 Proceso de fabricación	37
3.2.5 Producción	47
4. GERENCIA DE LOS PROCESOS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS	48
4.1 GESTION Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	48
4.1.1 Procedimientos del sistema de calidad	48
4.1.2 Planificación de la calidad	49
4.1.3 Proceso de aprobación del producto	51
4.1.4 Mejora continua	51
4.2 KAIZEN	52
4.2.1 El sistema de producción justo a tiempo	52
4.2.2 Mantenimiento productivo total	53
4.2.3 Despliegue de políticas	53
4.2.4 Sistema de sugerencias	54
4.3 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	56

5. ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA POTENCIAL	58
5.1 CONCEPTO	58
5.2 RESEÑA HISTORICA	58
5.3 OBJETIVOS DEL AMEF	59
5.4 REQUERIMIENTOS PARA ELABORARLO	60
5.5 BENEFICIOS	60
5.5.1 Beneficios a corto plazo	60
5.5.2 Beneficios a largo plazo	61
5.6 FORMATO Y ELEMENTOS	61
6. HERRAMIENTA SISTEMATICA AMEF	68
6.1 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA	68
6.2 DESCRIPCION	72
6.2.1 Instalación del programa	72
6.2.2 Entrada al programa	72
6.2.3 Barras de herramientas	75
6.2.4 Base de datos	76
6.2.5 Tablas de calificación	77
6.2.6 Llenado de formatos	77
6.2.7 Archivo de formatos	79
6.2.8 Consulta de números de prioridad de riesgo	80
6.2.9 Consulta e informe de fechas de seguimiento	80
6.2.10 Consulta de formatos ya guardados	81
6.2.11 Ayuda	82
6.3 VENTAJAS DEL PROGRAMA	83
7 PROCESO DE RELABORACION DEL AMEF	84
7.1 EL PROCESO AMEF	84
7.2 AMEF DE LA LINEA DE CARDANES	85
7.3 AMEF DE LA LINEA DE EJES DIFERENCIALES	94

7.4 PRESENTACION Y DESPLIEGUE DEL PROYECTO	107
7.4.1 Cronograma de actividades	107
7.4.2 Desarrollo de la capacitación	107
7.4.3 Evaluación	110
CONCLUSIONES	113
BIBLIOGRAFIA	115
ANEXOS	117

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Planta de Bucaramanga	8
Figura 2. Planta de Bogotá	9
Figura 3. Estructura organizacional	15
Figura 4. Eje diferencial	18
Figura 5. Eje homocinético	20
Figura 6. Cardán	21
Figura 7. Filtros	23
Figura 8. Ventas por cliente en el año 2003	24
Figura 9. Angulos de un cardán	25
Figura 10. Ubicación del cardán en el vehículo	26
Figura 11. Principales componentes del cardán	27
Figura 12. Diagrama de flujo para la fabricación de un cardán sencillo	28
Figura 13. Cortadora de tubos	30
Figura 14. Soldador	32
Figura 15. Prensa manual 2	33
Figura 16. Cardanes producidos en el mes de abril del 2004	34
Figura 17. Ubicación del eje diferencial en el vehículo	35
Figura 18. Trayectoria de un eje diferencial en línea recta	35
Figura 19. Trayectoria de un eje diferencial en una curva	36
Figura 20. Componentes de un eje diferencial	37
Figura 21. Diagrama de flujo para fabricación de ejes diferenciales	
DANA	38

Figura 22. Diagrama de flujo para fabricación de ejes diferenciales	
TOYOTA	40
Figura 23. Prensa logan F3	42
Figura 24. Expansor	43
Figura 25. Soldador Lincoln	44
Figura 26. Prensa logan F10	45
Figura 27. Horno de secado	46
Figura 28. Ejes diferenciales producidos en el mes de abril del 2004	47
Figura 29. Estructura del plan excelencia	55
Figura 30. Gráfico de control	57
Figura 31. Formato del AMEF	62
Figura 32. Diagrama de flujo general	70
Figura 33. Pantalla de acceso al programa	73
Figura 34. Pantalla de password de ingreso	73
Figura 35. Pantalla de entrada al programa	74
Figura 36. Inicio del programa	74
Figura 37. Barra de herramientas lateral	75
Figura 38. Barra de herramientas superior	76
Figura 39. Pantalla Base de datos de cardanes	76
Figura 40. Pantalla de la tabla de calificación de severidad	77
Figura 41. Formulario para completar el encabezado del formato	77
Figura 42. Menú para selección de la parte analizada	78
Figura 43. Formulario para llenar el cuerpo del formato	78
Figura 44. Formulario para archivo de formatos	79
Figura 45. Formulario para nombre del formato	79
Figura 46. Formulario para consulta de los números de prioridad de Riesgo	80
Figura 47. Formulario para consulta de fechas de seguimiento	81

Figura 48. Formulario para consulta de formatos ya guardados	81
Figura 49. Formulario para búsqueda del formato	82
Figura 50. Archivo de ayuda	82
Figura 51. Mapa de proceso para desarrollo del AMEF	84
Figura 52. Grupo de trabajo elaboración del AMEF	85
Figura 53. Elaboración del AMEF de la línea de Ejes Diferenciales	94
Figura 54. Porcentaje de personas capacitadas por área	109
Figura 55. Porcentaje de personas capacitadas en cada precooperativa	109

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Aplicaciones para los ejes diferenciales	19
Tabla 2. Aplicaciones para los cardanes	22
Tabla 3. Criterios para evaluación de severidad del AMEF de Dana Transejes Colombia	64
Tabla 4. Criterios para evaluación de ocurrencia del AMEF de Dana Transejes Colombia	66
Tabla 5. Criterios para evaluación de detección del AMEF de Dana Transejes Colombia	66
Tabla 6. Base de datos AMEF de Cardanes	86
Tabla 7. Base de datos AMEF de Ejes diferenciales DANA	95
Tabla 8. Base de datos AMEF de Ejes diferenciales TOYOYA	104
Tabla 9. Resultados de la evaluación	112

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Distribución de planta línea de cardanes	118
Anexo B. Distribución de planta línea de ejes diferenciales	119
Anexo C. Carta X-R línea de cardanes	120
Anexo D. Cotizaciones software AMEF	121
Anexo E. Carta de invitación a gerentes e ingenieros para la Presentación del proyecto	123
Anexo F. Control de asistencia a capacitaciones	125

RESUMEN

TÍTULO:
REELABORACIÓN Y DOCUMENTACIÓN CONTINUA DEL ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA LAS LINEAS DE ENSAMBLE DE CARDANES Y EJES DIFERENCIALES DE LA EMPRESA DANA TRANSEJES COLOMBIA*

AUTORES:
Claudia Juliana Plata Márquez**

PALABRAS CLAVES:
Análisis de fallas, AMEF, Transejes, Reelaboración, Mantenimiento

DESCRIPCIÓN:
El objetivo de este proyecto es proporcionar a la empresa Dana Transejes Colombia una herramienta que permita de manera sencilla elaborar y mantener continuamente los formatos resultantes del Análisis de Modos y Efectos de Falla en equipos, junto con la elaboración de las bases de datos del AMEF de las líneas de producción de cardanes y ejes diferenciales para vehículos.

El desarrollo se inició con el conocimiento de la empresa e investigación de los parámetros y normativas que rigen la documentación del AMEF, a continuación se diseñó un software en **Visual Basic para aplicaciones en Excel** que de manera versátil permite crear, guardar, modificar y consultar todos los formatos de AMEF de los diferentes números de parte que se producen en las líneas de ensamble, además de suministrar información sobre los parámetros de calificación, los números de prioridad de riesgo mas altos y las fechas de seguimiento a acciones planteadas por línea.

La fase final del proyecto consistió en la elaboración del análisis de modos y efectos de falla basado en información anterior, y el posterior llenado de la base de datos con la información del estudio realizado para conseguir como resultado los indicadores de las fallas mas críticas en cada línea, los planes de acción a seguir para disminuirlas o eliminarlas y los datos necesarios para crear los formatos.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing Carlos Ramón González.

SUMMARY

TITLE:

RE-ELABORATION AND CONTINUOUS DOCUMENTATION OF THE FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS FOR THE CARDANS AND DIFFERENTIAL SHAFTS ASSEMBLY LINES IN DANA TRANSEJES COLOMBIA

AUTHORS:

Claudia Juliana Plata Márquez. **

KEY WORDS:

Failure analysis, FMEA, Transejes, Re-elaboration, Maintenance.

DESCRIPTION:

The main objective of this project is to give Dana Transejes Colombia a simple tool which will allow operators elaborating and maintaining continuously the resultant failure mode and effects analysis formats applied on equipment, and to elaborate the FMEA's data basis of the cardans and differential shafts production lines.

The initial phase of this project was a plant's examination and a standards and parameters investigation. After that, a visual basic application excel software was designed in order to elaborate, save modify and consult all the FMEA's formats applied to the assembly line's parts, likewise, to provide information about assessment's parameters, risk priority number highest results, and the date of the planned tracking activities organized in the production lines.

The final phase of this project consisted on a failure mode and effects analysis practice made by the author based on former information and a later utilization of the data basis to process the resultant information and finally to find out the highest indicators numbers which indicate the most critical failures in each production line, to track counter measure plans to eliminate or reduce such failures and the necessary date to elaborate the formats.

* Degree Work.

** Physical-Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Eng. Carlos Ramón Gonzalez.

INTRODUCCIÓN

En el año de 1988, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz la norma QS9000 en la cual se contempla que los proveedores automotrices deben emplear Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP), la cual necesariamente incluye el AMEF de proceso como herramienta para el mejoramiento de la calidad.

Dana Transejes Colombia cuenta desde el año de 1998 con la certificación QS900, generando la necesidad de prestar vital importancia al proceso de Análisis de modos y Efectos de Falla con el objetivo de lograr un aseguramiento de la calidad enfatizado en la prevención de defectos y en la reducción de la variación y el desperdicio en la cadena productiva.

Según los requerimientos de la norma SAE J-1739 el AMEF debe ser un documento vivo y de actualización constante. Para las líneas de cardanes y ejes diferenciales se elaboró por primera vez en 1997, realizándole una superficial actualización en el 2002; desde entonces hasta la fecha no se había ejecutado ningún seguimiento ni revisión a los formatos, presentándose por lo tanto una no-conformidad con la norma y reclamos repetitivos de los clientes por problemas de calidad.

Para contrarrestar estas falencias se elaboró el AMEF basado en los anteriores estudios y se desarrollo un software que permite de manera sencilla actualizar constantemente los formatos por producto, realizar consultas sobre ellos, obtener información de las fallas más críticas en los procesos, además de facilitar el seguimiento de las acciones planteadas para reducir o eliminar dichas fallas.

Como resultado se obtuvieron las bases de datos que contienen la información para el proceso de elaboración y mantenimiento de los formatos, la priorización de los problemas que requieren mayor atención y algunas propuestas para la disminución y prevención de defectos, contribuyendo de esta manera con el sistema de mejoramiento continuo que se desarrolla en la organización.

1. DESARROLLO METODOLOGICO

1.1 GENERALIDADES

El presente proyecto de grado fue desarrollado bajo la modalidad de práctica empresarial para la empresa DANA TRANSEJES COLOMBIA.

Fue realizado bajo la dirección del Ingeniero Carlos Ramón González, docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica - UIS y la codirección del Ingeniero Luis Alberto Santos, Ingeniero Mecánico gerente del área de procesos y aseguramiento de la calidad de la empresa DANA TRANSEJES COLOMBIA, además contó con la colaboración de todo el personal de esta área y los operarios de cada una de las líneas de ensamble.

La necesidad surge en el mes de febrero del 2004, cuando el índice de reclamos por calidad e insatisfacción del cliente tuvo un incremento considerable, siendo esto consecuencia de un control no adecuado del proceso de análisis de modos y efectos de falla.

1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La norma QS9000 se define como un sistema estándar de calidad internacional para la excelencia en sistemas de negocios y procesos corporativos principalmente. En la industria automotriz, solo el 2% de las 800.000 compañías de automoción en todo del mundo tiene esta certificación, siendo Dana Transejes Colombia una de ellas. Uno de los requerimientos de

esta norma es la mejora continua dentro de la cual se encuentra el desarrollo de un sistema de calidad enfatizado en la prevención de defectos y en la reducción de la variación y el desperdicio en la cadena productiva, utilizándose para ayudar en ello como herramienta el Análisis de Modos y efectos de falla potencial AMEF.

El AMEF se elaboró por primera vez para las líneas de cardanes y ejes diferenciales en el año de 1997, realizándole una actualización en el año 2002. Desde esta fecha hasta el momento no se le ha realizado un seguimiento continuo debido a la falta de una metodología y un programa sistemático para la documentación de este, por lo tanto no logra cumplir con los objetivos que esta herramienta plantea como son: Controlar las fallas antes de que ocurran, mejorar la calidad de los productos, reducir pérdidas de tiempo y material, disminuir retrabajos, etc. Ocasionando para la empresa un no-aseguramiento de la calidad e inconformidades en algunas ocasiones por parte de los clientes.

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Con el objetivo de lograr un aseguramiento de la calidad enfatizado en la prevención de defectos y en la reducción de la variación y el desperdicio en la cadena productiva, se crea la necesidad de elaborar nuevamente el Análisis de modos y efectos de falla potencial para los productos de las líneas de ensamble de cardanes y ejes diferenciales, dándole un enfoque de documentación continua y sistemática proporcionando para la empresa una herramienta que contribuye con el proceso de mejora continua y que colabora en satisfacer las expectativas del cliente.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Participar activamente en el proceso de mejora continua implementado en la empresa Dana Transejes Colombia, aplicando los principios de reflexión crítica, trabajo interdisciplinario, investigación y práctica de los conocimientos adquiridos durante el estudio de las asignaturas que hacen parte de la carrera de Ingeniería Mecánica.

1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Diseñar e implementar una herramienta sistemática para la documentación continua del análisis de modos y efectos de falla (AMEF) en las líneas de ensamble de cardanes y ejes diferenciales de la empresa Dana Transejes Colombia con el fin de lograr la actualización permanente de los formatos según los requerimientos de la norma QS9000 y sus correspondientes efectos como son: la disminución de retrabajos, mejora en la calidad del producto, satisfacción del cliente, y reducción de las pérdidas de material.
- ✓ Reevaluar los modos de falla, efectos, causas e índices de severidad, ocurrencia y detección del AMEF de la línea de ensamble de cardanes.
- ✓ Reevaluar los modos de falla, efectos, causas e índices de severidad, ocurrencia y detección del AMEF de la línea de ensamble de ejes diferenciales.
- ✓ Calcular el número índice de prioridad de riesgo que presenta cada uno de los modos de falla.

- ✓ Diseñar e implementar la plantilla del formato AMEF según los requerimientos de la norma QS9000.
- ✓ Elaborar un manual que explique de manera sencilla en que consiste el AMEF con el fin de informar al personal de la empresa sobre el tema e involucrarlo en el proceso.
- ✓ Capacitar al personal de la empresa en el proceso AMEF, proporcionándole información sobre el proceso de análisis de modos y efectos de falla; como se aplica, los objetivos, los beneficios, ventajas que ofrece para la empresa y como los grupos de trabajo pueden involucrarse y participar en el desarrollo del AMEF.
- ✓ Documentar los formatos para el desarrollo del proceso AMEF.

2. MARCO ORGANIZACIONAL

2.1 NATURALEZA DEL NEGOCIO

DANA TRANSEJES COLOMBIA es una filial de DANA CORPORATION, líder mundial en ingeniería, manufactura y distribución de productos y sistemas para el mercado automotor y equipo fuera de carretera, DANA basa sus operaciones en la producción de componentes para equipo original y reposición.

Actualmente es uno de los proveedores independientes de componentes para vehículos más importantes en la región Andina, atendiendo los mercados de las ensambladoras y la red de distribución de repuestos. Sus principales productos para los diferentes clientes son: Ejes diferenciales, cardanes, ejes homocinéticos y sistemas modulares; entre sus principales clientes se encuentran SOFASA, General motors y AFM, además del mercado de reposición que distribuye los componentes con que atiende el equipo original y adicionalmente representa los demás productos manufacturados y comercializados por la Corporaciones DANA y GKN alrededor del mundo.

La Compañía tiene operaciones en Bucaramanga y Bogotá ciudades estratégicamente situadas para atender las plantas ensambladoras de Ecuador, Venezuela y Colombia así como sus respectivos mercados de reposición.

La Planta de Bucaramanga cuenta con un área de 7687 m², un personal de 60 empleados en nómina y 121 personas contratadas bajo el sistema de precooperativa; se dedica a la fabricación de ejes diferenciales, cardanes, ejes homocinéticos y componentes para ejes homocinéticos (Figura 1).

Figura 1. Planta de Bucaramanga



La Planta de Bogotá posee un área de 4800 m², con un personal de 11 empleados en nómina y 38 personas contratadas bajo el sistema de precooperativa; se dedica a la fabricación de ejes diferenciales pesados, sistemas modulares y es el centro de distribución y representación de la compañía (Figura 2).

Figura 2. Planta de Bogotá



2.2 RESEÑA HISTORICA

La planta de Bucaramanga fue fundada en Abril 28 de 1972, se iniciaron operaciones ensamblando ejes diferenciales para las plantas ensambladoras de automóviles en Colombia. En el año de 1975 se inicia el proceso de integración del producto con el montaje de las líneas de mecanizado de tubos y semiejes, lográndose un contenido local del 30% y una producción de 8.199 ejes.

Entre 1975 y 1978 se adquirió maquinaria para la línea de yugos de acople, aumentando la capacidad de la línea de semiejes, buscando cubrir el mercado de vehículos medianos y pesados. Se realiza el montaje de la línea de ensamble de ejes cardánicos y ejes homocinéticos en su primera fase.

En 1980 se inició la venta de ejes homocinéticos a las plantas ensambladoras. Se suministraron casi 3000 pares de ejes para el Fiat 147 G.L. a finales de 1981 y quedaron completamente instaladas las líneas de mecanizado de semiejes medianos y pesados así como la línea de ejes homocinéticos Mazda y se reactiva el mercado de equipo original, exportaciones y reposiciones, consolidándose de esta manera el mercado de juntas homocinéticas.

Entre 1986 y 1991 continua el crecimiento de ventas gracias a la adquisición y puesta en marcha de la línea de mecanizado de juntas fijas y al establecimiento de un programa de implementación de la calidad. En 1988 se realizaron cambios al sistema de producción en la línea, al nuevo concepto de producción en celdas, lográndose notables mejoras, aprovechamiento de espacio e inventarios en beneficio de la productividad y eficiencia.

En 1989 se realizó el lanzamiento de programas tipo organizacional que buscaban llevar a la empresa a un nivel de competitividad internacional y liderazgo interno que le permitieran afrontar los retos del nuevo ordenamiento económico nacional.

En 1990 se compró la planta de Medellín iniciando operaciones con la línea de pistones.

En 1992 por la oportunidad de apertura del mercado buscando mayor competitividad se adquiere la línea de mecanizado llamada GI para la producción de junta móvil, componente del eje homocinético, proyecto que llevaría a un grado de integración del 80% del producto.

En 1994 se cierra la planta de Medellín y en el año siguiente Transejes se asocia con la multinacional GKN líder en el mercado de ejes homocinéticos, con el fin de posicionarse en el mercado andino y otros mercados.

En 1998 Transejes recibe la certificación QS-9000 y traslada la manufactura de cascos, yugos, tubos y semiejes a Danaven, Venezuela.

En Diciembre de 1999 DANA TRANSEJES COLOMBIA es recertificada por Ford Motor como proveedor Q-1 y recibe por parte de AQR la recertificación QS-9000 actualizada a Tercera Edición.

En Noviembre del 2000 obtiene la certificación EAQF Nivel A emitida por Sofasa - Toyota - Renault.

En Abril del 2001 inicia el proceso de implementación de la norma ISO-14001, y en mayo del 2002 se obtiene la certificación para la planta de Bucaramanga.

En Julio del 2002 se inicia el proceso de certificación de ISO-14001 para la planta de Bogotá y en Agosto del 2002 se certifica la planta de Módulos en Bogotá en QS-9000: 1998 Tercera Parte.

En Noviembre del 2002 se inicia el proceso de capacitación en ISO TS-16949 para lograr la certificación en el 2003.

En Diciembre del 2004 se obtiene la certificación ISO TS-16949 y entran en etapas de prueba las plantas de Guatiguará y Forcol.

2.3 CULTURA ORGANIZACIONAL

2.3.1 Visión. TRANSEJES es una organización de clase mundial, líder en su género en la región Andina, competitiva y confiable para otros mercados, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética.

2.3.2 Misión. TRANSEJES es una organización privada dedicada a fabricar y comercializar productos, sistemas y servicios de alta tecnología con énfasis en el sector automotor. A través de innovación, mejoramiento continuo y orientación al cliente, busca el liderazgo en sus respectivos campos de acción asegurando:

A nuestros clientes: contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas.

A nuestros accionistas: un continuo incremento en el retorno a su inversión.

A nuestra gente: un clima laboral de mutuo respeto y desarrollo integral.

A la sociedad: mayor bienestar y desarrollo, preservando el medio ambiente y cumpliendo con las regulaciones gubernamentales.

A nuestros proveedores: una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.

2.3.3 Políticas organizacionales.

* **GENTE:** Nuestro recurso más importante es la gente. Entendemos que quien mejor conoce como se debe hacer el trabajo es la persona que lo está haciendo, que ella responde al reconocimiento, a la libertad de participar, a la toma de decisiones y a la libertad para desarrollarse. El compromiso es un elemento clave del estilo gerencial TRANSEJES y debe ser revisado prácticamente junto con el desempeño. Buscamos que toda la gente de TRANSEJES se identifique con la compañía y que esta identidad se conserve

aun después de que haya dejado el trabajo activo. Apoyamos los sistemas de reconocimiento y recompensa para compartir retribuciones y ganancias de productividad, aportando su creatividad a la empresa.

* **GANANCIAS:** El propósito de la organización TRANSEJES es ganar dinero para sus accionistas e incrementar el valor de su inversión. Creemos que la mejor práctica para lograrlo es ganar un retorno aceptable mediante la utilización apropiada de nuestros activos y controlando nuestro flujo de caja.

* **CRECIMIENTO:** Creemos en un crecimiento sostenido para proteger a nuestros activos de la inflación. Creemos más que nuestros mercados por medio de la implementación de nuestras estrategias de productos y servicios.

* **CALIDAD:** El objetivo de la calidad Transejes es fabricar y comercializar productos y servicios de mejor calidad que la competencia. La calidad de nuestros productos y servicios debe ganar y ameritar la satisfacción de los clientes por el desempeño seguro, confiable y efectivo en concordancia con sus necesidades y expectativas.

2.3.4 Procesos claves.

- * Desarrollo de nuevos productos
- * Logística
- * Negociación, compra y venta
- * Contratación de servicios
- * Manufactura

2.3.5 Procesos de apoyo.

- * Sistemas de información
- * Servicio al cliente
- * Manufacturing System
- * ISO/TS 16949 - ISO 14000
- * Desarrollo del talento humano
- * Benchmark
- * 6 Sigma
- * Comunicación
- * Planeación y control

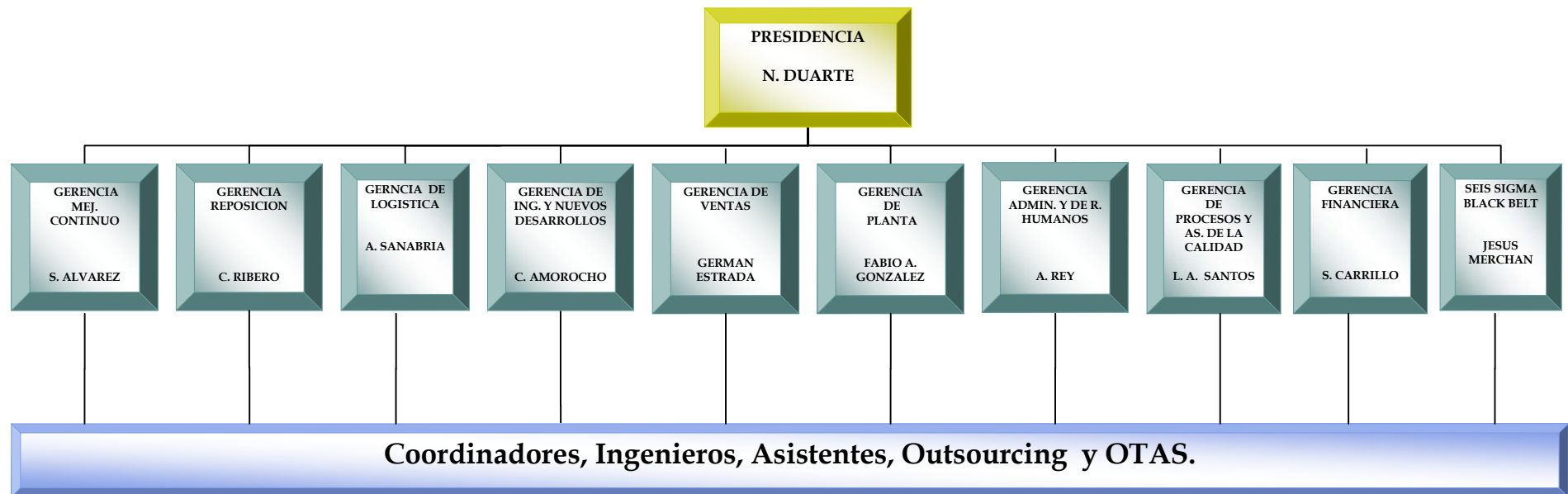
2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

DANA TRANSEJES COLOMBIA posee una estructura organizacional jerárquica de tres niveles (Ver Figura 3), tipo cascada conformada por la presidencia, las gerencias y los coordinadores, ingenieros, asistentes, personal operativo y administrativo perteneciente a las Organizaciones de trabajo asociado (OTAS).

La empresa se encuentra dividida en 10 áreas funcionales:

- **Comercial.** Planea, coordina y controla las estrategias y gestión de mercadeo y promoción para los segmentos de equipo original nacional e internacional de acuerdo con las estrategias comerciales establecidas por la organización y las expectativas del mercado para garantizar el cumplimiento de los objetivos de ventas en cuanto a volumen y rentabilidad.

Figura 3. Estructura organizacional



- **Reposición.** Planea, coordina y controla la gestión de ventas para el mercado de reposición de las líneas de tren motriz (Ejes diferenciales, Cardanes y Homocinéticos) de acuerdo con las políticas de la organización para lograr el posicionamiento de los objetivos de venta en cuanto a rentabilidad, distribución y penetración.
- **Mejoramiento Continuo.** Encargada de planear, desplegar y coordinar los procesos de liderazgo, capacitación y motivación que lleven a la organización TRANSEJES y sus filiales al mantenimiento de una cultura de mejoramiento continuo y calidad total buscando la supervivencia en los mercados nacionales e internacionales en el mediano y largo plazo.
- **Logística.** Encargada de programar, coordinar, aprobar, controlar la entrega, el tránsito y distribución para todas las empresas del grupo, de los materiales productivos y no productivos, locales y de importación de acuerdo a los programas de ventas, políticas de inventario, presupuesto de divisas y tendencias del mercado, para asegurar el suministro adecuado y oportuno de dichos materiales en la línea de producción y en las áreas respectivas de todas las empresas de la organización, a la vez que su oportuna entrega al cliente final a través de la negociación y coordinación de los medios de transporte requeridos.
- **Ingeniería y Nuevos Desarrollos.** Dirigir el proceso integrado (factibilidad, diseño, producto y proceso, pruebas de ingeniería preproducción, producción y soporte técnico) del desarrollo y fabricación de productos llevando a cabo así la función esencial de fabricación de productos y soportando técnicamente la otra función esencial de comercialización del producto y los procesos.

Además, debe planear, coordinar, controlar, desarrollar y mejorar el proceso integro de fabricación de los productos nuevos y corrientes.

- **Planta.** Encargada de planear, coordinar, controlar, desarrollar y mejorar el proceso integro de fabricación de los productos nuevos y corrientes, para garantizar a nuestros accionistas el continuo incremento del valor de su inversión, a nuestros clientes la satisfacción con nuestros productos y servicios y a nuestra gente un clima laboral de mutuo respeto y desarrollo integral.
- **Recursos Humanos.** Encargada de programar, coordinar y controlar la administración del recurso humano de la empresa y el logro de la eficiencia administrativa de la organización, de acuerdo a la ley y las políticas establecidas, además del adecuado estado de las instalaciones y los servicios requerido para su funcionamiento.
- **Procesos y Aseguramiento de la Calidad.** Encargada de definir, dirigir y controlar los procesos de fabricación, garantizando el buen desempeño y la calidad de los productos.
- **Financiera.** Debe administrar los recursos financieros de la organización, planear y controlar el manejo de fondos y evaluar fuentes de financiamiento, optimizar los recursos informáticos (hardware y software), coordinar y dirigir la contabilidad, el presupuesto anual, evaluaciones económicas, seguros y cartera corporativa con un adecuado control de gestión, análisis y reporte financiero interno y externo, dentro de un marco de normas y políticas de la empresa y el gobierno, con el

propósito de tomar decisiones en el momento oportuno para contribuir a la mejor utilización de los recursos y a la maximización de las utilidades.

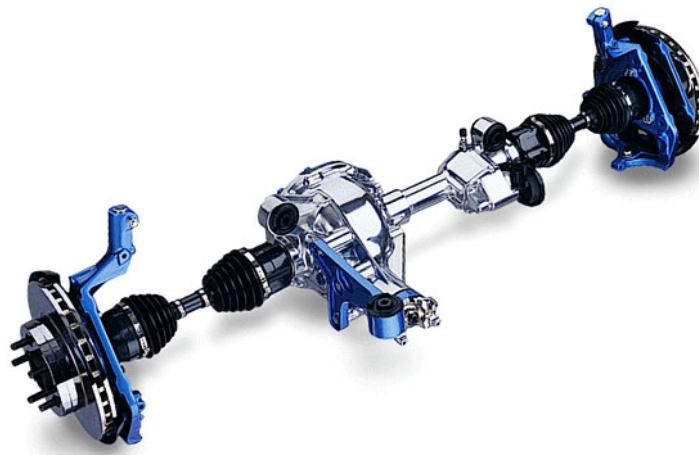
- **Seis sigma black belt.** Encargada de la mejora de procesos estratégicos y el desarrollo de nuevos productos basado en métodos estadísticos para reducir drásticamente el porcentaje de defectos hasta el definido por el cliente.

2.5 PRODUCTOS Y SERVICIOS

A continuación se muestran los principales productos y servicios de la empresa.

2.5.1 Ejes Diferenciales. Desde 1974 DANA TRANSEJES COLOMBIA empleando tecnología de clase mundial ha ensamblado ejes diferenciales SPICER® para automóviles y vehículos semipesados y pesados tanto nacionales como importados (Figura 4).

Figura 4. Eje diferencial



Actualmente DANA fabrica ejes diferenciales para 37 tipos diferentes de vehículos (Ver tabla 1).

Tabla 1. Aplicaciones para los ejes diferenciales

SOFASA TOYOTA	IMPORTADOS	MAZDA C.C.A
FJ 73	FORD 350 /150	T 45
FJ 75	FORD 4X2	B 1600
FJ 3.8 LTS	BRONCO VEN	B 2000
FZI 73	LARIAT 150 VEN	B 2200
FZI 75	NISSAN D 22 MEXICO	B 2600
FZJ 4.5 LTS	CHEYENNE 1500/3500	B 2200 ANTIDESLIZANTE
	RAM 1500/4000	
	BLAZER VENEZUELA	
	MINIBLAZER VENEZUELA	
	L 300 VEN	
CHEVROLET COLMOTORES	OTROS	
LUV 1600/2300	MITSUBISHI STANDAR	
SAMURAI	HARD TOP 2.6	
TROOPER	QCAR 2.4L	
CHEVETTE 2 PUERTAS	QCAR 3L	
CHEVETTE 4 PUERTAS		
C 30		
D 100		
C 10		
K 10		
D 1500		
D 300		

DANA suministra para el mercado de reposición algunos de los componentes de los ejes diferenciales como son:

- * Ejes Diferenciales ensamblados
- * Conjuntos Piñón Corona
- * Semi- Ejes Diferenciales
- * Rodamientos
- * Satélites
- * Planetarios
- * Discos de Fricción
- * Diferenciales de deslizamiento limitado.

2.5.2 Ejes homocinéticos. Este es uno de los productos líderes de DANA TRANSEJES COLOMBIA, el 80% de sus componentes son producidos por las líneas de mecanizado con las que se cuenta en la planta. (Figura 5).

Figura 5. Eje Homocinético



Dana suministra al mercado de reposición ejes homocinéticos ensamblados y todos los componentes fundamentales de este:

- * Kit Intereje
- * Kit Pareja Intereje
- * Kit Junta Fija
- * Kit Junta Móvil
- * Tulipa
- * Tripodes

2.5.3 Cardanes. DANA TRANSEJES COLOMBIA ensambla y suministra equipo original para Cardanes SPICER así como para cada uno de sus componentes (Figura 6).

Figura 6. Cardán



Actualmente ensambla cardanes para 51 Tipos de vehículos (Ver tabla 2).

Tabla 2. Aplicaciones para los cardanes

CHEVROLET COLMOTORES	IMPORTADOS	SOFASA TOYOTA
KODIAC 157/211/249/289	DINA	FJ 73
B70 DIESEL /GASOLINA	VOLVO WHITE	FJ 75
C 70	KENWORD	FJ 3.8 LTS
B 60	INTERNACIONAL	FZI 73
LT 500	NAVISTAR	FZI 75
CRN 580 / 600	FORD 7000/9000	FZI 4.5 LTS
BRIGADIER	FORD 350 /150	
SUPERBRIGADIER	FORD 4X2	
NPR	BRONCO VEN	
SAMURAI	LARIAT 150 VEN	
LUV 1600/2300	NISSAN D 22 MEXICO	
TROOPER	CHEYENNE 1500/3500	
CHEVETTE 2 PUERTAS	RAM 1500/4000	
CHEVETTE 4 PUERTAS	BLAZER VENEZUELA	
D 300	MINIBLAZER VENEZUELA	
C 30		
D 100		
C 10		
K 10		
D 1500		
MAZDA C.C.A	OTROS	
T 45	MITSUBISHI ESTÁNDAR	
B 1600	HARD TOP 2.6	
B 2000	Q CAR 2.4 L	
B 2200	Q CAR 3 L	
B 2600		
B 2200 ANTIDESLIZANTE		

Fuente: Area de Procesos y Aseguramiento de la calidad, Dana Transejes Colombia.

La línea de equipo para reposición incluye:

- * Flanches
- * Yugos
- * Espigas
- * Crucetas
- * Rodamientos centrales
- * Tubos

2.5.4 Filtros. Transejes además de la fabricación y ensamble de productos, es importador directo de la marca WIX de filtros para carros, camionetas, vehículos pesados, transporte público y agrícola, y los comercializa en el mercado regional y nacional (Figura 7).

Figura 7. Filtros



La línea de filtros comprende:

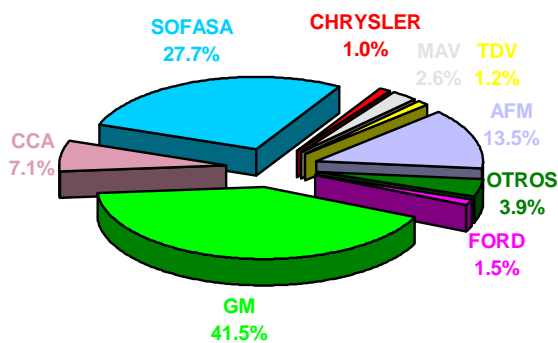
- * Filtros de Aceite
- * Filtros de Aire
- * Filtros de Gasolina

2.6 MERCADOS Y CLIENTES

Los productos y servicios que fabrica y comercializa DANA TRANSEJES COLOMBIA, están direccionados para atender las ensambladoras tanto en Colombia como en Venezuela y Ecuador, además del mercado de reposición que atiende la demanda nacional como la exportación a Venezuela, Ecuador y Argentina. Algunos de sus clientes son: General Motors Venezuela, Colombia y Ecuador, Sofasa, Hyundai Venezuela, Mitsubishi Motors Venezuela, Chrysler Venezuela, Nissan Colombia, Toyota Colombia y Venezuela, Mazda Colombia y Venezuela, Ford Venezuela, Red de mayoristas para el mercado de reposición con ejes diferenciales, cardánicos, homocinéticos y sus componentes, para el mercado nacional, andino, MERCOSUR, EEUU y Centro América.

En el año 2003 el cliente al que se le fabricó la mayor cantidad de partes teniendo en cuenta todos los productos que se ensamblan en la empresa fue General Motors con un 41.5 % de la producción total, seguido de sofasa con un 27.7 % de la producción total (Ver figura 8).

Figura 8. Ventas por cliente en el año 2003



3. DESCRIPCIÓN DE LAS LÍNEAS DE ENSAMBLE DE CARDANES Y EJES DIFERENCIALES

3.1 LÍNEA DE ENSAMBLE DE CARDANES

3.1.1 Definición de cardán. Dispositivo encargado de entregar potencia de la caja de cambios a la caja de transferencia para el eje diferencial o directo a las ruedas. El cardán tiene la ventaja de expandirse contraerse y cambiar de ángulo de operación según se requiera (Figura 9). Los hay de acoplamiento cortos y largos y son elementos silenciosos, libres de vibración y de larga vida útil, por eso su gran utilización en vehículos grandes y pequeños, así como en cualquier empresa que cuente con maquinaria, pesada o ligera que contenga un elemento mecánico de éstas características (Figura 10).

Figura 9. Angulos de un cardán

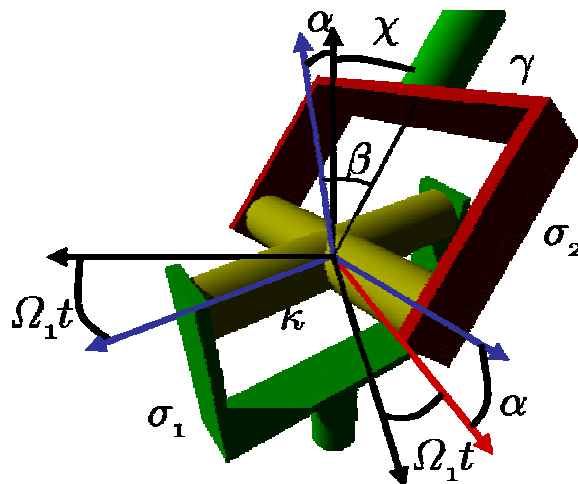
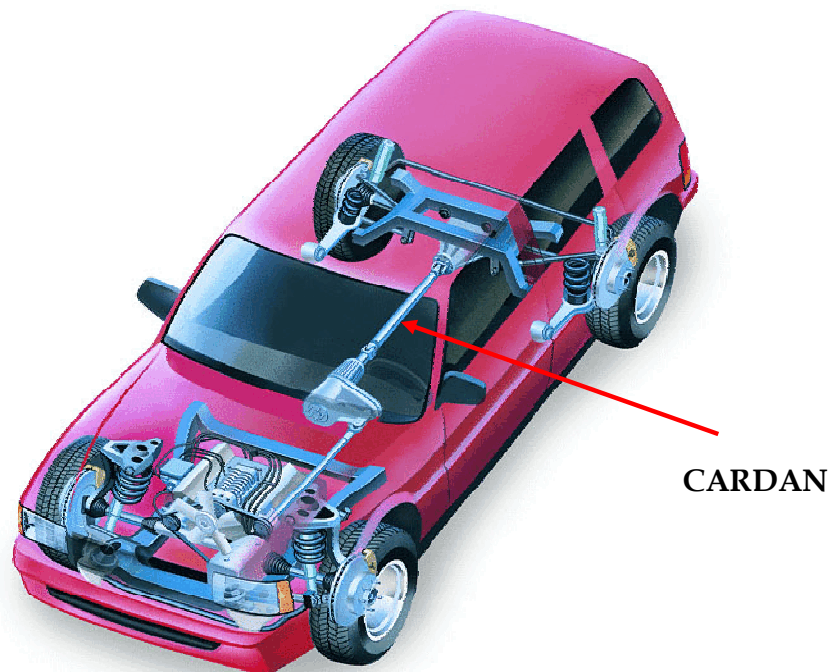
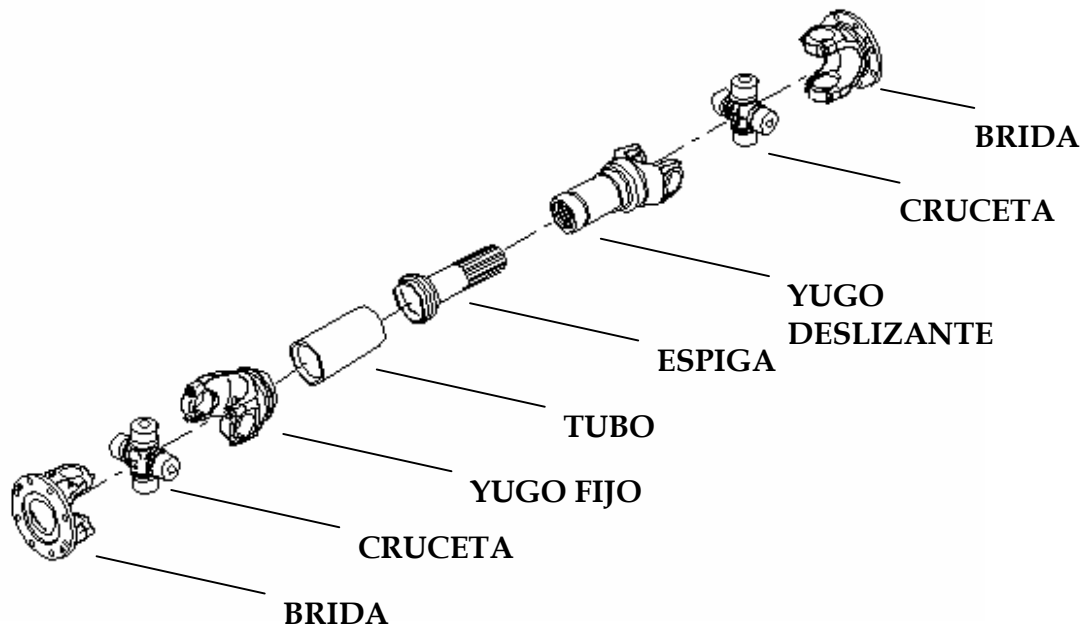


Figura 10. Ubicación del cardán en el vehículo



3.1.2 Componentes de un Cardán. Los principales componentes de un cardán son el tubo, la cruceta, el yugo fijo; si es delantero una espiga con un yugo deslizante con brida y si es trasero otro yugo fijo con brida o sin brida (Ver figura 11). La cruceta está compuesta por la grasera, cuatro dados y cuatro chavetas y se ensambla dentro del yugo que a su vez va dentro del tubo. Es de gran importancia el balanceo dinámico del cardán, ya que un cardán desbalanceado produce ruidos, rotura de componentes y problemas en el vehículo.

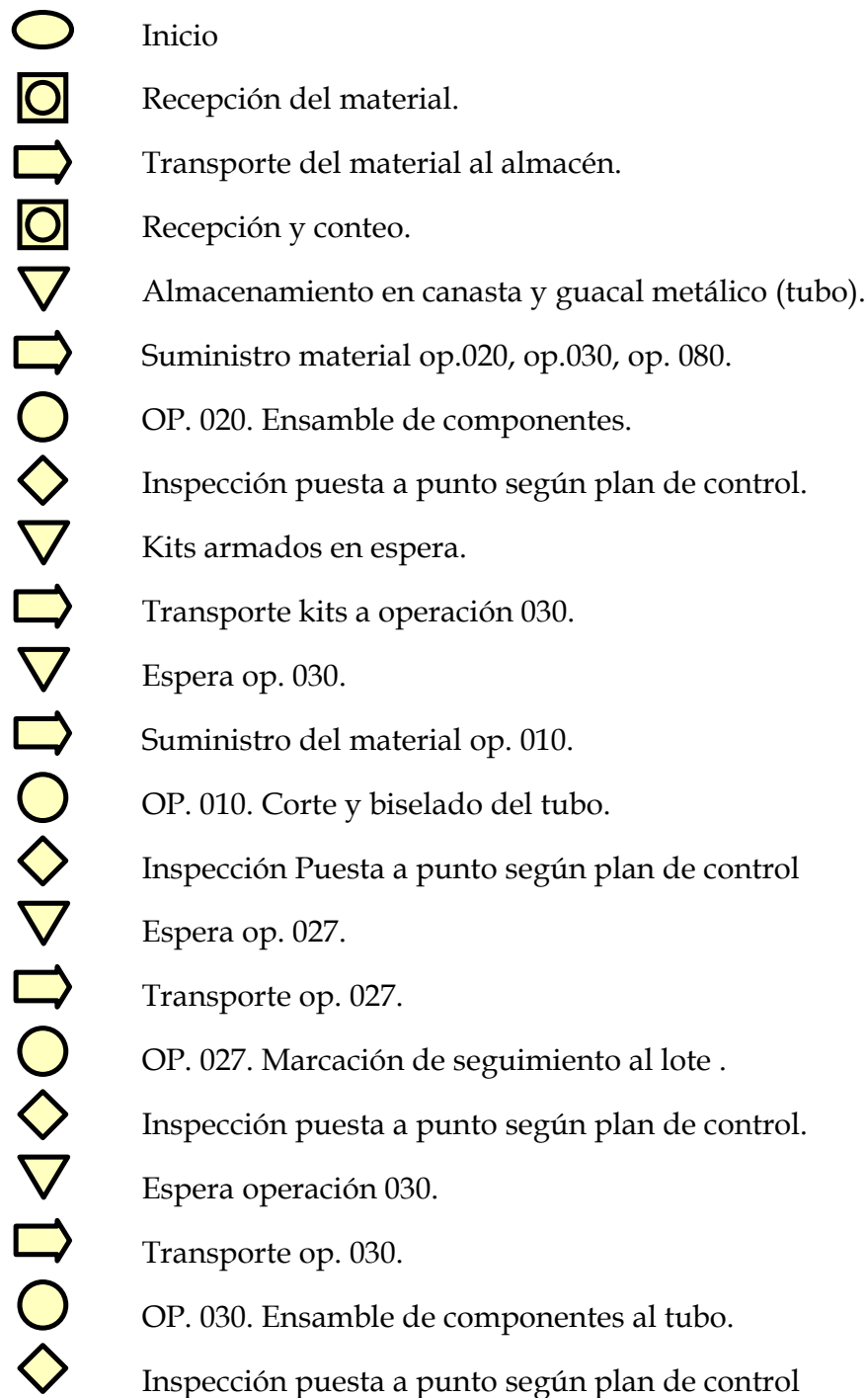
Figura 11. Principales componentes del cardán


























3.1.3 Distribución de planta. (Véase Anexo A).

3.1.4 Proceso de fabricación. Actualmente en la línea se ensamblan aproximadamente 85 referencias de cardanes entre dobles y sencillos, delanteros y traseros, el flujo del proceso de fabricación se encuentra en los diagramas de cada uno de los números de parte y varía según el tipo de cardán (Ver Figura 12).

Figura 12. Diagrama de flujo para la fabricación de un cardán sencillo



	Transporte a op. 040.
	OP. 040. Pre-enderezado del cardán
	Inspección puesta a punto según plan de control.
	Transporte operación 050.
	OP. 050. Soldar componentes en cada extremo.
	Inspección puesta a punto según plan de control.
	Enfriamiento del cardán.
	Transporte a operación 060.
	OP. 060. Enderezado del cardán.
	Inspección Puesta a punto según plan de control.
	Espera op. 080.
	OP. 080. Ensamble de componentes.
	Inspección puesta a punto según plan de control.
	Espera operación 090.
	OP. 090. Balanceo dinámico del cardán.
	Inspección puesta a punto según plan de control.
	Espera operación 100.
	Transporte a op. 100.
	OP. 100. Lavado, pintura y engrase del cardán.
	Transporte a op. 110.
	Espera operación 110.
	OP. 110. Inspección final.
	Empaque e identificación del producto terminado.

- ▼ Almacenamiento del producto terminado.
- Transporte zona de despacho producto terminado.
- Inspección de despacho.
- Fin.

La descripción de las operaciones generales que se realizan en el proceso de fabricación es la siguiente:

Código de operación: 010.

Máquina: Cortadora (Figura 13).

Descripción de la operación: Corte tubo y biselado.

Figura 13. Cortadora de tubos



Código de operación: 020.

Máquina: Prensa manual/Prensa Barmag.

Descripción de la operación: Ensamble de componentes.

Código de operación: 027.

Máquina: Marcadora de tubos.

Descripción de la operación: Marcación de seguimiento al lote y colocación del insonorizador.

Código de operación: 030.

Máquina: Prensa de 60 toneladas.

Descripción de la operación: Ensamble de componentes yugo fijo o espiga al tubo.

Código de operación: 040.

Máquina: Knock Down.

Descripción de la operación: Pre-enderezado del cardán.

Código de operación: 050.

Máquina: Soldador Hobbart (Figura 14).

Descripción de la operación: Soldado componentes en cada extremo.

Código de operación: 060.

Máquina: flex-Press.

Descripción de la operación: Enderezado final del cardán.

Figura 14. Soldador



Código de operación: 070.

Máquina: Prensa de ensamble rodamiento central.

Descripción de la operación: Ensamble del kit de rodamiento central, yugo de acople y unión de cardanes mediante tornillos y abrazaderas.

Código de operación: 075.

Máquina: Prensa manual 2.

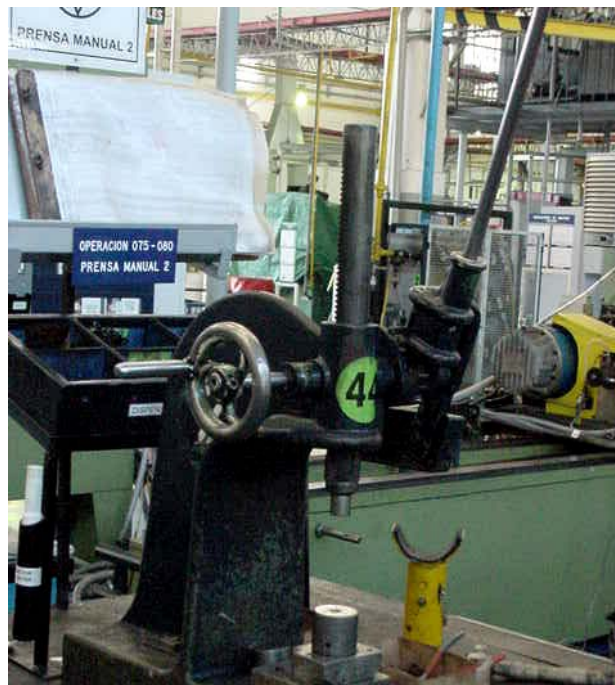
Descripción de la operación: Unión de cardanes mediante chavetas de seguridad.

Código de operación: 080.

Máquina: Prensa manual 2 (figura 15).

Descripción de la operación: Ensamble de componentes.

Figura 15. Prensa manual 2



Código de operación: 090.

Máquina: Balanceadora dinámica 1 y 2.

Descripción de la operación: Balanceo dinámico del cardán.

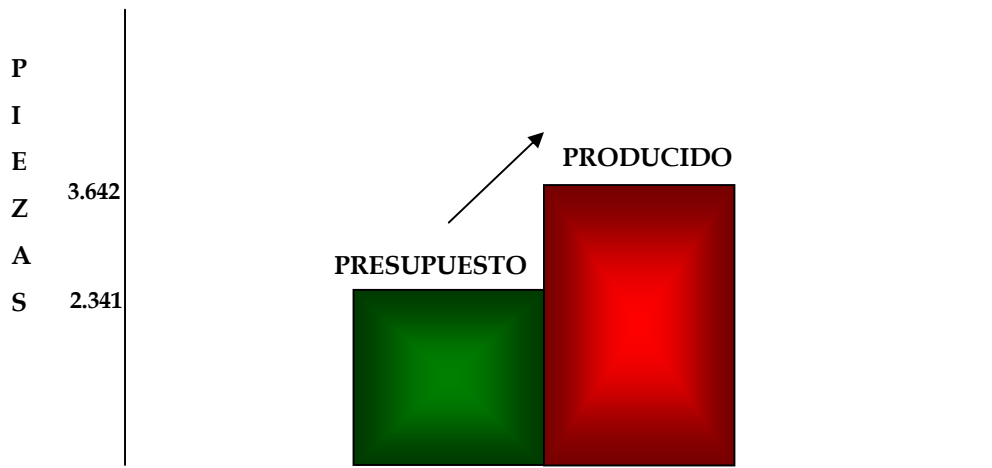
Código de operación: 100.

Máquina: Caseta de pintura.

Descripción de la operación: Lavado y pintura.

3.1.5 Producción. La producción de la línea de cardanes para este año ha sido de 3350 cardanes mensuales en promedio, superando en la mayoría de los meses lo planeado en el Hell Week (Programación de presupuestos y ventas para el año siguiente) (Ver Figura 16).

Figura 16. Cardanes producidos en el mes de abril del 2004



3.2 LINEA DE ENSAMBLE DE EJES DIFERENCIALES

3.2.1 Definición de un eje diferencial. El eje diferencial es el encargado de recibir el movimiento de la caja por medio del árbol de transmisión o cardán y pasarlo a las ruedas, permitiendo que estas, al tomar una curva giren a diferentes velocidades sin que la relación se afecte. Otra de sus funciones es la de soportar el peso de la parte trasera del automóvil.

En los vehículos con la caja en la parte delantera y que son de tracción trasera, el diferencial va ubicado en el puente o eje trasero, (Figura 17).

Al desplazarse el vehículo en línea recta, ambas ruedas motrices recorren la misma distancia a la misma velocidad (Ver Figura 18).

Figura 17. Ubicación del eje diferencial en el vehículo

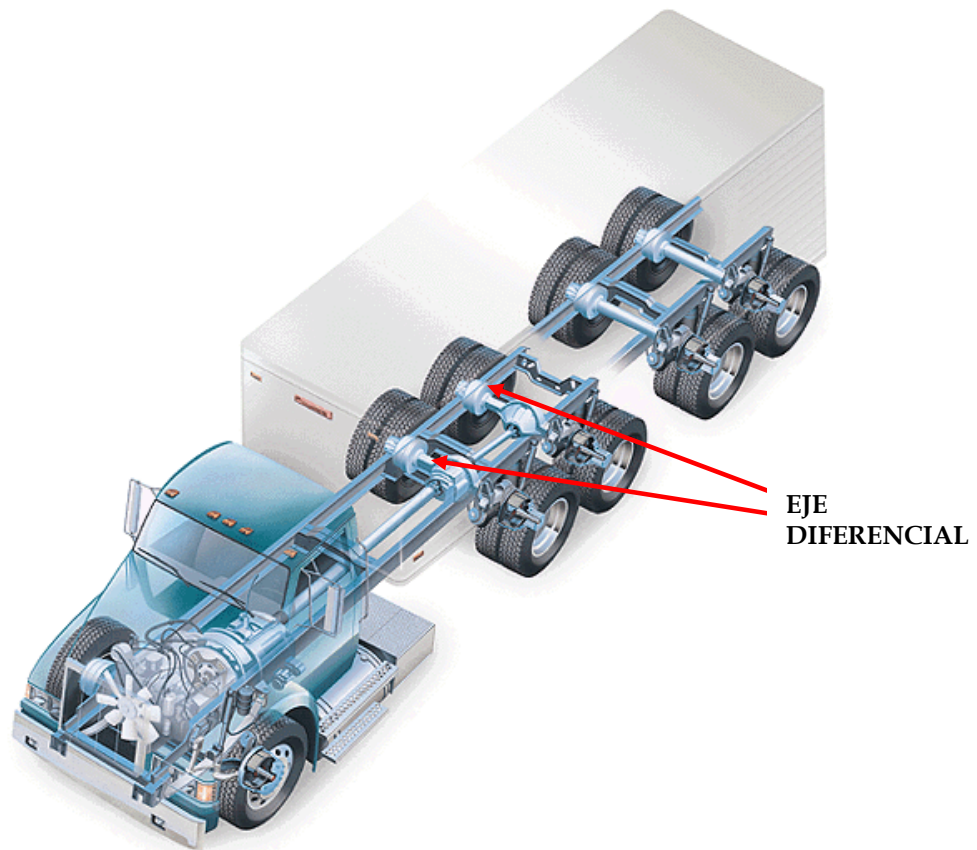
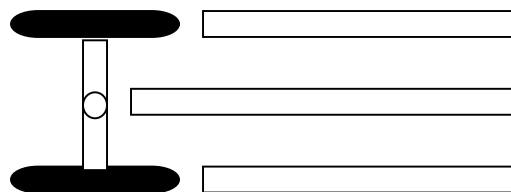
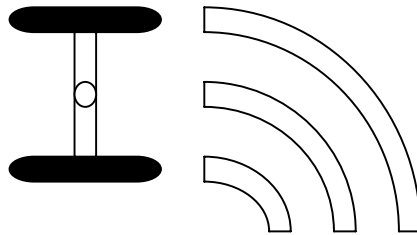


Figura 18. Trayectoria de un eje diferencial en línea recta



Al tomar una curva la rueda interior hace un círculo de diámetro inferior al de la rueda exterior efectuando un recorrido más corto (Figura 19).

Figura 19. Trayectoria de un eje diferencial en una curva

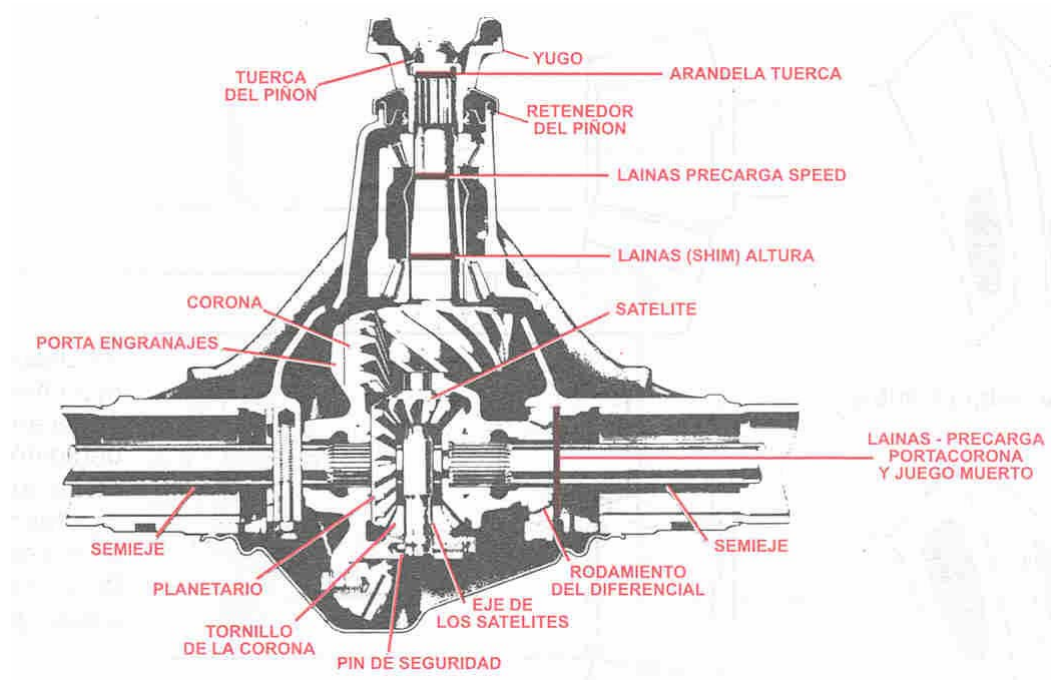


El eje diferencial elimina las dificultades de un giro inestable, haciendo que las ruedas recorran distancias diferentes a distintas revoluciones durante el giro.

3.2.2 Componentes de un eje diferencial. Las partes de un eje diferencial son: semiejes, yugo, tuerca piñón, arandela tuerca, retenedor del piñón, laines precarga speed, laines altura, satélite, corona, portaengranaje, semieje, planetario, tornillo de la corona, pin de seguridad, eje de los satélites y rodamiento del diferencial (Figura 20).

Los Semiejes son dos ejes independientes que reciben el movimiento del diferencial y lo transmiten a la rueda izquierda y derecha respectivamente, los demás componentes se encuentran dentro de la carcasa y son los que reciben el movimiento de la caja y lo transmiten a los semiejes.

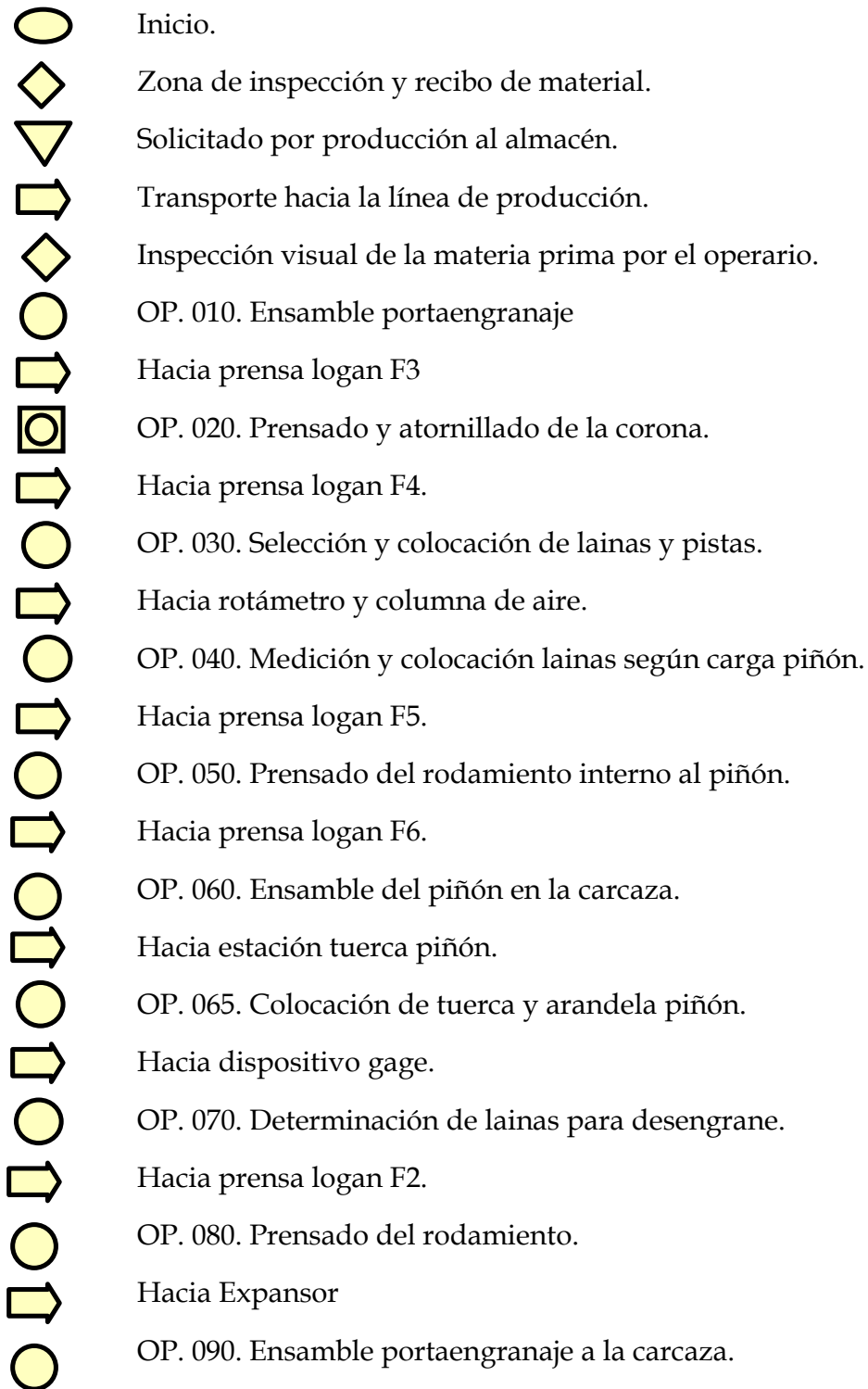
Figura 20. Componentes de un diferencial



3.2.3 Distribución de planta línea de ensamble de ejes diferenciales. (Véase anexo B).

3.2.4 Proceso de fabricación. El proceso de fabricación de los ejes diferenciales presenta variaciones debido a la diversidad de modelos producidos que corresponden a las diferentes marcas de autos y a los diferentes clientes. Existen dos sublíneas de ensamble que son las sublíneas DANA y TOYOTA, ya que estos dos tipos de diferenciales presentan características de ensamble diferentes. (Ver Figura 21 y 22)

Figura 21. Diagrama de flujo para fabricación de ejes diferenciales DANA





























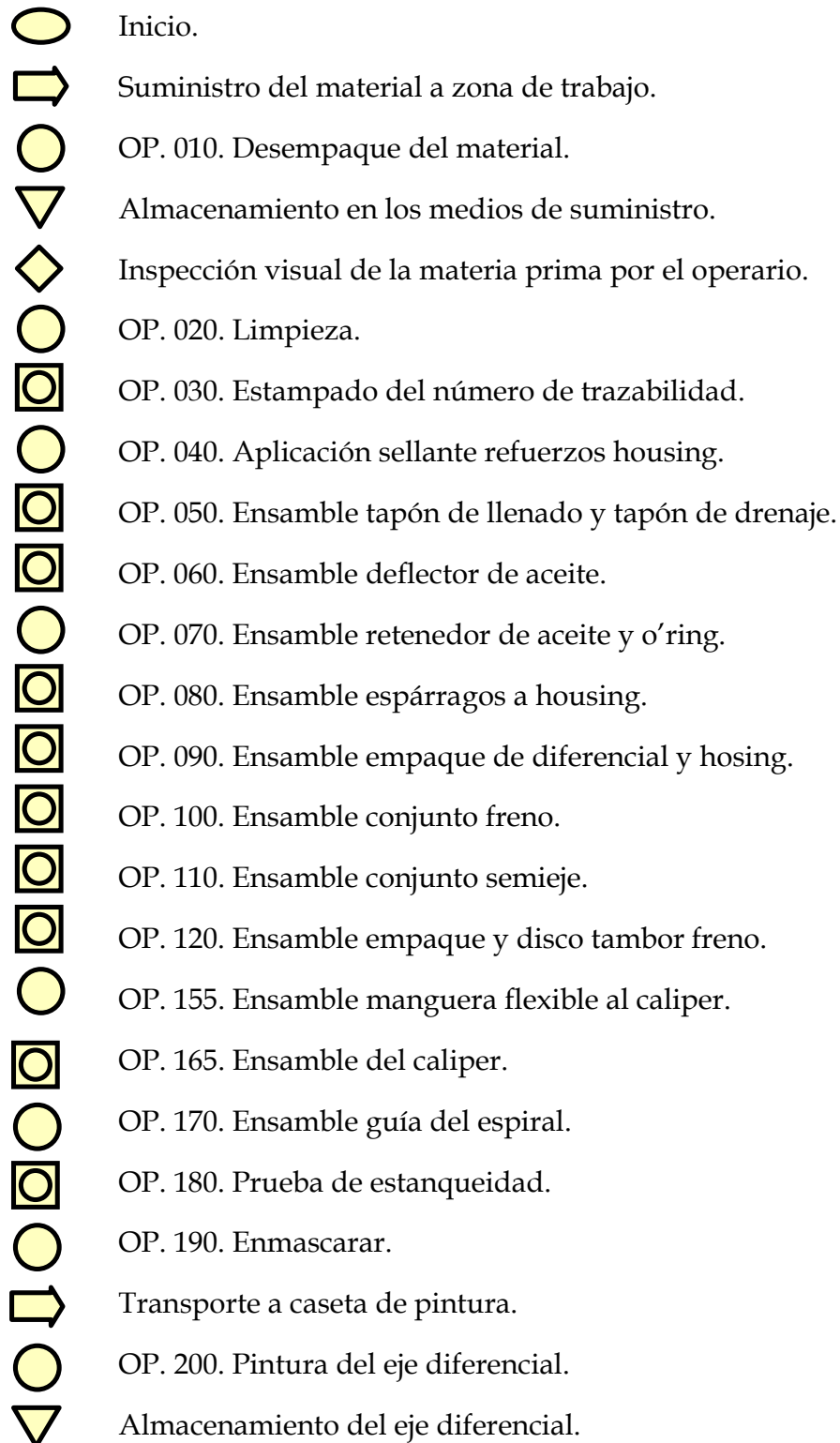








-  Hacia máquina de pruebas
-  OP. 100. Huellas y juego piñón corona.
-  Hacia prensa hidráulica de tubos.
-  OP. 120. Prensado de tubos.
-  Hacia pistola manual neumática.
-  OP. 130. Sellado de la tapa.
-  Hacia soldador lincoln.
-  OP. 140. Soldar tubo a la carcaza.
-  Hacia estampadora.
-  OP. 145. Estampado e identificación del eje.
-  Hacia prensa logan F8.
-  OP. 147. Ensamble de espárragos.
-  Hacia prensa logan F11.
-  OP. 160. Ensamble anillo de retención.
-  Hacia transportador.
-  OP. 170. Ensamble freno.
-  OP. 180. Ensamble semiejes.
-  OP. 200. Sellamiento de la tapa.
-  Hacia air test
-  OP. 210. Prueba de estanqueidad.
-  Hacia caseta de pintura.
-  OP. 220. Pintura y secado.
-  Hacia carros.
-  OP. 230. Colocación sticker.
-  OP.240. Inspección final.
-  Fin

Figura 22. Diagrama de flujo para fabricación ejes diferenciales TOYOTA



	OP. 210. Identificación producto terminado.
	OP. 220. Inspección final.
	Transporte a zona de producto terminado.
	Almacenamiento producto terminado.
	Transporte a zona de despacho.
	Inspección de despacho.
	Transporte a SOFASA
	Fin

Código de operación: 010.

Máquina: Prensa neumática.

Descripción de la operación: Ensamble del portaengranaje.

Código de operación: 020.

Máquina: Prensa logan F3 (Figura 23).

Descripción de la operación: Prensado y atornillado de la corona.

Código de operación: 040.

Máquina: Rotámetro.

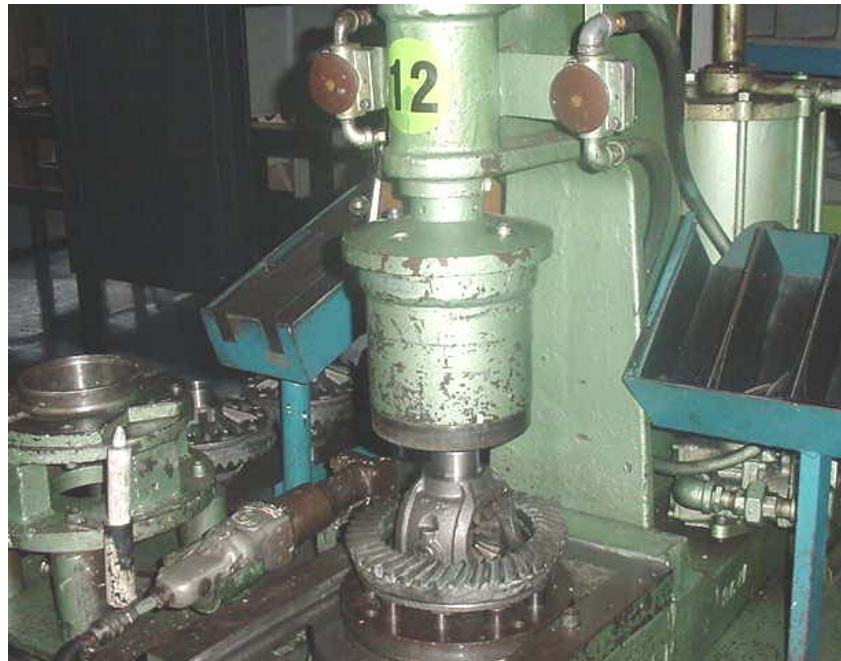
Descripción de la operación: Medición y selección de lanas de acuerdo a la precarga del piñón.

Código de operación: 050.

Máquina: Prensa logan F5.

Descripción de la operación: Prensado del rodamiento interno del piñón previamente lubricado.

Figura 23. Prensa Logan F3



Código de operación: 060.

Máquina: Prensa logan F6.

Descripción de la operación: Ensamble del piñón en la carcasa.

Código de operación: 065.

Máquina: Estación tuerca piñón.

Descripción de la operación: Colocación de tuerca y arandela al piñón, torque y precarga del rodamiento del piñón.

Código de operación: 070.

Máquina: dispositivo gage.

Descripción de la operación: Determinación de lanas para desengrane y precarga del rodamiento.

Código de operación: 080.

Máquina: Prensa Logan F2.

Descripción de la operación: Prensado del rodamiento previamente lubricado al portaengranaje.

Código de operación: 090.

Máquina: Expansor (Figura 24).

Descripción de la operación: Ensamble portaengranaje a la carcasa.

Figura 24. Expansor



Código de operación: 100.

Máquina: Máquina de pruebas.

Descripción de la operación: Toma de huellas juego piñón corona.

Código de operación: 110.

Máquina: Prensa Barmag.

Descripción de la operación: Subensamble del tubo (Toyota).

Código de operación: 120.

Máquina: Prensa hidráulica.

Descripción de la operación: Prensado de tubos.

Código de operación: 130.

Máquina: Pistola neumática.

Descripción de la operación: Sellado de la tapa.

Código de operación: 140.

Máquina: Soldador Lincoln (Figura 25).

Descripción de la operación: Soldado del tubo a la carcaza.

Figura 25. Soldador Lincoln



Código de operación: 147.

Máquina: Prensa logan F8.

Descripción de la operación: Ensamble de espárragos.

Código de operación: 150.

Máquina: Prensa logan F10 (Ver figura 26).

Descripción de la operación: Ensamble del freno, placa de sujeción, retenedor y rodamiento.

Código de operación: 160.

Máquina: Prensa logan F11.

Descripción de la operación: Ensamble anillo de retención, engrase del rodamiento y colocación de la chaveta de seguridad.

Figura 26. Prensa Logan F10



Código de operación: 170.

Máquina: Transportador.

Descripción de la operación: Ensamble de freno (Toyota, Luv, Samurai, Carry van).

Código de operación: 220.

Máquina: Caseta de pintura y secado al horno (Figura 27).

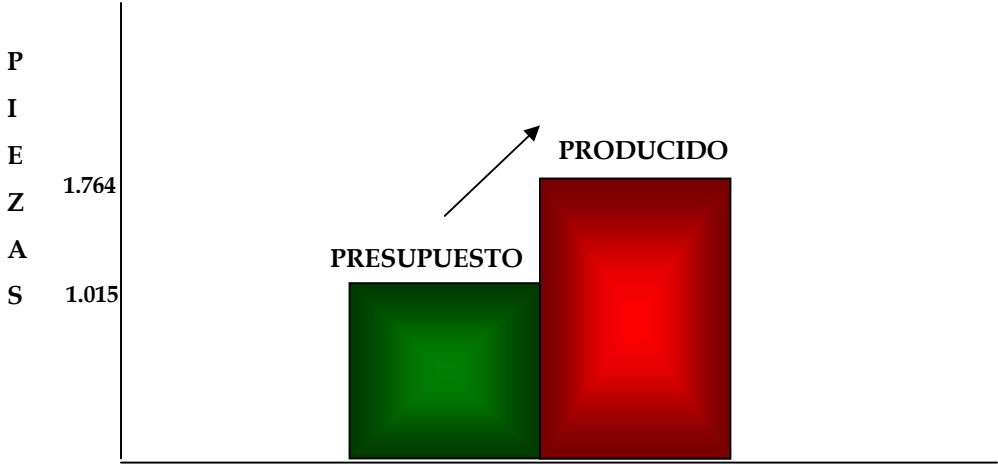
Descripción de la operación: Pintura y secado al horno.

Figura 27. Horno de secado



3.2.5. Producción. La producción de la línea de ejes diferenciales para este año ha sido de 1748 ejes mensuales en promedio, superando en la mayoría de los meses lo planeado en el Hell Week (Figura 28).

Figura 28. Ejes diferenciales producidos en el mes de abril del 2004



4. GERENCIA DE LOS PROCESOS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

4.1 GESTIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Para la organización TRANSEJES, Calidad Total es la satisfacción de todas las necesidades y expectativas del cliente, entendiéndose por éstos, todas aquellas organizaciones y personas con quienes interactúa en su vida cotidiana, dentro y fuera de la organización, o que son afectadas de una u otra forma por el producto de su actuar.

La calidad total esta definida bajo los siguientes pilares:

- Liderazgo Gerencial
- Involucramiento de todo el personal
- Eliminación de todas las formas de desperdicio
- Satisfacción total del cliente
- Mejoramiento Continuo.

Transejes controla y mejora efectivamente la Calidad Total mediante la implementación de sistemas innovadores y aprendizaje que cumplen totalmente los requerimientos de sus clientes.

4.1.1 Procedimientos del sistema de calidad. La empresa dispone de procedimientos documentados, los cuales cumplen con los requerimientos del QS-9000 y las políticas de calidad definidas por la organización. La compañía está permanentemente comprometida en la implementación

efectiva de su Sistema de Calidad y en el cumplimiento de sus procedimientos documentados. El nivel de detalle y complejidad de los procedimientos depende de los procesos, de los métodos de control usados, de la habilidad y del entrenamiento del personal que desarrolla el trabajo, por esta razón la elaboración de un procedimiento y/o instructivo siempre involucra al personal quien ejecuta las actividades.

4.1.2 Planificación de la calidad. Desde el procedimiento de Planeación Avanzada de la Calidad se definen y se documentan los requerimientos de calidad que la compañía debe cumplir con sus clientes y con el Sistema de Calidad implementado en toda la organización, como es el desarrollo de esta actividad a través del Equipo de Planeación Avanzada de la Calidad (EPAC). El cumplimiento a los requerimientos especificados en el producto, en el proceso y en los contratos celebrados con sus clientes se evidencia en los documentos, registros y/o recursos definidos tales como: planes de calidad, identificación y Adquisición de medios de control e inspección y procedimientos de inspección y ensayo, revisión y/o actualización de las técnicas de inspección y ensayo, incluyendo el desarrollo de nueva instrumentación cuando sea necesario, identificación de cualquier requerimiento de medición que implique una capacidad o habilidad mayor a las establecidas e interpretación y clarificación de normas y/o especificaciones.

- **Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.** La organización tiene implementado el proceso de Planeación Avanzada de la Calidad (APQP) para el desarrollo de nuevos productos lo cual se realiza a través de la conformación de equipos multidisciplinarios, como es el EPAC (Equipo de Planeación avanzada de la Calidad) el cual

tiene como responsabilidad concluir cada desarrollo con documentos tales como: AMEF de procesos, definición de características especiales, planes de control, entre otros, lleva a cabo para cada producto su respectivo plan de desarrollo fijado en el tiempo.

- **Análisis del Modo y Efecto de Fallas del Proceso.** En el AMEF de procesos son consideradas como mínimo todas las características especiales del producto, haciendo énfasis en la evaluación y mejora de los procesos que lleve más a la prevención que a la detección de los defectos. Cuando el cliente lo requiera los AMEF se someten a la revisión y aprobación por parte de este a través del PPAP “Proceso de Aprobación de Partes de Producción”.
- **A Prueba de Error.** La organización contempla la utilización de metodologías a pruebas de error durante el desarrollo de nuevos productos y en los procesos actuales de operación, los cuales son canalizados a través del Plan de Sugerencias en el que se tiene una categoría especial de calificación conocida como “Poka – Yoke”
- **Plan de Control.** La organización desarrolla Planes de Control para los ensambles y mecanizado de sus partes los cuales contemplan el propósito general de los requerimientos del apéndice J del QS-9000 Tercera Edición. Los Planes de Control son el resultado final del Ejercicio de Planeación Avanzada de la Calidad durante el desarrollo de los nuevos productos. Los Planes de Control de la organización son por familias y son revisados y actualizados cuando ocurren algunos de los siguientes casos: cambios en el producto, en el proceso, cuando el proceso comienza a ser inestable, cuando el proceso comienza a no ser

capaz y cuando los métodos de inspección y frecuencia son modificados. Los Planes de Control se elaboran en equipos interdisciplinarios con la participación de ingeniería, producción, calidad, procesos, proveedores y clientes cuando así se considere. Los Planes de Control evidencian claramente el tipo de control ejercido en los diferentes procesos de producción de la organización y además señala si el producto está en la etapa de pre-producción o producción continuo.

4.1.3 Proceso de aprobación del producto. La organización a través de las ordenes de compra solicita a los proveedores la documentación correspondiente al PPAP nivel 3 para el desarrollo de nuevos productos o en su defecto especifica claramente los documentos requeridos tales como: planos, reporte dimensional, muestras, entre otros. Las exigencias por parte de los clientes respecto a la solicitud de PPAP a nuestros proveedores son consideradas por la organización.

4.1.4 Mejora continua. La organización a través de los indicadores vitales evalúa el desempeño y el mejoramiento continuo en procesos de calidad, entregas, satisfacción del cliente, compras, rendimiento financiero, participación, entre otros, con el objetivo de que las mejoras beneficie tanto al cliente como a la organización, razón por la cual se llevan además del proceso de mejora continua proyectos de innovación tales como la compra de maquinaria de alta tecnología para operaciones especiales.

La organización ha establecido planes de acción específicos para el mejoramiento Continuo de los procesos que han demostrado estabilidad, capacidad y desempeño aceptable.

4.2. KAIZEN

Kaizen es una mejora a un proceso de trabajo o parte de el, de forma metodológica con herramientas apropiadas para el análisis del problema y su solución; entre sus objetivos se encuentra el crear una nueva manera de pensar y trabajar, eliminar desperdicios en sobreproducción, transporte, procesos, inventarios etc.

La organización DANA Transejes Colombia, ha hecho posible la ejecución del kaizen utilizando cuatro herramientas fundamentales que son: sistema de producción justo a tiempo, mantenimiento productivo total, despliegue de políticas y sistema de sugerencias

4.2.1. El Sistema de Producción Justo a Tiempo (Just in Time - JIT). Tuvo su origen en la empresa automotriz Toyota y por tal razón es conocida mundialmente como Sistema de Producción Toyota. Dicho sistema se orienta a la eliminación de todo tipo de actividades que no agregan valor, y al logro de un sistema de producción ágil y suficientemente flexible que dé cabida a las fluctuaciones en los pedidos de los clientes.

Este sistema está sustentado por herramientas y conceptos tales como tiempo takt, kanban, celdas en formas de U, autonomación y reducción de estructuras.

La metodología del Justo a Tiempo como procedimiento de gestión y manejo productivo ha sido utilizado en la empresa, aplicándola a los procesos que se realizan con el fin de determinar las operaciones que no le añaden valor y las causas para que el trabajo se interrumpa, facilitando la detección de las anomalías, eliminando las tareas ineficaces que impiden un buen desarrollo de la organización.

4.2.2 Mantenimiento productivo total. El mantenimiento productivo total está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El MPT involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones.

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción "justo a tiempo" y la automatización controlada de las operaciones.

El resultado final de la incorporación del TPM es un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

4.2.3 Despliegue de políticas. El despliegue de la política se refiere al proceso de introducir las políticas para Kaizen en toda la compañía, desde el nivel más alto hasta el más bajo. La dirección tiene establecidos objetivos claros y precisos que sirven de guía a cada persona y aseguran de tal forma el liderazgo para todas las actividades kaizen dirigidas hacia el logro de los objetivos. La alta gerencia ideó una estrategia a largo plazo, detallada en

estrategias de mediano plazo y estrategias anuales. A su vez se cuenta con un plan para desplegar la estrategia, pasarla hacia abajo por los niveles subsecuentes de gerencia hasta que llega a la zona de producción. Como la estrategia cae en cascada hacia las categorías inferiores, el plan debe incluir planes de acción y actividades cada vez más específicas.

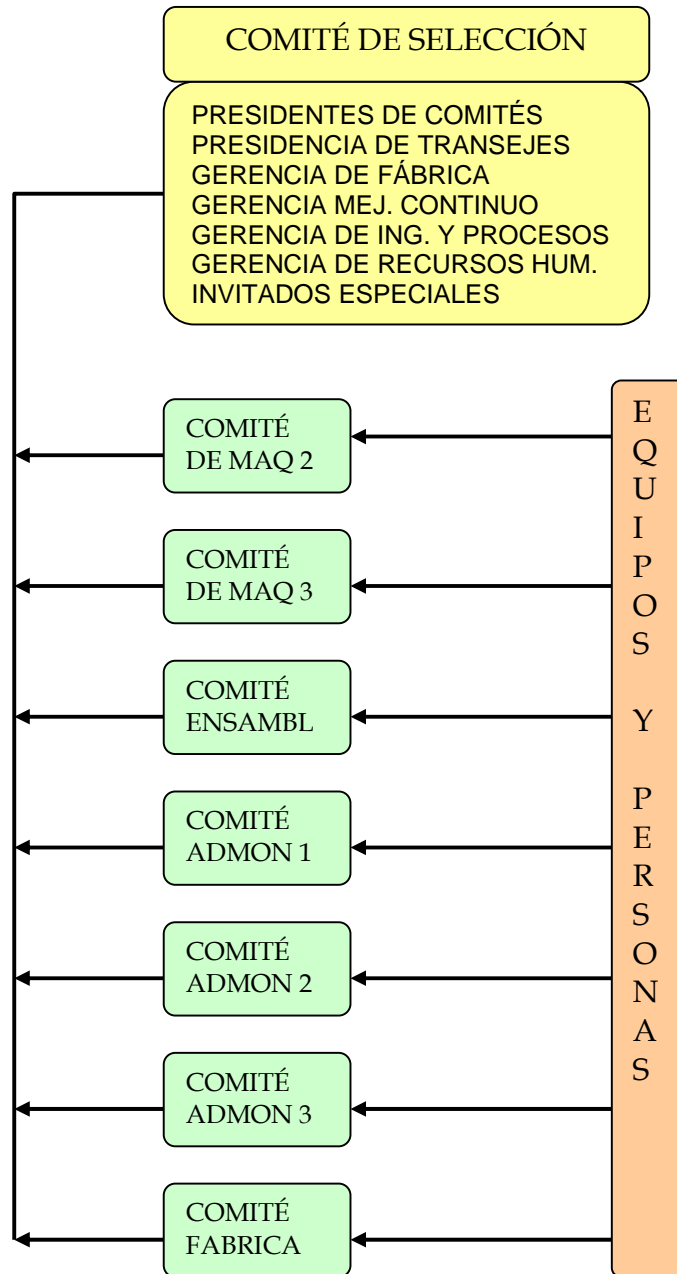
4.2.4 Sistema de sugerencias (Plan excelencia). Es un sistema de sugerencias que aprovecha la labor en equipo o la iniciativa individual, todo el potencial creativo de quienes hacen el trabajo, generando una mayor participación e ingresos adicionales, para todos los colaboradores de la compañía.

En la empresa el plan excelencia se encuentra implantado desde el año de 1989, su objetivo principal es fomentar y desarrollar el trabajo en equipo, motivando al personal mediante un beneficio económico a comunicar críticas constructivas y sugerencias que permiten realizar mejoras a favor de la organización.

Las sugerencias se clasifican según su grado de importancia y aporte para la empresa:

- Sugerencias tipo C. Las constituyen todas aquellas mejoras que ayudan a hacer más eficaz el trabajo y los procesos. Su valor de pago es de 1 unidad que representa \$ 2.000
- Sugerencia tipo B. Son aquellas que representan para la empresa un ahorro o un mejoramiento notable de algún proceso. Valen 3 unidades, equivalentes a \$ 6.000
- Sugerencia tipo A. Son las de mayor importancia, las que representan grandes beneficios tangibles a la organización. Su remuneración de la siguiente forma: 1-2 sugerencias valen 10 unidades equivalentes a \$20.000
3-4 sugerencias valen 11 unidades equivalentes a \$22.000
5- en adelante valen 12 unidades equivalentes a \$ 24.000

Figura 29. Estructura del plan excelencia



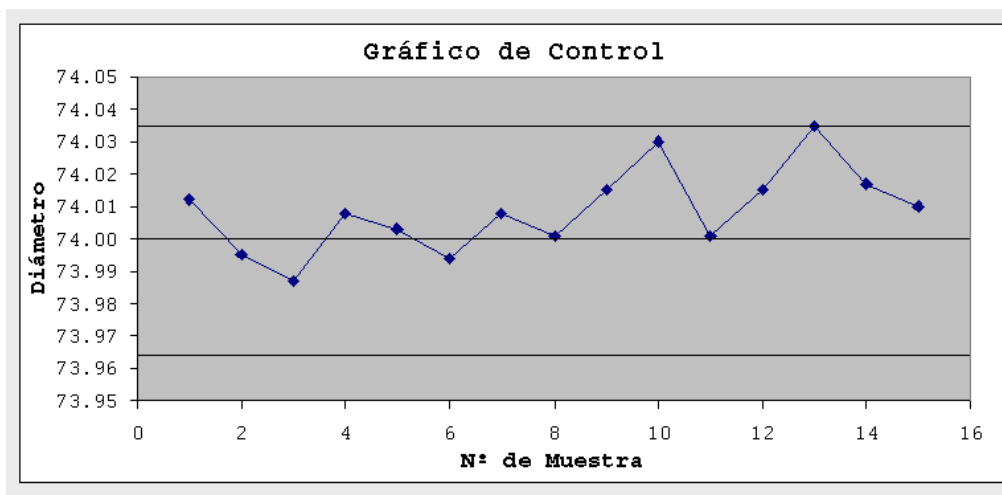
4.3 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS (CEP)

El Control Estadístico de Procesos es la práctica de usar métodos estadísticos como las gráficas de control y los análisis de capacidad para monitorear y controlar un proceso. El CEP permite tomar acciones apropiadas para que el proceso permanezca en control estadístico. Además permite mejorar la habilidad del sistema para generar resultados que cumplan o excedan las expectativas de los clientes. La herramienta utilizada para interpretarlo es el gráfico de control.

Un gráfico de control es una carta o diagrama especialmente preparado donde se van anotando los valores sucesivos de la característica de calidad que se está controlando. Los datos se registran durante el funcionamiento del proceso de fabricación y a medida que se obtienen. El gráfico de control tiene una línea central que representa el promedio histórico de la característica que se está controlando y límites superior e inferior que también se calculan con datos históricos.

Cada cierto número de piezas el operario o persona encargada del proceso realiza mediciones y ubica los puntos en el gráfico, obteniendo así el reflejo de cómo es el comportamiento del proceso (Ver figura 30). Si los valores caen fuera de los límites de control, o se presentan comportamientos no aleatorios en la gráfica, es posible que se presenten causas especiales y el proceso no sea estable. Entonces se deben examinar y emprender acciones correctivas adecuadas.

Figura 30. Gráfico de control



Existen diferentes tipos de Gráficos de Control: Gráficos X-R, Gráficos C, Gráficos np, Gráficos Cusum, y otros. Cuando se mide una característica de calidad que es una variable continua se utilizan en general los Gráficos X-R. Estos en realidad son dos gráficos que se utilizan juntos, el de **X** (promedio del subgrupo) y el de **R** (rango del subgrupo). En este caso se toman muestras de varias piezas, por ejemplo 5 y esto es un subgrupo. En cada subgrupo se calcula el promedio **X** y el rango **R** (Diferencia entre el máximo y el mínimo).

En la planta de DANA Transejes se lleva control estadístico de procesos con gráfico X-R en la línea de ensamble de cardanes para las operaciones de cortado de tubos y ensamble de componentes, por ser dos operaciones que cumplen con las condiciones necesarias para realizar el CEP: que sea un proceso mensurable y que sea repetitivo (Ver anexo C).

5. ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA POTENCIAL

5.1 CONCEPTO

El AMEF es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

5.2 RESEÑA HISTORICA

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejercito de la Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de criticabilidad" y elaborado el 9 de noviembre de 1949; este era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área

automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control.

Posteriormente, en febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE J - 1739. Los estándares son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por la Chrysler, la Ford y la General Motors; este manual proporciona lineamientos generales para la preparación y ejecución del AMEF.

Dana Transejes Colombia como proveedor de partes automotrices se encuentra certificado por la norma QS9000 y por tal motivo cumple con los requerimientos de esta, donde se encuentra incluido el AMEF.

5.3 OBJETIVOS DEL AMEF

- ✓ Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.

- ✓ Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.

- ✓ Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- ✓ Analizar la confiabilidad del sistema.
- ✓ Documentar el proceso.

5.4 REQUERIMIENTOS PARA ELABORARLO

- ✓ Un equipo de personas con el compromiso de mejorar el proceso y la calidad de los productos con el fin de satisfacer las necesidades del cliente.
- ✓ Diagramas esquemáticos y de bloque de cada nivel del sistema, desde subensambles hasta el sistema completo.
- ✓ Especificaciones de los componentes, lista de piezas y datos del diseño.
- ✓ Especificaciones funcionales de módulos, subensambles, etc.
- ✓ Requerimientos de manufactura y detalles de los procesos que se van a utilizar.
- ✓ Formas de AMEF (en papel o electrónicas).

5.5. BENEFICIOS

5.5.1 Beneficios a corto plazo.

- ✓ representa ahorros de los costos de retrabajos.
- ✓ Disminución del tiempo de paro.
- ✓ Disminución de retrabajos y pérdidas de material.

5.5.2 Beneficios a largo plazo.

- ✓ Detecta fallas en donde son necesarias características de auto corrección o de leve protección de ellas.
- ✓ Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos.
- ✓ Detecta fallas primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar ciertas fallas secundarias.
- ✓ Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente.
- ✓ Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo de ocurrencia de una falla.
- ✓ Proporciona un punto de visto fresco en la comprensión de las funciones de un sistema.
- ✓ Controla fallas antes de que estas ocurran.
- ✓ Satisfacción del cliente con los productos y servicios y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

5.6 FORMATO Y ELEMENTOS DEL AMEF

La norma SAE J-1739 publica el formato que debe ser utilizado para la documentación del proceso AMEF, así también como la descripción de cada uno de los parámetros que el formato contempla (Ver Figura 31).

1. Número de AMEF: codificación asignada a cada formato
2. Nombre de parte: se debe registrar la referencia o nombre de la parte, ensamble o proceso que se está analizando.
3. Nombre del responsable: persona encargada de vigilar y controlar el proceso de ejecución.
4. Nombre de quien prepara el AMEF: persona encargada de digitar el formato.
5. Número de parte: Referencia o numero del elemento a analizar.
6. Fecha clave: Fecha anterior a las muestras iniciales.
7. Fechas: Fecha en que se hizo el AMEF por primera vez y la fecha de la ultima actualización.
8. Equipo: Individuos y departamentos responsables que tienen autoridad para identificar y/o desempeñar tareas.
9. Función y requisitos: descripción del proceso u operación que se esta analizando. Adicionalmente es recomendable registrar el número de la operación; también se listan cada una de las características propias de cada operación.

10. Modo de falla: Es la forma en que puede fallar una característica o salirse de especificación. Es un error al llevar a cabo el proceso y que afecta directamente al producto, por lo tanto hace que el proceso falle.
11. Efecto de la falla: Es la consecuencia que trae el que se cometa un error, es decir es el impacto que tiene el modo de falla.
12. Severidad: Es el factor que representa la gravedad de los efectos de la falla después de que ha ocurrido. Se califica de 1 a 10 mediante el uso de la tabla sugerida por la norma SAE J-1739, que se adapta al tipo de proceso que se esté analizando. Para el proceso AMEF de Dana Transejes Colombia ver tabla 3.

Tabla 3. Criterios para evaluación de severidad del AMEF de Dana Transejes Colombia

Efecto	Criterio: Severidad del Efecto. Este rango se produce cuando un modo potencial de falla resulta en un defecto en el cliente final y/o en la planta de fabricación/ensamble. El cliente final siempre debe considerarse primero. Si ambos efectos ocurren, use la más alta de las dos severidades. (Efecto al Cliente)	Criterio: Severidad del Efecto. Este rango se produce cuando un modo potencial de falla resulta en un defecto en el cliente final y/o en la planta de fabricación/ensamble. El cliente final siempre debe considerarse primero. Si ambos efectos ocurren, use la más alta de las dos severidades. (Efecto a Fabricación/Ensamble)	Rango
Peligroso sin advertencia	Rango de severidad muy alto cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del vehículo y/o no cumple las regulaciones o normativas existentes acerca del producto.	O puede poner en peligro al operador (máquina o ensamble) sin advertencia.	10
Peligroso con advertencia	Cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del vehículo y/o no cumple las regulaciones o normativas existentes acerca del producto dando antes una señal de advertencia.	O puede poner en peligro al operador (máquina o ensamble) con advertencia.	9
Muy alto	El vehículo desde el momento del ensamble queda inoperable (pérdida de la función primaria).	O 100% del producto tiene que ser desechado	8

Alto	Vehículo es operable pero a un nivel de desempeño muy reducido. Cliente muy insatisfecho.	O el producto puede ser seleccionado, una porción desechada y la otra para ser utilizada después de realizarle algunos retrabajos	7
Moderado	Vehículo es operable pero va a presentar fallas en cuanto a comodidad. Cliente insatisfecho.	O el producto puede ser seleccionado, una porción desechada y la otra para ser utilizada inmediatamente	6
Bajo	Vehículo es operable pero a un nivel de desempeño y comodidad un poco reducido.	O 100% del producto puede ser retrabajado	5
Muy bajo	Defecto notado por la mayoría de los clientes (más del 75%).	O el producto puede requerir ser seleccionado, sin desechar, y una porción (menos del 100%) retrabajada, fuera de la línea	4
Menor	Defecto notado por el 50% de los clientes.	O una porción (menos del 100%) del producto puede requerir retrabajo, sin desechar, fuera del proceso pero en la línea	3
Muy menor	Defecto notado por clientes detallistas (menos del 25%).	O una porción (menos del 100%) del producto puede requerir retrabajo, sin desechar, en el proceso mismo	2
Ninguno	Efecto no es notable	O el efecto no tiene importancia en las operaciones siguientes	1

13. Clasificación: descripción de las características especiales del proceso como proceso crítico, significativo, etc. (Especificación dada por el cliente).
14. Causa de la falla: forma en que la falla puede ocurrir, descrita en términos de algo que puede corregirse o controlarse.
15. Ocurrencia: Se refiere a la probabilidad de que la falla ocurra calificando del 1 al 10 según la posibilidad que se estime. (Ver tabla 4).
16. Controles preventivos del proceso: estos controles previenen que la causa o el modo de falla ocurran, o reduce su ocurrencia. No generan retrabajos, scrap, paradas no programadas, etc.
17. Controles de detección en el proceso: estos controles detectan la causa del modo de falla y guían hacia una acción correctiva. Generan scrap, retrabajos, paradas no programadas, etc.

Tabla 4. Criterios para evaluación de ocurrencia del AMEF de Dana Transejes Colombia

Probabilidad	Indices de Fallas Probables*	Rango
Muy alta: Fallas Persistentes	≥ 100.000 ppm	10
	50.000 - 99.999 ppm	9
Alta: Fallas Frecuentes	20.000 - 49.999 ppm	8
	10.000 - 19.999 ppm	7
Moderada: Fallas Ocasionales	5.000 - 9.999 ppm	6
	2.000 - 4.999 ppm	5
	1.000 - 1.999 ppm	4
Baja: Relativamente Pocas Fallas	500 - 999 ppm	3
	100 - 499 ppm	2
Remota: Falla Poco Probable	≤ 99 ppm	1

18. Detección: es la probabilidad de detectar la falla antes de que ésta llegue a presentarse en forma definitiva, para determinar esta probabilidad se usa una escala del 1 al 10. (Ver tabla 5).

Tabla 5. Criterios para evaluación de detección del AMEF de Dana Transejes Colombia.

Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Rango Sugerido de Métodos de Detección	Rango
		A	B	C		
Casi Imposible	Certeza absoluta de no detección.				No es revisado.	10
Muy Remota	Probablemente no habrá detección.			X	El control se logra sólo con inspecciones visuales o manuales indirectas o aleatorias.	9
Remota	Poca probabilidad de detección.			X	El control se logra sólo con inspección visual o solo inspección manual 100%	8
Muy Baja	Poca probabilidad de detección.			X	El control se logra sólo con doble inspección visual, manual o juntas 100%.	7
Baja	Puede haber detección.		X	X	El control se logra con métodos de carta, CEP (Control Estadístico de Proceso)	6
Moderada	Puede haber detección.		X		El control se basa en una medición cada cierto número de piezas o cierto tiempo, por medio de gages, flexómetro, calibrador, anglemaster, etc.	5
Moderadamente Alta	Buena probabilidad de detección.	X	X		Detección de errores en operaciones subsiguientes (poka yoke de detección), O medición realizada en Puesta A Punto y revisión a primera pieza.	4

Alta	Buena probabilidad de detección.	X	X	No se puede aceptar una parte discrepante. Se hace medición a la totalidad de las piezas en el proceso mismo y se hace una marcación para verificar que se realizó correctamente la operación	3
Muy Alta	Certeza casi absoluta de detección.	X	X	Detección de errores en el proceso mismo, ya que el equipo nos certifica automáticamente que la pieza no presenta discrepancias.	2
Muy Alta	Certeza absoluta de detección.	X		No se pueden fabricar partes discrepantes porque el ítem es a prueba de error (poka yoke de prevención) por diseño del proceso/producto.	1

Tipos de Inspección:

- A. A prueba de error
- B. Medición
- C. Inspección Visual o Manual

19. Número de prioridad de riesgo: es el resultado de la multiplicación de la severidad, ocurrencia y detección. Este valor se emplea para identificar los riesgos más serios y buscar acciones correctivas.
20. Acciones recomendadas: cuando los modos de falla han sido ordenados por el número de prioridad de riesgo, las acciones correctivas deberán dirigirse primero a los problemas y puntos de mayor grado e ítems críticos. La intención de cualquier acción recomendada es reducir los grados de ocurrencia, severidad y/o detección.
21. Fecha y responsable de la acción: persona encargada de ejecutar la acción recomendada y la fecha máxima para la ejecución de esta.
22. Acciones tomadas: aquí se describen las acciones que se implementaron para reducir el RPN .
23. Resultado de las acciones: se califica nuevamente la severidad, ocurrencia, detección y se calcula el RPN para verificar que disminuyo su valor.

6. HERRAMIENTA SISTEMATICA AMEF

Teniendo en cuenta la necesidad de documentar el proceso AMEF de forma continua, se crea la exigencia de manejarlo mediante un software que facilite la actualización, disminuya el tiempo de elaboración y presente información acerca de los formatos que se documentan.

Actualmente en el mercado se encuentran diferentes programas para este propósito sin embargo tienen un costo relativo y alta complejidad (Ver anexo D), por tal razón elaboré este programa en visual basic para aplicaciones utilizando la plantilla de Excel, que cumple con los requerimientos y necesidades propias de la aplicación a desarrollar.

El programa se elaboró teniendo en cuenta todas líneas de ensamble, ya que dentro de los objetivos que se plantea el área de calidad y procesos a mediano plazo es implantar la metodología realizada en esta tesis, para los demás procesos de la planta como son el ensamble de ejes homocinéticos, las suspensiones y los formatos AMEF de logística al cliente.

6.1 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

El programa está compuesto por 1 libro de Excel como archivo de programación principal: Amef v1.0.xls y 10 libros secundarios: bases de datos.xls, Cardanes.xls, Ejesdif.xls, Ejestoyota.xls, fechas de seguimiento.xls, homocineticos.xls, npr mas altos.xls, otros.xls, plantilla formato.xls y

suspensiones.xls. Todos los anteriores están ligados al primero mediante la programación realizada.

La programación en el libro principal se encuentra dividida en tres partes: Microsoft Excel objetos, formularios y módulos. (Ver Código del programa en el CD AMEF V1.0).

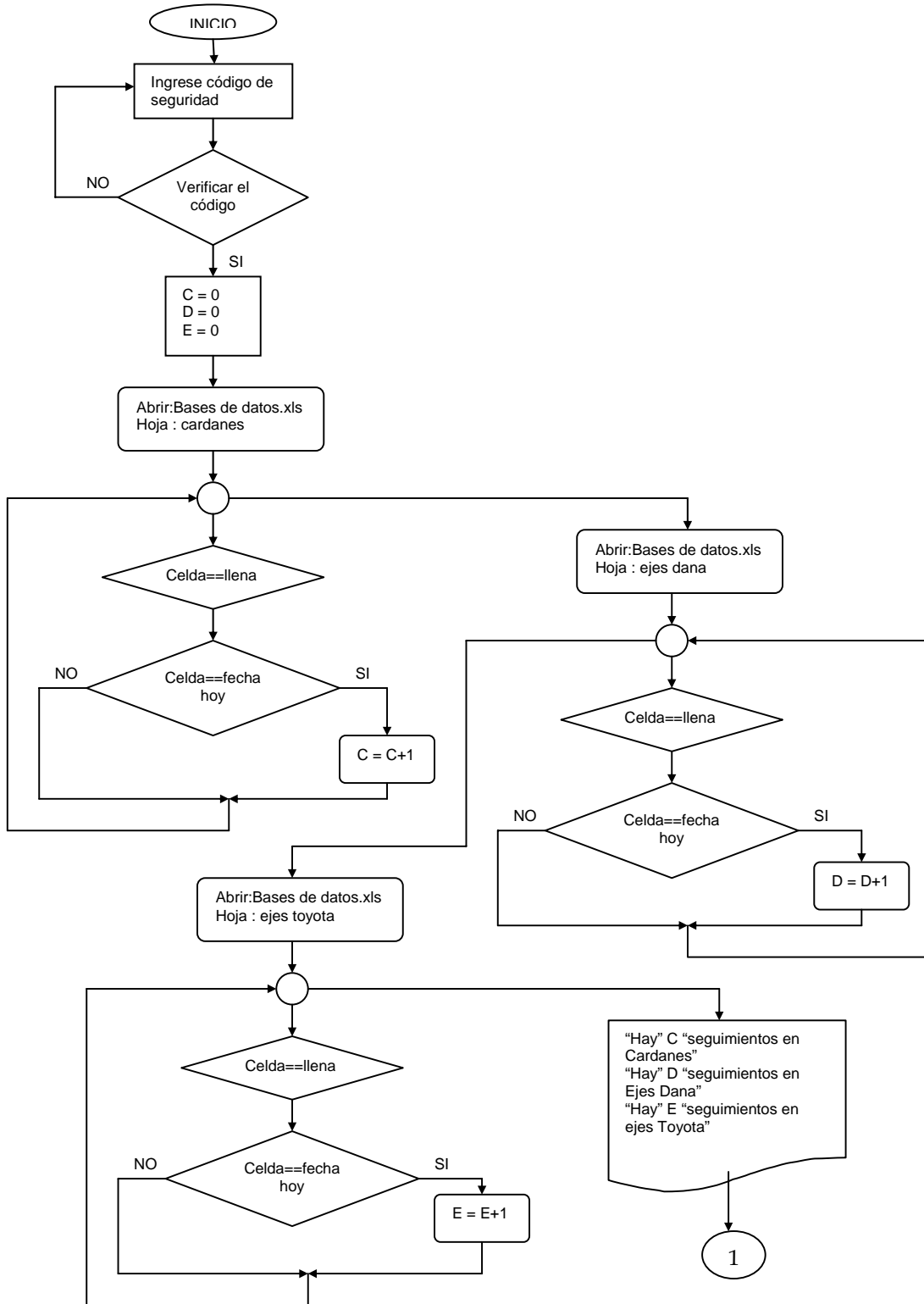
Dentro de Microsoft Excel objetos esta elaborado el archivo ThisWorkbook que contiene el código de programación que desarrolla diferentes acciones al iniciar y al finalizar el programa como son: activar y desactivar barras de herramientas, hojas y modificar títulos de excel.

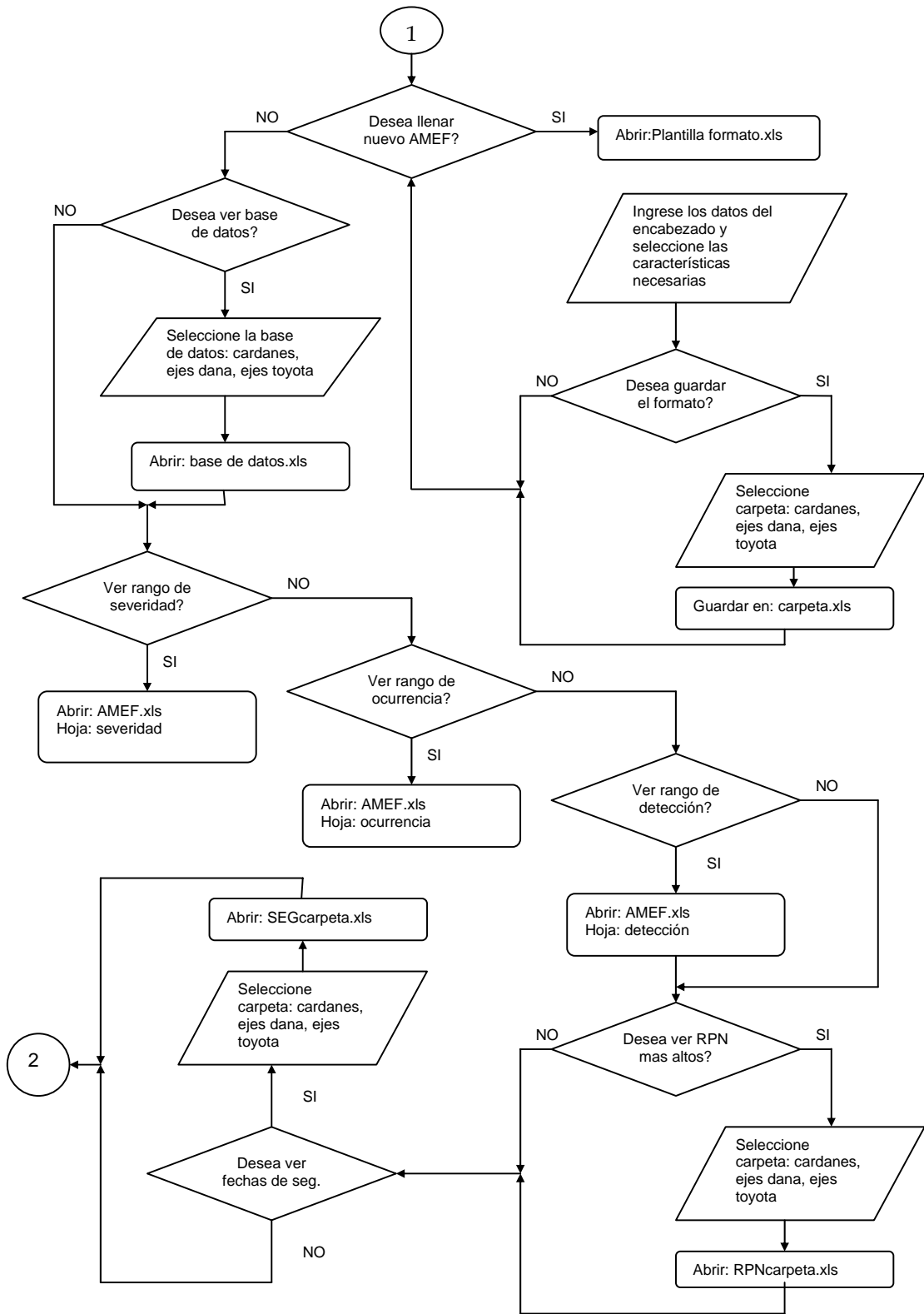
En la carpeta formularios se encuentran dibujados y programadas las acciones de los diferentes cuadros que muestra el programa para completar información, confirmar datos o seleccionar funciones.

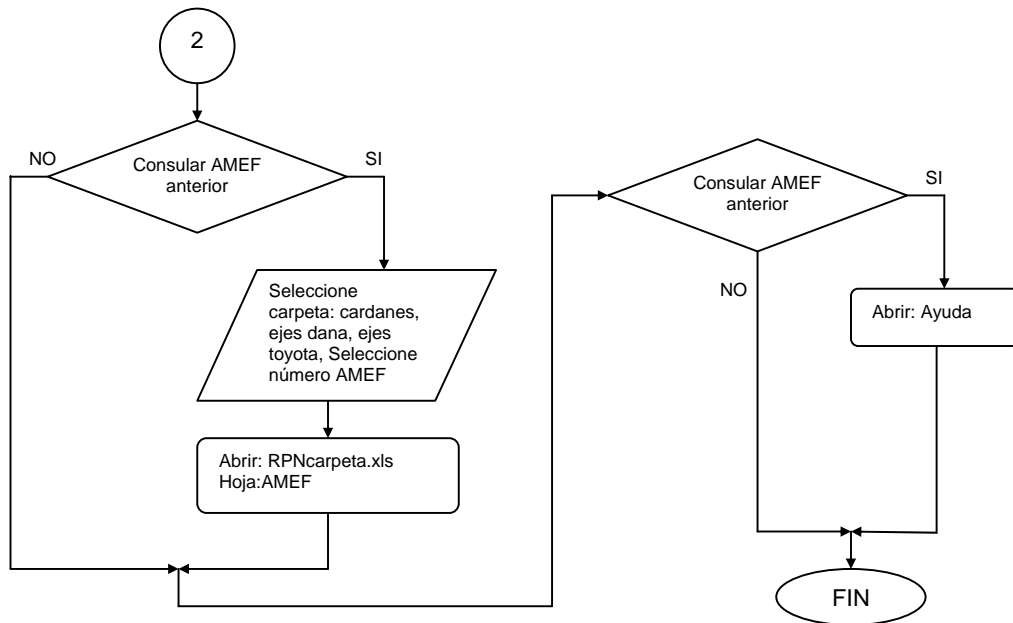
En la carpeta módulos se encuentra la programación de los botones de las barras de herramientas y de los que se encuentran en algunas de las hojas, además de la programación para la descarga de los formularios de visual basic.

El diagrama de flujo general del programa es el siguiente: (Ver figura 32)

Figura 32. Diagrama de flujo general







6.2 DESCRIPCION

6.2.1 Instalación del programa. El software se encuentra en el CD AMEF V1.0, carpeta Amef; esta debe copiarse en el disco duro C del computador y el icono de acceso directo en el escritorio e inmediatamente el programa estará listo para ser utilizado.

6.2.2 Entrada al programa. El ingreso se realiza mediante el icono de acceso directo del escritorio (Ver Figura 33) y el password de inicio que es "Password".

Figura 33. Acceso al programa



A continuación en la pantalla mostrada (Figura 34), pulsar en el icono “Click here to continue” para digitar el password de ingreso y cargar la entrada al programa (Figura 35).

Figura 34. Password de ingreso

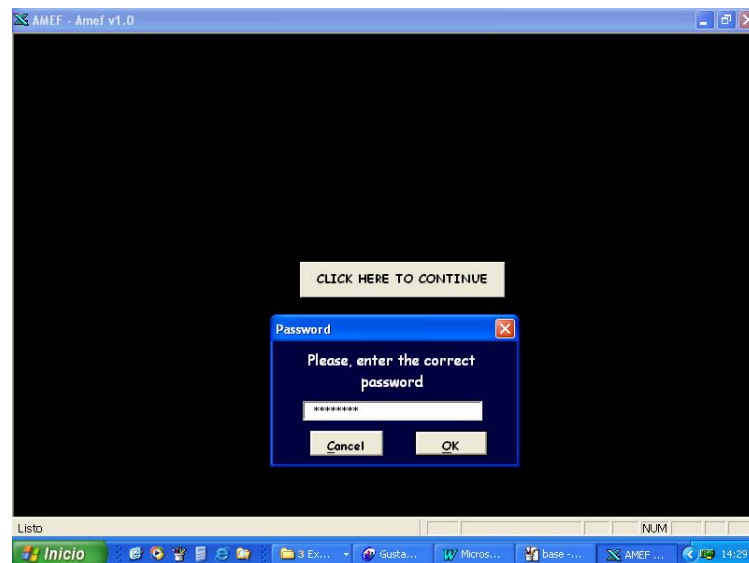
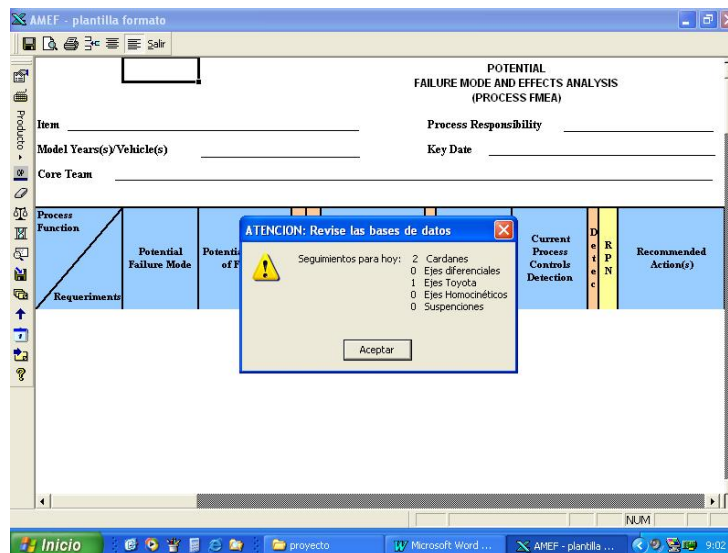


Figura 35. Pantalla de entrada al programa



Para iniciar el programa, presionar entrar (Figura 36); un cuadro informativo enumera los seguimientos que se deben realizar en el día de hoy.

Figura 36. Inicio del programa



Después de pulsar aceptar, la pantalla queda lista para iniciar a llenar un formato.

6.2.3 Barras de herramientas. El programa cuenta con dos barras de herramientas para tener acceso a las diferentes funciones de este, además de la barra de menú estándar de Microsoft Excel. La barra lateral permite realizar las funciones propias del programa como son llenado de los formatos, archivo de los mismos, acceso a la base de datos etc. (Figura 37). Y la barra superior que ofrece las opciones de imprimir, insertar filas, alinear, etc. (Figura 38).

Figura 37. Barra de herramientas lateral.

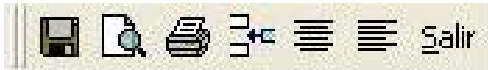
- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| a. Visualizar el formato. | h. Ver la tabla de detección. |
| b. Llenar el encabezado. | i. Guardar el formato llenado. |
| c. Seleccionar el producto. | j. Accesar a las bases de datos. |
| d. Trazar una línea. | k. Ver los NPR. |
| e. Borrar una línea. | l. Ver fechas de seguimiento. |
| f. Ver la tabla de severidad. | m. Ver los formatos guardados. |
| g. Ver la tabla de ocurrencia. | n. Ayuda. |



- a. b. c. d. e. f. g. h. i. j. k. l. m. n.

Figura 38. Barra de herramientas superior.

- a. Guardar los cambios realizados.
- b. Vista preliminar.
- c. Insertar fila.
- d. Centrar.
- e. Alinear a la izquierda.
- f. Salir



- a. b. c. d. e. f. g.

6.2.4 Base de datos. Con el fin de elaborar de forma sencilla, rápida y tener una actualización constante de los formatos, el programa cuenta con una tabla para cada una de las líneas de ensamble donde se encuentran listadas todas las operaciones posibles a realizar en el proceso, las respectivas características a controlar y el procedimiento de análisis de falla de cada una de estas. (Figura 39) El acceso a la base de datos se hace haciendo click en el icono “base de datos” del menú de herramientas.

Figura 39. Pantalla base de datos de Cardanes

Función del Proceso	Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	Severidad	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	Oscilación	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	Detección	Acción(es) Recomendada(s)
INSPECCION DE RECEPCION Y CONTEO DEL MATERIAL		*Material mal transportado *Material con discrepancias evidentes de forma y tamaño.	*Rechazo de material en línea. *Variación del proceso.	6	*Fallas en el sistema de embalaje y despacho del proveedor.	2	*Inspección de recibos.		3	36
OP 006. CORTE TUBO Y BISELADO Bisel externo		*Bisel mayor o menor.	*Ensamble demasiado holgado o ajustado.	3	*Error en puesta a punto de la máquina. *Inserto defectuoso.	2	*Plan de control de producción. *Registro PAP.		2	12

6.2.5 Tablas de calificación. Los rangos de calificación de severidad, ocurrencia y detección pueden ser consultados en el momento en que se necesiten pulsando en el respectivo icono. (Figura 40).

Figura 40. Pantalla de la tabla de calificación de severidad.

Efecto	Criterio: Severidad del Efecto. Este rango se produce cuando un modo potencial de falla resulta en un defecto en el cliente final y/o en la planta de fabricación/ensamble. El cliente final siempre debe considerarse primero. Si ambos efectos ocurren, usa la más alta de las dos severidades. (Efecto al Cliente)	Criterio: Severidad del Efecto. Este rango se produce cuando un modo potencial de falla resulta en un defecto en el cliente final y/o en la planta de fabricación/ensamble. El cliente final siempre debe considerarse primero. Si ambos efectos ocurren, usa la más alta de las dos severidades. (Efecto a Fabricación/Ensamble)	Rango
Peligroso sin advertencia	Rango de severidad muy alto cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del vehículo y/o no cumple las regulaciones o normativas existentes acerca del producto.	O puede poner en peligro al operador (máquina o ensamble) sin advertencia.	10
Peligroso con advertencia	Cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del vehículo y/o no cumple las regulaciones o normativas existentes acerca del producto dando antes una señal de advertencia.	O puede poner en peligro al operador (máquina o ensamble) con advertencia.	9
Muy alto	El vehículo desde el momento del ensamble queda inoperable (pérdida de la función primaria).	O 100% del producto tiene que ser desechado.	8
Listo	Vehículo es operable pero a un nivel de	O el producto puede ser seleccionado, una vez distribuido a los otros mercados.	NUM

6.2.6 Llenado de formatos. Para diligenciar el formato se inicia por completar el encabezado con el respectivo formulario (Figura 41).

Figura 41. Formulario para completar el encabezado del formato.

A continuación se debe llenar el cuerpo del formato, haciendo click en el icono “producto” donde muestra el menú de partes y se selecciona la que se este analizando (Figuras 42 y 43).

Figura 42. Menú para selección de la parte analizada.



Figura 43. Formulario para llenar el cuerpo del formato.

A screenshot of a software application window titled 'AMEF - plantilla formato'. The main window is titled 'CARDANES' and has a tab for 'SOFASA' and another for 'OTROS'. The form contains several fields and sections: 'CLIENTE', 'PROCESO/REQUERIMIENTOS' (with a dropdown menu), 'MODO DE FALLA', 'EFECTO DE LA FALLA', 'SEVERIDAD', 'CAUSA DE LA FALLA', 'OCURRENCIA', 'CONTROLES PREVENCIÓN', 'CONTROLES DETECCIÓN', 'DETECCIÓN', 'ACCIONES', 'RESPONSABLE', 'ACCIONES TOMADAS', and 'SEV - OCURR - DETECC'. There are also checkboxes for 'CLASE'. At the bottom, there is a 'Herramientas' section with icons for 'Adquirir datos', 'Escribir formato', and 'Salir'. The window also shows a sidebar with 'Item', 'Model Years(s)/Vehicle(s)', 'Core Team', 'Process Function', and 'Requirements'. The background shows a grid and some text like 'ANALYSIS' and 'Recommended Action(s)'. The Windows taskbar is visible at the bottom.

Se selecciona uno por uno los procesos o requerimientos necesarios para el formato a llenar, para cada uno pulse “Adquirir datos” y “Escribir formato”,

cuando se finaliza presione “Salir”; si requiere borrar o dibujar líneas de borde de las casillas, se debe utilizar en la barra de herramientas los iconos correspondientes para esta aplicación.

6.2.7 Archivo de formatos. Los formularios serán guardados según el código previamente asignado por la empresa para cada uno; el archivo del formato se realiza haciendo click en el icono “Guardar este formato”, el programa mostrará las diferentes carpetas en que puede ser archivado (Figura 44), se selecciona la adecuada y en el recuadro saliente se digita el nombre dado (Figura 45). Pulsando Aceptar el formato es archivado y la pantalla regresa a la plantilla del formulario para llenar uno nuevo.

Figura 44. Formulario para archivo de formatos



Figura 45. Formulario para nombre del formato



6.2.8 Consulta de los números de prioridad de riesgo. Con el fin de visualizar de una forma mas clara los NPR, el programa presenta la opción de ordenarlos del mas bajo al mas alto; seleccionando el icono “RPN mas altos” y a continuación la línea de ensamble a consultar (Figura 46). Después de entrar a la tabla de rangos, se tiene la opción de visualizar gráficamente las fallas más críticas, la tabla de acciones planteadas y la gráfica del avance en cada una de estas.

Figura 46. Formulario para consulta de los números de prioridad de riesgo



6.2.9. Consulta e informe de las fechas de seguimiento. Al iniciar, el programa muestra un informe de los seguimientos a realizar en el día actual; adicional tiene la opción de visualizar las fechas organizadas de la más antigua a la mas nueva, llevando de esta manera un control sobre las acciones próximas a vencerse. Para el ingreso a la tabla fechas, se pulsa sobre el icono “Fechas de seguimiento” y a continuación se selecciona la línea a consultar. (Figura 47).

Figura 47. Formulario para consulta de fechas de seguimiento



6.2.10 Consulta de formatos ya guardados. Presionando en el icono “Ver formatos guardados” se tiene acceso a la base de datos de los formatos ya estandarizados para cada uno de los productos de las líneas de ensamble (Figuras 48 y 49).

Figura 48. Formulario para consulta de formatos ya guardados.

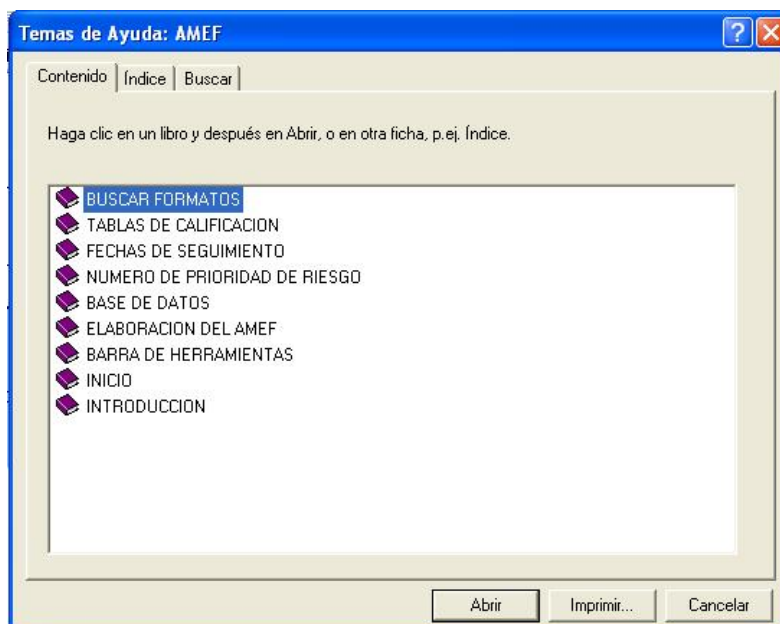


Figura 49. Formulario para búsqueda del formato



6.2.11 Ayuda. Para resolver cualquier duda que se tenga sobre el manejo de esta herramienta sistemática, se encuentra el icono “Ayuda” que contiene estructurado todo el manejo del programa (Figura 50).

Figura 50. Archivo de Ayuda



6.3 VENTAJAS DEL PROGRAMA

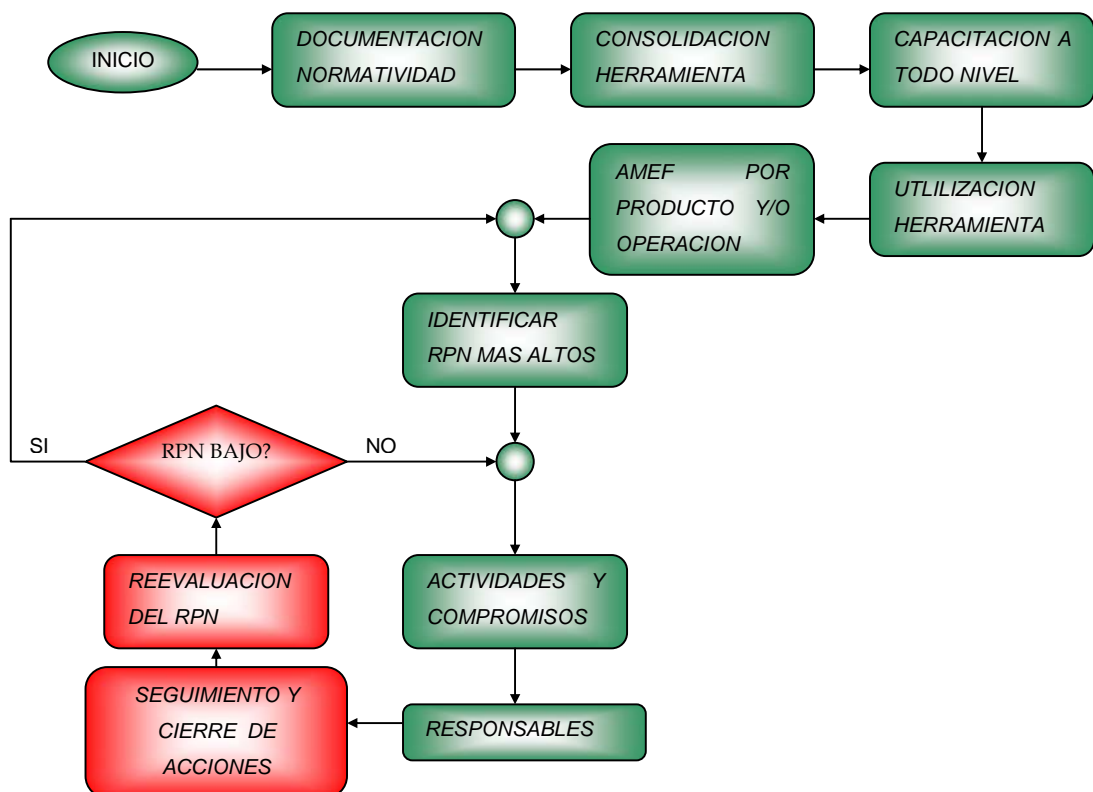
- ✓ Estandarización del proceso AMEF para todos los productos de cada una de las líneas, gracias al uso de bases de datos para la elaboración de los formatos.
- ✓ Elaboración sencilla, rápida y práctica de los formatos
- ✓ Archivo de los formatos según número
- ✓ Actualización automática de todos los formatos ya creados con solo actualizar la base de datos
- ✓ Vista de las tablas de calificación de severidad, ocurrencia y detección
- ✓ Búsqueda sencilla de los formatos ya guardados
- ✓ Consulta rápida de los números de prioridad de riesgo ordenados de menor a mayor
- ✓ Consulta de las fechas de seguimiento
- ✓ Ayuda para manejar el programa
- ✓ Seguridad del programa, evitando que personas ajenas puedan hacer cambios que lo afecten
- ✓ Posibilidad de ampliar el programa para el llenado de los demás formatos que componen el ppap

7. PROCESO DE REELABORACION DEL AMEF

7.1 EL PROCESO AMEF

Para el desarrollo de la reelaboración del análisis de modos y efectos de falla de las líneas de ensamble de cardanes y ejes diferenciales se llevaron a cabo las ocho primeras etapas estructuradas según el mapa de proceso de elaboración de AMEF y se dejó estructurado el procedimiento para desarrollar las tres siguientes y la continuidad del proceso AMEF (Figura 51).

Figura 51. Mapa de proceso para desarrollo del AMEF



7.2 AMEF DE LA LINEA DE CARDANES

El análisis de modos y efectos de falla en el ensamble de cardanes se elaboró para todas las operaciones que se trabajan en la línea con sus respectivas características, especificaciones y la recalificación de los parámetros correspondientes. Se contó con la participación de integrantes de las áreas de mantenimiento, calidad, procesos, planta, materiales y fábrica (Ver figura 52). La información recopilada fue revisada y aprobada por la gerencia de procesos y aseguramiento de la calidad y a continuación se consignó en la base de datos del software, punto de partida para la elaboración de los formatos. (Ver tabla 6).

Figura 52. Grupo de trabajo elaboración del AMEF



Tabla 6. Base de datos AMEF de Cardanes

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencia(es) de Falla	S e v e r	C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t e	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción			
													Acciones Tomadas	S e v e r	O c u r r	D e t e c t e
SUMINISTRO DE MATERIAL A LA LINEA Suministro del material al estante kanban	* Material mal identificado	* Ensamble equivocado	7		* Distracción del operario al preparar el material * Mala identificación de almacén o proveedor	2	* No hay	* Inspección visual	8	112	1. Fijar tarjetas al contenedor kanban 2. Reevaluación de la ubicación de las canastas 3. Seguimiento al kanban. Encargar a una persona por turno	1. Pablo Gamboa 17/02/2005 2. César B, Pablo G. 31/03/2005				
	* Golpes en el material	* Problemas de calidad	7		* Contenedores demasiado llenos * Mal acomodamiento del material en el contenedor	1	* No hay	* Inspección visual	8	56	1. Apilar el material en forma adecuada	1. César B, Arsenio Rueda 17/02/2005				
	* Contaminación del material	* Problemas de calidad	7		* Demasiado material de lento movimiento * Condiciones de la planta	1	* No hay	* Inspección visual	8	56	1. Aplicar evaluación condición producto almacenado	1. César B, Edinson mensualmente				
	* Falta de material	* Parada de línea	7		* Falta de material en el almacén general * Daño de piezas en el ensamble * Falta de atención del	2	* No hay	* Inspección visual * Tarjeta de identificación del material	8	112	1. Seguimiento al kanban. Encargar a una persona por turno	1. Orlando P, Arsenio Rueda 17/02/2005				
Suministro de material que no está en kanban	* Falta de material	* Parada de línea	7		* Falta de material en el almacén general * Daño de piezas en el ensamble * Error de preparación d	4	* No hay	* Visual	8	224	1. Conocer críticos de material 2. Coordinar con Sistecal inspección de recto y calidad a proveedores 3. Coordin	1. Pablo Gamboa Secuencia diaria 2. Javier Pabón, Pablo Gamboa 20/03/2005				
Suministro de tubo	* Deficiencia en almacenamiento e identificación del tubo	* Scrap * Abolladuras del tubo	6		* Falta de espacio para almacenamiento * Exceso de compra de material	3	* No hay	* Visual	8	144	1. Diseñar nuevo sistema para almacenamiento del tubo 2. Diseñar sistema para clasificación de retal 3. Suministrar cantidades	1. Jose Villamizar, Arsenio Rueda, Pablo Gamboa 30/05/2005 2. Arsenio R, Pablo G, Orlando P 30/05/2005 3. Arsenio R, Jorge Borrero 15/04/2005				
OP 010. CORTE TUBO Y BISELADO Bisel externo	* Falta del bisel	Disminuye penetración de la soldadura	9		* No hay el portaherramienta adecuado, el existente pone en peligro al operario	9	* No hay		10	810	1. Revisar plano y realizar pruebas para reevaluar la necesidad del bisel, si se hace necesario diseñar portaherramientas para elaborarlo, de lo contrario eliminar la característica en el plan de control	1. Gustavo Mina, Mauricio Bautista, Orlando Pedraza 30/05/2005				
Longitud	* Longitud mayor o menor.	* El cardán no ensambla en el vehiculo.	8	C	* Mala puesta a punto de la máquina. * Topes desajustados * Gage descalibrado * Falta de claridad e	3	* No hay	* Gage de longitud * Carta de P.A.P * Detección en operación 030	4	96	1. Patrón de medición para el gage de longitud 2. Ayuda visual con los N/P de los cardanes dobles y los sencillos correspondientes	1. Holguer Rangel 20/02/2005 2. Gustavo Mina, Juliana Plata 28/02/2005				
Número de parte del tubo	* Número de parte equivocado.	* Retrabajo * Scrap * Ensamble holgado o ajustado	8		* Mala identificación del material	2	* No hay	* Detección en op 030	4	64	1. Diseñar nuevo sistema para almacenamiento del tubo	1. Jose Villamizar, Arsenio Rueda, Pablo Gamboa 30/05/2005				

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r e	C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción			
													Acciones Tomadas	S e v e r e	O c u r r	D e t e c
OP 020. ENSAMBLE DE COMPONENTES Componentes adecuados	* Componentes equivocados.	* No ensamblan componentes. * Ensamble holgado o ajustado	6		* Falta de identificación material en proceso * No uso del plan de control	8	* No hay	* Visual	8	384	1. Fijar tarjetas al contenedor kanban 2. Reevaluación de la ubicación de las canastas 3. Unificar identificación de componentes	1. Pablo Gamboa 17/02/2005 2. César B, Pablo G. 31/03/2005				
Ensamble graser a la cruceta	* Torque graser mayor	* Rotura de la graser * Cuadrante de la graser deformado	5		* Falta de puesto de trabajo adecuado para colocación de graseras * Proceso no documentado	8	* No hay		10	400	1. Adecuar sitio de trabajo 2. Documentar el proceso 3. Estudio de presión torque	1. Mauricio Bautista, Orlando Pedraza, Hugo Garnica 21/02/2005 2. Gustavo Mina 15/02/2005				
	* Torque graser menor	* Desensamble de graser * Fuga de grasa	5		* Falta de puesto de trabajo adecuado para colocación de graseras * Proceso no documentado	8	* No hay		10	400	1. Adecuar sitio de trabajo 2. Documentar el proceso 3. Estudio de presión torque	1. Mauricio Bautista, Orlando Pedraza, Hugo Garnica 21/02/2005 2. Gustavo Mina 15/02/2005				
Ensamble cruceta a yugo fijo	* Posición incorrecta de la graser	* Retrabajo * Scrap * Rechazo cliente interno y externo	5		* Descuido del operario * Falta método de detección	8	* No hay	* visual	8	320						
Ensamble de dados	* Dado sin graser	* Fuga de grasa * Falta de grasa	5		* Descuido del operario * Rotura de graser	1	* No hay	* Visual	8	40						
	* Dado sin guardapolvo o guardapolvo abollado	* Fuga de grasa * Contaminación	5		* Descuido del operario * Rotura del guardapolvo	1	* No hay	* Visual	8	40						
Ensamble chaveta	* Mal ensamble chaveta	* Desensamble del cardán en el vehiculo	10	Cl	* Descuido del operario * Falta característica en el plan de control * Material fuera de especificación	3	* No hay	* Pinta blanca en operación de balanceo * visual	7	210	1. Incluir en plan de control item de verificación correcto ensamble chaveta 2. Colocar acrílico de Cl en lugar visible	1. Gustavo Mina, Jaime Domínguez 07/02/2005 2. Ramiro Pedraza, Gustavo Mina 25/02/2005				
Flex Torque Junta	* Flex torque mayor	* Desgaste prematuro de componentes * Dificultad en el ensamble * Dados con partículas extrañas, agujas volteadas o doble	7		* No aplicar golpe antes de medir flex torque * Martillo no adecuado * Componentes fuera de especi	6	* No hay		10	420	1. Implementar instrumento de medición flex torque 2. Documentar aplicación del golpe antes de verificar flex torque	1. Gustavo Mina, Mauricio Bautista, Juliana Plata 28/02/2005 2. Gustavo Mina, Ramiro Pedraza 25/02/2005				
Ensamble Guardapolvo	* Guardapolvo suelto	* Ruido en el vehiculo * Contaminación del rodamiento	6		* Yugo menor al especificado * Guardapolvo mayor * Mala P.A.P	1	* No hay	* Punto de soldadura en soldador manual	4	24						
	* Guardapolvo ajustado	* Realizar operación fuera del puesto de trabajo	6		* guardapolvo fuera de especificación	7	* No hay	* visual	9	378	1. Revisar dimensiones de guardapolvo o espiga	1. Javier Pabón 15/04/2005				

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r e r	C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t e	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción			
													Acciones Tomadas	S e v e r e r	D e t e c t e	R P N 2
Punto de soldadura	* Guardapolvo abollado	* Scrap * Rechazo cliente interno/externo	8		* Mala manipulación * Golpe al ensamblarlo * Falla del proveedor	3	* No hay	* Inspección visual	8	192	1. Revisar plan de control de inspección final si especifica revisar abolladura del guardapolvo					
	* Falta punto de soldadura	* Soltura guardapolvo * Rechazo cliente interno/externo * Retrabajo	6		* Descuido del operario * Área de soldadura distante del puesto de trabajo	3	* No hay	* Visual	8	144	1. Eliminar característica del plan de control prensa bargam y crear operación independiente	1. Gustavo Mina 11/02/2005				
	* Rotura del guardapolvo	* Scrap	8		* Variación de voltaje * Descuido del operario * Uso del equipo de soldadura para aplicaciones diferentes a esta	6	* No hay	* Visual	8	384	1. Capacitación al personal 2. Readecuar sitio de trabajo solo para el proceso 3. Instructivo visual con los parámetros de trabajo del soldador	1. Gustavo Mina 04/04/2005 2. Orlando Pedraza, Jose Luis Vanegas 23/02/2005				
	* Soltura punto soldadura o poro	* Retrabajo	5		* Variación de voltaje * Descuido del operario * Uso del equipo de soldadura para aplicaciones diferentes a esta	6	* No hay	* Detección en op de balanceo	4	120	1. Readecuar sitio de trabajo solo para el proceso					
OP 027. MARCACION Y SEGUIMIENTO AL LOTE Y COLOCACION DEL INSONORIZADOR Estampado número del lote	* Marcación con número de seguimiento al lote incorrecto.	* Incongruencias respecto a la marcación del producto terminado.	1		* No se hizo uso de la información proporcionada en el seguimiento de lote. * Equivocación en la disposición de los números de marcación	2	* No hay	* Plan de control de producción * Registro de P.A.P * Inspección visual 100%.	4	8						
Legibilidad numero del lote	* Legibilidad del número del lote.	* El código marcado no es legible.	2		* Mala ubicación de los estampadores.	3	* No hay	* Plan de control de producción * Registro de P.A.P * Inspección visual 100%.	4	24						
Distancia estampado	* Distancia mayor o menor.	* Se borra el código en la operación de soldadura.	2		* Error en puesta a punto de la máquina.	1	* No hay	* Plan de control de producción * Registro de P.A.P * Calibrador.	4	8						
Colocación insonorizador	* Falta el insonorizador.	* Ruido del cardán	7		* Descuido del operario.	2	* No hay	* Plan de control de producción * Lista de partes. * Inspección visual 100%	7	98						
	* Insonorizador incorrecto.	* El insonorizador no entra en el tubo o queda suelto.	5		* Descuido del operario. * Error en el suministro de material.	2	* No hay	* Plan de control de producción * Lista de partes.	8	80						

Función del Proceso / Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	Severidad	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	Ocurrir	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción			
												Acciones Tomadas	Severidad	Ocurrir	RPN
OP 030. ENSAMBLE DE COMPONENTES AL TUBO Longitud de ensamble	* Longitud mayor o menor.	* El cardán no ensambla en el vehículo.	8	* Longitud del tubo mayor o menor. * Componentes fuera de especificaciones. * Error en el suministro del material.	2	* No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo * Registro P.A.P. * Flexómetro.	4	64						
	* Angulo de desfase mayor o menor.	* Disminución de la capacidad de transmisión de potencia	8	* Error en la puesta a punto de la máquina. * Equipo de medición descalibrado. * Herramientas y/o dispositivos deteriorados.	2	* No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo * Registro P.A.P. * Anglemaster.	4	64						
	* Desfase entre componentes mayor.	* Disminución capacidad de transmisión de potencia.	8	* Error en puesta a punto de la máquina. * Equipo de medición descalibrado. * Herramientas y/o dispositivos deterio	2	* No hay	* Plan de control de producción. * Carta X-R * Registro P.A.P. * Anglemaster.	4	64						
	* Alineación oreja y número de lote estampado/cuero	* Alineamiento incorrecto.	* Genera retrabajo.	2	* Descuido del operario.	2	* No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Inspección visual 100%.	4	16					
OP 040. PRE- ENDEREZADO DEL CARDAN Run-out izquierdo, derecho y zona rectificada punta estriada o espiga intermedia	* Run-out mayor.	* dificultad en la operación de enderezado final y balanceo.	4	* Tubo fuera de especificaciones. * Mal ensamble de los componentes del tubo.	4	* No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Lista de chequeo. * Comparador de carátula.	4	64						
OP 050. SOLDAR COMPONENTES EN CADA EXTREMO Ancho del cordón de soldadura	* Ancho del cordón menor.	* Disminución de la resistencia en la unión del tubo con el componente.	5	* Amperaje menor. * Avance de los husillos menor.	3	* No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Lista de chequeo. * Calibrador.	4	60						
	* Altura del cordón de soldadura mayor.	* Demasiada penetración del cordón de soldadura.	5	* Amperaje mayor. * Avance de los husillos menor.	3	* No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo. * Registro de P.A.P. * Calibrador.	4	60						

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r e s	C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t o r	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción			
													Acciones Tomadas	S e v e r e r	O c u r r e n c i a	R P N 2
Longitud de la solapadura	* Altura del cordón de soldadura menor.	* Poca penetración del cordón de soldadura.	5	CI	* Amperaje menor. * Avance de los husillos mayor.	3	* No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo. * Registro de P.A.P. * Calibrador.	4	60						
	* Longitud solapadura mayor.	* Mala presentación del cordón de soldadura.	2	CI	* Avance de los husillos mayor.	3	* No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo. * Registro P.A.P. * Calibrador.	4	24						
	* Longitud solapadura menor.	* Disminución de la resistencia en la unión del tubo con el componente.	5	CI	* Avance de los husillos menor.	3	* No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo. * Registro P.A.P. * Calibrador.	4	60						
Penetración de la soldadura	* Penetración de la soldadura mayor.	* Fusión del tubo y el componente ensamblado. * Genera grietas.	8	CI	* Amperaje mayor. * Voltaje mayor	2	* No hay	* Plan de control de producción * Corte de verificación según especificación 608J.	4	64						
	* Penetración de la soldadura menor.	* Rotura de componentes. * Fisura del cordón de soldadura en la operación de enderezado	8	CI	* Amperaje menor. * Voltaje menor.	2	* No hay	* Plan de control de producción * Corte de verificación según especificación 608J.	4	64						
Poros en el cordón de soldadura	* Presencia de poros en el cordón de soldadura.	* Disminución de la resistencia en la unión del tubo con el componente. * Mala presentación visual del cordón de soldadura.	8		* Error en puesta a punto de la máquina. * Descalibración del flujómetro de gas.	2	* No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Limpieza y mantenimiento permanente de la boquilla. * Control del flujo mediante flujómetro.	3	48						
Puntos de soldadura guardapolvo lado punta estriada o espiga	* Puntos de soldadura fuera de especificación	* Retrabajo * El guardapolvo se puede soltar durante la operación de la pieza	2		* Descuido del operario	2	* No hay	* Inspección visual 100%.	8	32						

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	Severidad	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	Ocurrir	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción			
												Acciones Tomadas	Severidad	Ocurrir	RPN
OP 060. ENDEREZADO FINAL DEL CARDAN Run-out izquierdo, derecho y zona rectificada punta estriada o espiga intermedia	* Run-out mayor.	* Dificultad en la operación de balanceo.	6	* Tubo fuera de especificaciones. * Preenderezado del cardán fuera de especificaciones.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Lista de chequeo. * Hoja de registro. * Comparador de carátula.	4	48						
OP 070. ENSAMBLE RODAMIENTO CENTRAL Y YUGO DE ACOPLER Ensamble de guardapolvo, rodamiento central y yugo de acople en espiga intermedia	* Ensamble demasiado ajustado. * Ensamble demasiado holgado.	* Rotura de componentes. * Desajuste funcional del guardapolvo.	5	* Material fuera de especificaciones.	4	No hay	* Plan de control de producción. * Inspección visual 100%. Carta P.A.P	4	80						
Estado del guardapolvo	* Abolladura del guardapolvo	* Retrabajo en operación. * Rechazo de material. * Ensamble defectuoso de otros componentes.	6	* Utilización herramental inadecuado. * Descuido del operario. * Presión de ensamble muy alta.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Inspección visual 100%. Carta P.A.P	4	48						
Desfase yugo de acople	* Desfase entre componentes mayor	* Disminución capacidad de transmisión de potencia.	8	* Error en la puesta a punto de la máquina. * Equipo de medición descalibrado. * Herramientas y/o dispositivos deteriorados.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Anglemaster.	4	64						
Torque tuerca espiga intermedia	* Torque tuerca espiga fuera de especificación.	* Ruido y dificultad en la operación de balanceo.	8	* Herramienta descalibrada. * Descuido del operario.	3	No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo. * Registro P.A.P.	4	96						
Adición pinta blanca a tuerca espiga	* Tuerca espiga sin pinta blanca.	* Incertidumbre sobre la aplicación del torque.	3	* Descuido del operario. * No aplicación del torque.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Inspección visual 100%.	8	48						
Torque tronillos yugo de acople	* Torque fuera de especificaciones.	* Desensamble de componentes del cardán.	6	* Herramienta descalibrada. * Descuido del operario.	3	No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo. * Registro P.A.P. * Medición con llave de torque.	4	72						

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	Severidad	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	Ocurrir	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción				
												Acciones Tomadas	Severidad	Ocurrir	RPN	
OP 080. ENSAMBLE DE COMPONENTES Componentes sean adecuados	* Componentes equivocados.	* No ensamblan los componentes.	3	* Error en el suministro de material.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Lista de partes. * Registro P.A.P.	4	24							
Ajuste de los componentes en op 80	* Ensamble demasiado holgado.	* Dificultad de giro del cardán. * Desensamble de componentes. * Rotura de componentes.	7	* Material fuera de especificaciones.	2	No hay	* Prueba manual del operario 100%.	7	98							
	* Ensamble demasiado ajustado.	* Rotura de componentes.	8	* Material fuera de especificaciones.	3	No hay	* Prueba manual del operario 100%.	7	168							
Ensamble de chaveta	* Mal ensamble de la chaveta.	* Dificultad y riesgo en enderezado y balanceo del cardán. * Desensamble del kit.	8	* Componentes fuera de especificación. * Herramientas deterioradas.	2	No hay	* Inspección visual y manual 100%.	7	112							
Angulo de desfase entre componentes	* Angulo de desfase entre componentes mayor.	* Disminución de la capacidad de transmisión de potencia.	8	* Error del operario. * Componentes fuera de especificaciones.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Inspección visual. * Anglemaster.	4	64							
Ubicación de graseras	* Mal ubicación de graseras.	* Dificultad en operación de engrase.	5	* Descuido del operario.	2	No hay	* Inspección visual 100%.	8	80							
OP 090. BALANCEO DINAMICO DEL CARDAN Maximo desbalance Izquierdo, derecho, centro	* Balanceo fuera de especificaciones.	* Ruidos y vibraciones del cardán.	9	* Máquina descalibrada y/o mal programada * Dispositivos deteriorados. * Pesas mal soldadas.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Lista de chequeo. * Registro P.A.P. * Certificado de balanceo. * C.B.I. Indicador visual.	2	36							
Diámetro del tubo	* Diámetro del tubo fuera de especificaciones.	* La máquina arroja resultados de balanceo equivocados.	7	* Cardán mal ensamblado. * Error en la toma de medición del diámetro.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P.	4	56							
Ubicación de y cantidad de pesas	* Distancia de la pesa a cordón de soldadura menor.	* Mala presentación del producto.	5	* Descuido del operario.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Lista de chequeo. * Calibrador	4	40							
Prueba de adherencia pesa soldada	* Prueba de adherencia de pesas fuera de especificaciones.	* Se caen las pesas durante la operación del producto.	7	* Equipo de soldadura defectuoso. * Pesa fuera de especificaciones.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Prueba según instructivo V4-129-0701.	4	56							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r e	C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t e	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Límite de Implantación	Resultados de la Acción				
													Acciones Tomadas	S e v e r e	O c u r r	D e t e c t e	R P N 2
Prueba de retención pesa soldada	* Prueba de retención fuera de especificaciones.	* Se caen las pesas durante la operación del producto.	7		* Equipo de soldadura defectuoso. * Pesa fuera de especificaciones.	2	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Prueba según instructivo V4-129-0701.	4	56							
OP 100. LAVADO, PINTURA Y ENGRASE DEL CARDAN Espesor de la capa	* Espesor de capa menor.	* Disminución en la durabilidad del recubrimiento. * Oxidación y deterioro de componentes recubiertos. * Retrabajos en operación.	6		* Preparación incorrecta de la pintura. * Pintura fuera de especificaciones.	4	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Postlector.	4	96							
Adherencia de pintura	* Adherencia de pintura fuera de especificaciones.	* Disminución en la durabilidad del recubrimiento. * Oxidación y deterioro de componentes recubiertos. * Retrabajos en operación.	6	C	* Preparación incorrecta de la pintura. * Pintura fuera de especificaciones.	4	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Hoja de registro de adherencia de pintura.	4	96							
Partes terminadas	* Partes terminadas con pintura.	* Retrabajos en operación.	3		* Recubrimiento de partes mecanizadas incorrecto. * Descuido del operario.	3	No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Inspección visual 100%.	4	36							
EMPAQUE DEL CARDAN. Empaque del cardán	* Rack de empaque inadecuado.	* Daños durante la manipulación y transporte del producto. * Rayaduras en la superficie del cardán	7		* Utilización de racks inadecuados de empaque. * Manipulación incorrecta del producto.	4	No hay	* Instructivo visual V4-085-0398. * Inspección visual 100%.	7	196	* Mejorar diseño de racks	* Pablo Gamboa 03/04/2005					
Suministro de grasa	* Suministro de grasa inadecuado.	* Recalentamiento de las crucetas durante su operación.	7		* Presión de la máquina inadecuada.	3	No hay	* Instructivo visual V4-085-0398. * Pinta blanca después de aplicar grasa.	4	84							
Protección de partes terminadas	* Partes terminadas sin protección.	* Oxido en componentes.	3		* Descuido del operario. * Mala aplicación del protector.	3	No hay	* Instructivo visual V4-085-0398. * Inspección visual 100%.	7	63							
Sticker de identificación del cardán	* Sticker de identificación mal ubicado.	* Ninguno	2		* Descuido del operario.	2	No hay	* Instructivo visual V4-085-0398. * Inspección visual 100%.	7	28							
Zunchado de lote de cardanes	* Zunchado de cardanes incorrecto.	* Daños durante el transporte del producto. * Rayaduras en la superficie del cardán.	7		* Descuido del operario.	2	No hay	* Instructivo visual V4-085-0398. * Inspección visual 100%.	7	98							

7.3 AMEF DE LA LINEA DE EJES DIFERENCIALES

La línea de ensamble de ejes diferenciales consta de dos sublíneas: ensamble de ejes diferenciales tipo DANA o banjo y ensamble de ejes diferenciales Toyota, por lo tanto se realizó el análisis de falla para las operaciones iguales de las dos sublíneas y a continuación el estudio de las operaciones independientes de cada una con sus respectivas características y la recalificación de los parámetros que componen el AMEF (Figura 53) ; la información recopilada fue revisada y aprobada por la gerencia de procesos y aseguramiento de la calidad y posteriormente registrada en la base de datos del software de donde se parte para la elaboración de los formatos. (Ver tabla 7 y 8).

Figura 53. Elaboración del AMEF de ejes diferenciales



Tabla 7. Base de datos AMEF de Ejes diferenciales DANA

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r	C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción				
													Acciones Tomadas	S e v e r	O c u r r	R P N	
INSPECCION DE RECIBO DE MATERIA PRIMA	* Mal de dimensiones	* Dimensiones fuera de especificación	1		Falla del proveedor	2	* No hay	* Inspección de recibo	8	16							
OP 010. ENSAMBLE PORTAENGRANAJ Holgura entre planetarios	* Holgura menor entre planetarios	* No permite ensamble en el casco	2		* Componentes fuera de especificación	1	* No hay	* Inspección visual 100%	8	16							
	* Holgura mayor entre planetarios	* Presenta ruido en el vehículo	4		* Componentes fuera de especificación	2	* No hay	* Calibración de holguras * Carta de puesta a punto	4	32							
OP 020. PRENSADO Y ATORNILLADO DE LA CORONA Ensamble de la corona portaengranaje	* Diámetro de la corona menor y diámetro del portaengranaje mayor	* No ensambla el casco	4		* Componentes de ensamble fuera de especificación	4	* No hay	* Inspección 100%	8	128							
	* Diámetro de la corona mayor y diámetro del portaengranaje menor	* Variación de la huella en la máquina de pruebas	2		* Componentes de ensamble fuera de especificación	4	* No hay	* Inspección 100%	8	64							
Torque del atornillado	* Torque mayor a los tornillos	* No ensambla el casco	4	Cl	* Componentes fuera de especificación	1	* No hay	* Calibración aprieta tuercas eléctrico recto * Control torque con poka yoke	2	8							
	* Torque menor o sin torque a los tornillos	* Variación de la huella en la máquina de pruebas	2	Cl	* Componentes fuera de especificación	1	* No hay	* Calibración aprieta tuercas eléctrico recto * Control torque con poka yoke	2	4							
OP 030. SELECCIÓN DE LAINAS Y COLOCACION DE LAINAS Y PISTAS EN LA CARCAZA Posición del piñon	* Mayor altura del piñon	* Presenta ruido en el vehículo * Huella defectuosa	4		* Demasiado número de laines	2	* No hay	* Dispositivo por variable 100%	5	40							
	* Menor altura del piñon	* Presenta ruido en el vehículo * Huella defectuosa	4		* Poco número de laines	2	* No hay	* Dispositivo por variable 100%	5	40							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción				
											Acciones Tomadas	S e v e r	O c u r r	D e t e c R P N	
OP 040. MEDICION Y SELECCIÓN DE LAINAS DE ACUERDO A LA PRECARGA DEL PIÑON Control de espesor de laines	* Precarga mayor o menor de laines	* Desgaste prematuro del rodamiento interior	5	* Mala calibración del equipo * Error de medición * Selección incorrecta de laines	7	* No hay	* Carta P.A.P * Inspección visual 100%	4 140	* Adquisición de columnas digitales para mayor precisión en la determinación de espaciadores	* Jorge Castañeda 30/06/2005	* Presupuestado en HW 2005				
OP 050. PRENSADO RODAMIENTO INTERIOR AL PIÑON PREVIAMENTE LUBRICADO Asentamiento del rodamiento interior del piñon	* Altura mayor rodamiento interior	* Desgaste prematuro del rodamiento interior * Presenta ruido y huella defectuosa	4	* Error de medición en la operación 30 * Materia prima defectuosa	1	* No hay	* Carta puesta a punto * Inspección visual 100%	4 16							
	* Rodamiento sin lubricación	* Desgaste prematuro del rodamiento interior * Presenta ruido y huella defectuosa	4	* Descuido del operario	1	* No hay	* Inspección visual 100%	8 32							
OP 060. ENSAMBLE DEL PIÑON EN LA CARCAZA, PRENSADO DEL RODAMIENTO Ensamble del retenedor	* Retenedor mal ensamblado	* Fuga del lubricante * Desgaste prematuro del rodamiento y piñon corona * Presenta ruido	3	* Falla proveedor * Mala programación	2	* No hay	* Carta puesta a punto * Inspección visual 100% * Poka Yoke que controla el diámetro mayor del estriado del piñon (PY009)	2 12							
OP 065. COLOCACION DE TUERCA Y ARANDELA AL PIÑON, TORQUE Y PRECARGA DEL RODAMIENTO PIÑON Torque piñon	* Torque mayor o menor del piñon	* Rotura tuerca * Desgaste piñon	8	* Error de calibración de la llave para aplicar el torque	5	* No hay	* Carta puesta a punto * Lista de chequeo	4 160	* Comprar máquina para aplicar torque electrónico con control por pantalla	30/07/04 Carlos Amoroch	* Adquisición de la máquina	8	1	1	8
Precarga del piñon	* Precarga mayor o menor del piñon	* Desgaste prematuro del rodamiento interior * Presenta ruido	4	* Error de medición	5	* No hay	* Carta de puesta a punto * Lista de chequeo	4 80							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t e c i o n	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción				
												Acciones Tomadas	S e v e r i d a d	O c u r r e n c i a	R P N	
OP 070. DETERMINACION DE LAINAS PARA DESENGRANAJE Y PRECARGA DE RODAMIENTOS Desengrane del casco	* Desengranaje mayor o menor del casco	* el vehículo presenta ruido	4	* Mala programación * Error del operario	1	* No hay	* Patrón de calibración	4	16							
	* Precarga mayor o menor del casco * Precarga menor	* el vehículo presenta ruido	4	* Mala programación	1	* No hay	* Patrón de calibración	4	16							
OP 080. PRENSADO DE LOS RODAMIENTOS AL DIFERENCIAL PREVIAMENTE LUBRICADO Asentamiento de los rodamientos exteriores al portaengranaje	* Altura mayor o menor del asentamiento de los rodamientos ext al portaengranaje	* Desgaste prematuro del rodamiento * Presenta ruido y huella defectuosa	4	* Error de medición en la operación 070	1	* No hay	* Inspección visual 100%	8	32							
OP 090. ESTIRAMIENTO Y ENSAMBLE PORTAENGRANAJE A LA CARCAZA Estiramiento de la carcaza	* Abertura máxima a la carcaza	* Rotura de la carcaza	2	* Mala programación	2	* No hay	* Carta de puesta a punto * Lista de chequeo	4	16							
	* Abertura menor a la carcaza	* Dificultad de ensamble	2	* Mala programación	2	* No hay	* Carta de puesta a punto * Lista de chequeo	4	16							
Precarga del portaengranaje	* Precarga mayor o menor del portaengranaje	* Desgaste prematuro de los rodamientos del portaengranaje * Presenta ruido en el conjunto pihon - corona	2	* Error de medición	2	* No hay	* Carta de puesta a punto * Inspección 100% * Hoja de registro	4	16							
Torque tornillo abrazadera	* Torque mayor o menor del tornillo abrazadera	* Presenta ruido * Desgaste prematuro de los rodamientos del portaengranaje	3	* Aprieta tuercas eléctrico recto mal calibrado	1	* No hay	* Carta de puesta a punto * Inspección 100% * Hoja de registro * Control torque con poka yoke	2	6							
OP 100. HUELLA Y JUEGO PINON - CORONA Desengrane conjunto pihon corona	* Desengrane mayor o menor pihon-corona	* Presenta ruido el eje	4	* Error de medición en la precarga del portaengranaje	2	* No hay	* Carta de puesta a punto * Inspección 100% * Hoja de registro * Carta P	4	32							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t a R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción				
											Acciones Tomadas	S e v e r O c u r r	D e t e c t a R P N	D e t e c t a R P N	
Patrón de contacto entre piñon corona	* Huella defectuosa piñon-corona	* Presenta ruido en el carro * Desgaste prematuro conjunto piñon corona	4	* Error de medición	2	* No hay	* Carta de puesta a punto * Inspección 100% * Hoja de registro * Carta P	4	32						
SUB ENSAMBLE BOCIN OP. 108. ENSAMBLE RETENEDOR Y PISTA DEL RODAMIENTO AL CUBO Ensamble del retenedor	* Retenedor mal ensamblado	* Fuga aceite	3	* Fala proveedor	2	* No hay	* Carta puesta a punto * Inspección visual 100%	4	24						
ENSAMBLE EJE DIFERENCIAL OP 020. LIMPIEZA HOUSING Libre de virutas, grasa, aceite y sucio	* Presencia de virutas, grasa, aceite y sucio	* Mala adherencia de pintura * Ruido interno y desgaste prematuro de piezas	6	* Limpieza inadecuada o insuficiente	2	* No hay	* Carta P.A.P. * Inspección visual 100%	4	48						
OP 030. ESTAMPADO DEL NUMERO DE TRAZABILIDAD SOBRE HOUSING * Número de seguimiento al lote	* Número de seguimiento al lote incorrecto y/o no legible	* No se tendría trazabilidad de producto	2	* Equivocación del operario * Daño en dispositivo estampador	3	* No hay	* Carta P.A.P. * Inspección visual 100%	4	24						
OP. 050. ENSAMBLE TAPON DE LLENADO Y TAPON DE DRENAJE Torque tapon de drenaje	* Torque mayor tapon de drenaje	* Daño del tapon o del la rosca housing	7	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3	* No hay	* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquimetro de carátula * Inspección final	4	84						
	* Torque menor tapon de drenaje	* Fuga de aceite, desgaste y recalentamiento carrier	7	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3	* No hay	* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquimetro de carátula * Inspección final	4	84						
OP 070. ENSAMBLE RETENEDOR DE ACEITE Y O'RING Ensamble del retenedor	* Retenedor mal ensamblado	* Fuga aceite	3	* Fala proveedor	2	* No hay	* Carta puesta a punto * Inspección visual 100%	4	24						

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t e R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción		
											Acciones Tomadas	S e v e r O c u r r	D e t e c t e R P N
OP 080. ENSAMBLE DE ESPARRAGOS A HOUSING Torque del espárrago	* Torque mayor * Torque menor	* Daño en el espárrago y/o housing * Fuga de aceite, desgaste y recalentamiento del carrier * Ruido en la transmisión	7	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3	No hay	* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula	4	84				
OP 090. ENSAMBLE EMPAQUE DIFERENCIAL Y CARRIER Torque tuerca fijación carrier	* Torque mayor tuerca fijación carrier	* Rotura de espárragos y deterioro del housing	4	CI * Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3	No hay	* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula * Inspección final	4	48				
	* Torque menor tuerca fijación carrier	* Fuga de aceite * Ruido en la transmisión	7	CI * Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3	No hay	* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula * Inspección final	4	84				
OP 095. ENSAMBLE DE ESPARRAGOS Y GUARDAPOLVO Asentamiento de espárrago	* Asentamiento del espárrago incorrecto	* No se puede ensamblar el freno	4	* Mal ensamble de los componentes	2	No hay	* Carta de puesta a punto * Calibrador de espesores	4	32				
OP 100. ENSAMBLE CONJUNTO FRENO CAJA, RODAMIENTO, ARANDELA, Y ANILLO DE SEG SEMIEJE * Temperatura de ensamble del retenedor	* Temperatura mayor del retenedor	* Afecta propiedades mecánicas del retenedor generando ruptura del mismo al ensamblarlo	7	* Mal funcionamiento del horno o mala calibración del mismo	3	No hay	* Carta P.A.P. * Indicador digital de temperatura	3	63				
	* Temperatura menor del retenedor	* Rotura del retenedor o desprendimiento de material	4	* Mal funcionamiento del horno o mala calibración del mismo	3	No hay	* Carta P.A.P. * Indicador digital de temperatura	3	36				
Fuerza de trabajo de la prensa para ensamblar el retenedor	* Fuerza mayor para ensamble del retenedor	* Rotura del retenedor o del rodamiento del semieje y afecta las propiedades mecánicas de los mismos	7	* Mal funcionamiento de la prensa * Mala calibración de la prensa	3	No hay	* Carta P.A.P.	4	84				
	* Fuerza menor para ensamble del retenedor	* Ensamble incompleto del retenedor	4	* Mal funcionamiento de la prensa * Mala calibración de la prensa	3	No hay	* Carta P.A.P.	4	48				

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	C a u s a (s) M e c a n i s m o (s) P o t e n c i a l (e)s d e F a l l a	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t e c i o n	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción						
												Acciones Tomadas	S e v e r e d a d	O c u r r e n c i a	D e t e c t e c i o n	R P N		
OP 110. ENSAMBLE CONJUNTO SEMIEJE Torque de ensamble	* Torque mayor de ensamble conjunto semieje	* Fallas mecánicas originando desensamble conjunto semieje	7	C	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3	* No hay		4	84								
	* Torque menor de ensamble conjunto semieje	* Desbalanceo de las ruedas y desensamble del conjunto semieje	7	C	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3	* No hay		4	84								
OP 120. PRENSADO DE TUBOS Longitud de los tubos	* Longitud mayor en el tubo	* Ensamble semieje defectuoso * No engrana semieje planetario	2		* Error de programación * Materia prima defectuosa	2	* No hay		1	4	* Carta puesta a punto * Hoja de registro * Poka yoke que controla la correcta posición de la carcaza en la bancada de la prensa (PY006)							
	* Longitud menor en el tubo	* Ensamble semieje defectuoso * No pega el pasador y la zona rodamiento del tubo no ensambla	2		* Error de programación * Materia prima defectuosa	2	* No hay		1	4	* Carta puesta a punto * Hoja de registro * Poka yoke que controla la correcta posición de la carcaza en la bancada de la prensa (PY006)							
Angulo ballesta tubo derecho - izquierdo	* No existe paralelismo en la ballesta	* No ensambla en el vehiculo	4		* Error de programación * Falla proveedor	2	* No hay		4	32	* Carta puesta a punto * Hoja de registro							
Sellamiento unión carcaza - tubo con silicona	* Fuga de lubricante en la carcaza- tubo	* Desgaste prematuro del conjunto piñon - corona y rodamientos	5		* Descuido operario * Silicona no especificada	2	* No hay		8	80	* Inspección visual 100%							
Sellamiento unión tubo - retenedor semieje	* Fuga de lubricante tubo - retenedor semieje	* Desgaste prematuro del conjunto piñon - corona y rodamientos	5		* Descuido operario * Mala calidad del retenedor * Falla proveedor	2	* No hay		2	20	* Inspección con AIR TEST * Carta U							
OP 130. SELLADO DE LA TAPA Sellamiento tapa - carcaza	* Mal sellado de la tapa	* Fuga de lubricante * Desgaste prematuro del conjunto piñon - corona	5		* Descuido operario * Mala calidad de la empaquetadura	2	* No hay		2	20	* Inspección con AIR TEST * Carta U							
	* Presión alta de la pistola	* Rotura de tornillos	5		* Presión alta de la pistola	2	* No hay		2	20	* Inspección con AIR TEST * Carta U							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción				
											Acciones Tomadas	S e v e r	O c u r r	D e t e c R P N	
OP 140. SOLDADURA DE TUBOS A LA CARCAZA Soldadura	* Fuga lubricante en la soldadura de los tubos a la carcaza	* Desgaste prematuro del conjunto piñon - corona	6	* Parámetros de soldadura no adecuados * Mala calidad de la soldadura	2	* No hay	* Inspección visual 100% * Carta de registro	7 84							
OP 145. ESTAMPADO E IDENTIFICACION DEL EJE Identificación del eje	* Mala identificación	* No hay forma de saber en que fecha o lote fue ensamblado el eje	4	* Mala programación del estampador * Descuido del operario	2	* No hay	* Inspección 100%	8 64							
OP 147. ENSAMBLE DE ESPARRAGOS Asentamiento espárrago	* Asentamiento del espárrago incorrecto	* No se puede ensamblar el freno	4	* Mal ensamble de los componentes	2	* No hay	* Carta de puesta a punto * Calibrador de espesores	4 32							
OP 150. SUBENSAMBLE DEL SEMEJE Ensamble del freno, placa retenedor, rodamiento	* Fuga de lubricante en ensamble freno, placa retenedor, rodamiento	* Desgaste prematuro del rodamiento * Presenta ruido	5	* Mal ensamble de componentes	2	* No hay	* Carta P.A.P. * Inspección visual 100% * Poka yoke que controla el posicionamiento correcto del rodamiento al ensamblar en el semieje	2 20							
Ensamble de frenos mal posicionados	* Posición defectuosa de los platos	* No se puede ensamblar la línea de los frenos en el vehículo	4	* Descuido del operario * Falta proveedor	2	* No hay	* Inspección visual 100%	8 64							
OP 160. PRENSADO DEL ANILLO DE RETENCION, ENGRASE DE RODAMIENTO Y COLOCACION DE CHAVETA DE SEGURIDAD Desensamble anillo	* Riesgo de desarme del semieje y sus componentes o rotura del anillo	* Accidente del vehículo	10	* Descuido del operario * Mal funcionamiento del equipo	2	* No hay	* Carta P.A.P * Inspección visual 100%	4 80							
Engrase rodamiento	* Falta lubricante en los rodamientos	* Desgaste prematuro del rodamiento	5	* Mal funcionamiento del equipo	2	* No hay	* Inspección visual 100%	8 80							
Ensamble arandela de seguridad	* Riesgo de desarme del semieje y sus componentes	* Accidente del vehículo	10	* Descuido del operario	2	* No hay	* Inspección visual 100%	8 160							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t e R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Límite de Implantación	Resultados de la Acción						
											Acciones Tomadas	S e v e r O c u r r	D e t e c t e R P N	R P N			
OP 170. TRANSPORTADOR ENSAMBLE DE FRENO Torque de los tornillos	* Torque menor de los tornillos en el ensamble del freno	* Plato suelto * Accidente del vehículo	9	CI	* Tornillos mal torqueados	4	No hay	* Inspección visual 100% * Carta puesta a punto	4	144	* Humedecer cabeza de los tornillos con pintura blanca	15/11/2004 Hugo Garnica	* Incluir este comentario en el plan de control	9	2	3	54
	* Torque mayor de los tornillos en el ensamble del freno	* Rotura del tornillo	9	CI	* Tornillos mal torqueados	2	No hay	* Inspección visual 100% * Carta puesta a punto	6	108	* Humedecer cabeza de los tornillos con pintura blanca	15/11/2004 Hugo Garnica	* Incluir este comentario en el plan de control	9	2	3	54
OP 180. ENSAMBLE DE LOS SEMEJES EN LOS TUBOS SOLOAMENTE PARA MODELOS DESPACHADOS SIN FRENS. Ensamble de los componentes del semieje	* Fuga de lubricante al ensamblar componentes del semieje	* Desgaste prematuro del rodamiento * Presenta ruido	3		* Máquina descalibrada * Descuido del operario	4	No hay	* Inspección 100%	8	96							
OP 200. SELLAMIENTO DE LA TAPA Y TORQUE A LOS TRONILLOS TAPA Y TAPON Torque tornillo tapa	* Torque tornillos tapa mayor	* Rotura del tornillo	3	CI	* Torque descalibrado	3	No hay	* Inspección 100% * Carta puesta a punto * Prueba de estanqueidad * Poka yoke que controla la aplica	1	9							
	* Torque tornillos tapa menor	* Fuga lubricante	2	CI	* Torque descalibrado	3	No hay	* Inspección 100% * Carta puesta a punto * Prueba de estanqueidad * Poka yoke que controla la aplica	1	6							
Torque tapón tapa	* Torque mayor tapón tapa	* Se daña el tapón	3		* Torque descalibrado	3	No hay	* Inspección 100% * Carta puesta a punto * Prueba de estanqueidad	1	9							
	* Torque menor tapón tapa	* Fuga de lubricante	3		* Torque descalibrado	3	No hay	* Inspección 100% * Carta puesta a punto * Prueba de estanqueidad	1	9							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción					
											Acciones Tomadas	S e v e r	O c u r r	D e t e c R P N		
OP 210. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD Resultado de la prueba	* Fuga de lubricante	* Desgaste prematuro de los componentes del eje * Presenta ruido	3	* Equipo descalibrado * Poros * Retenedores defectuosos * Falta materias primas	2	* No hay	* Inspección 100% * Carta puesta a punto * Carta U	4 24								
OP 220. PINTURA Y SECADO Espesor de la capa	* Espesor de capa menor.	* Disminución en la durabilidad del recubrimiento. * Oxidación y deterioro de componentes recubiertos. * Retrabajos en operación.	6	* Preparación incorrecta de la pintura. * Pintura fuera de especificaciones. * Programación inadecuada equipo pintura. * Limpieza inadecuada del eje pre	3	* No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Positector.	4 72								
Adherencia de pintura	* Adherencia de pintura fuera de especificaciones.	* Disminución en la durabilidad del recubrimiento. * Oxidación y deterioro de componentes recubiertos. * Retrabajos en operación.	6	* Preparación incorrecta de la pintura. * Pintura fuera de especificaciones. * Programación inadecuada equipo pintura. * Limpieza inadecuada del eje pre	3	* No hay	* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Hoja de registro de adherencia de pintura.	3 54								
OP 230. COLOCACION RESPIRADERO Ensamble del respiradero	* Falta respiradero	* Contaminación del eje	2	* Descuido operario	2	* No hay	* Inspección visual 100%	8 32								

Tabla 8. Base de datos Ejes Diferenciales Toyota

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	Severidad	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	Ocurrir	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	Detección	RPN	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción					
												Acciones Tomadas	Severidad	Ocurrir	Detección	RPN	
OP 020. LIMPIEZA Libre de virutas, grasa, aceite, otros.	* Presencia de virutas, grasa, aceite y sucio	* Mala adherencia de la pintura * Ruido interno y desgaste prematuro de piezas	6	* Limpieza inadecuada o insuficiente	2		* Carta P.A.P. * Inspección visual 100%	4	48								
OP 030. ESTAMPADO DEL NUMERO DE TRAZABILIDAD DEL HOUSING Numero de seguimiento al lote	* Número de seguimiento al lote incorrecto y/o no legible	* No se tendría trazabilidad del producto	2	* Equivocación del operario * Daño en dispositivo estampador	3		* Carta P.A.P. * Inspección visual 100%	4	24								
OP 050. TORQUE TAPON DE LLENADO Y TAPON DE DRENAJE Torque tapon de drenaje	* Torque mayor / menor tapon de drenaje	* Daño del tapon o del la rosca housing * Fuga de aceite, desgaste y recalentamiento carrier	7	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula * Inspección final	4	84								
OP 060. ENSAMBLE DEFLECTOR DE ACEITE Posición del deflector de aceite	* Que la junta del deflector no quede hacia el lado opuesto del tapon de drenaje * Posicionamiento incorrecto del deflector en los topes del housing	* Esparcimiento inerno de aceite * Desgaste * Recalentamiento del carrier	7	* Falla de operario	3		* Carta P.A.P. * Inspección visual	4	84								
OP 070. ENSAMBLE RETENEDOR DE ACEITE Y O'RING Distancia posición del retenedor	* Retenedor mal ensamblado	* Fuga aceite	3	* Falla proveedor	2		* Carta puesta a punto * Inspección visual 100%	4	24								
OP 080. ENSAMBLE DE ESPARRAGOS AL HOUSING Torque del espárrago	* Torque mayor /menor esparrago housing	* Daño en el espárrago y/o housing * Fuga de aceite, desgaste y recalentamiento del carrier * Ruido en la transmic	7	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula	4	84								
OP 090. ENSAMBLE EMPAQUE DIFERENCIAL Y CARRIER Torque tuerca fijación carrier	* Torque mayor/ menor tuerca de fijación carrier	* Rotura de espárragos y deterioro del housing * Fuga de aceite * Ruido en la transmisión	4	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula * Inspección final	4	48								

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r C l a s	C a u s a (s) / M e c a n i s m o (s) P o t e n c i a l (e)s de F a l l a	O c u r r	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t a R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción					
											Acciones Tomadas	S e v e r O c u r r	D e t e c t a R P N	R P N		
OP 100. ENSAMBLE CONJUNTO FRENO/CAJA RODAMIENTO AL SEMEJE Temperatura de ensamble del retenedor	* Temperatura mayor/menor ensamble retenedor	* Afecta propiedades mecánicas del retenedor generando ruptura del mismo al ensamblarlo	7	* Mal funcionamiento del horno o mala calibración del mismo	3		* Carta P.A.P. * Indicador digital de temperatura	3	63							
	Fuerza de trabajo de la prensa para ensamblar el retenedor	* Rotura del retenedor o del rodamiento del semieje y afecta las propiedades mecánicas de los mismos * Ensamble incompleto del retenedor	7	* Mal funcionamiento de la prensa * Mala calibración de la prensa	3		* Carta P.A.P.	4	84							
OP 105. ENSAMBLE DEL ROTOR ABS Y RETENEDOR AL SEMEJE Distancia posición retenedor	* Distancia mayor/ menor rotor abs al semieje	* El sistema ABS no funciona generando la posible pérdida de frenos	8	* Mal funcionamiento de la prensa * Mala calibración de la prensa	2		* Carta P.A.P. * Carta X-R * Gage distancia rotor ABS * Galga Go-NoGo	4	64							
	Temperatura de ensamble del retenedor	* Afecta propiedades mecánicas del retenedor generando ruptura del mismo al ensamblarlo	7	* Mal funcionamiento del horno * Mala calibración del horno	3		* Carta P.A.P. * Indicador digital de temperatura	3	63							
OP 110. ENSAMBLE CONJUNTO SEMEJE A HOUSING Torque de ensamble	* Torque mayor/menor ensamble housing	* Falas mecánicas originando desensamble conjunto semieje * Desbalanceo de las ruedas y desensamble del conjunto semieje	7	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquimetro de carátula * Inspección final	4	84							
OP 120. ENSAMBLE DEL EMPAQUE Y DISCO O TAMBOR DE FRENO Verificar que las zapatas y el disco o tambor no tengan aceite o sucio	* Presencia de aceite o sucio	* Falas en el sistema de frenos	8	* Manipulación inadecuada de los componentes * Mala limpieza	2		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Inspección visual	4	64							
	Verificar el no roce del disco o tambor con el plato	* Presenta ruido	4	* Golpes den el plato de freno * Material defectuoso	3		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Inspección visual	4	48							

Función del Proceso Requisitos	Modo de Falla Potencial	Efecto(s) Potencial(es) de Falla	S e v e r i d a d	C l a s i f i c a c i o n	Causa(s)/ Mecanismo(s) Potencial(es) de Falla	O c u r r e n c i a	Controles Reales de Proceso Prevención	Controles Reales de Proceso Detección	D e t e c t a d o	R P N	Acción(es) Recomendada(s)	Responsabilidad & Fecha Limite de Implantación	Resultados de la Acción					
													Acciones Tomadas	S e v e r i d a d	O c u r r e n c i a	D e t e c t a d o	R P N	
OP 155. ENSAMBLE DE MANGUERA FLEXIBLE A CALIPER Torque anillo manguera flexible	* Torque mayor/ menor torque anillo manguera flexible	* Daño en el tornillo y/o caliper * Presenta fuga de líquido de frenos y pérdida de los mismos	6		* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula * Inspección final	4	72								
Manguera en el caliper	* No ensamble del empaque	* Presenta fuga de líquido de frenos y pérdida de los mismos	8	⊗	* Falta del operario	2		* Carta X-R * Inspección final	5	80								
OP 165. ENSAMBLE DEL CALIPER Torque tornillo caliper	* Torque mayor / menor torque tornillo caliper	* Daños en el tornillo y caliper * Ruido * Falta en el freno	6	⊗	* Mala calibración del torque * Mala aplicación del torque	3		* Carta X-R * Carta P.A.P. * Torquímetro de carátula * Inspección final	4	72								
Posición del clip	* Posición del clip incorrecta	* Desajuste de la manguera de freno generando riesgo de ruptura con el disco	6		* Falta del operario	3		* Carta P.A.P. * Inspección visual	4	72								
OP 180. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD Resultado prueba	* Fuga de lubricante	* Desgaste prematuro de los componentes del eje * Presenta ruido	3	⊗	* Equipo descalibrado * Poros * Retenedores defectuosos * Falta materias primas	2		* Inspección 100% * Carta puesta a punto * Carta U	3	18								
OP 190. ENMASCARAR Adhesion de pintura en el radio de asentamiento del rin	* Radio de asentamiento de la rueda sin porteger	* Adherencia de la pintura afectando el torque de fijación de la rueda	7		* Falta del operario * Deterioro en el dispositivo protector	3		* Carta P.A.P * Inspección visual	4	84								
OP 220. PINTURA Y SECADO Espesor de la capa	* Espesor de capa menor.	* Disminución en la durabilidad del recubrimiento. * Oxidación y deterioro de componentes recubiertos. * Retrabajos en operación.	6		* Preparación incorrecta de la pintura. * Pintura fuera de especificaciones.	3		* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Positector.	4	72								
Adherencia de pintura	* Desprendimiento de la pintura	* Disminución en la durabilidad del recubrimiento. * Oxidación y deterioro de componentes recubiertos. * Retrabajos en operación.	6	⊗	* Preparación incorrecta de la pintura. * Pintura fuera de especificaciones.	3		* Plan de control de producción. * Registro P.A.P. * Hoja de registro de adherencia de pintura.	3	54								

7.4 PRESENTACION Y DESPLIEGUE DEL PROYECTO

Después de tener conocimiento de la historia, cultura organizacional, estructura de la empresa, descripción de las líneas de ensamble, gerencia de los procesos de productos y el estudio propio de todos los temas concernientes al AMEF; en conjunto con la coordinación de procesos y aseguramiento de la calidad se realizó la presentación del proyecto a los gerentes de la planta Bucaramanga y los ingenieros de las áreas de procesos, fábrica e ingeniería con el fin de contar con su apoyo durante el tiempo de implementación de la herramienta (Ver anexo E).

7.4.1 Cronograma de actividades. El proyecto fue avalado por el grupo gerencial y se realizó por su parte la propuesta de implementarlo para la totalidad de las líneas de la planta:

- ✓ Mecanizado de interejes
- ✓ Mecanizado de juntas fijas
- ✓ Mecanizado de trípodes
- ✓ Mecanizado de tulipas
- ✓ Ensamble de ejes homocinéticos
- ✓ Ensamble de suspensiones
- ✓ AMEF de logística al cliente que hacen parte de los requerimientos de las ensambladoras.

7.4.2 Desarrollo de la capacitación. Se inició la capacitación al grupo de personas involucradas directa e indirectamente en el proceso productivo de la empresa; las áreas y precooperativas que recibieron la capacitación fueron:

- ✓ SISTECAL (Sistemas técnicos de calidad): precooperativa encargada del control de calidad de productos y procesos realizados en todas las áreas de la empresa.
- ✓ PROECOL (Productos y ensambles de Colombia): Precooperativa responsable de ejecutar las operaciones de ensamble de las líneas de cardanes y ejes diferenciales.
- ✓ EYM (Ensamblados y mecanizados): Precooperativa que opera las líneas de ensamble de ejes homocinéticos y mecanizado de interejes.
- ✓ Logística Activa: Precooperativa conformada por el personal encargado de las compras y suministros de materia prima para todos los procesos de ensamble y mecanizado de la planta.
- ✓ MECACOL (Mecanizados de Colombia): Precooperativa que controla y realiza el suministro de material del almacén a las líneas.
- ✓ TECMAIND (Tecnología de mantenimiento industrial): Precooperativa que coordina y ejecuta las labores de mantenimiento de la maquinaria de la planta.
- ✓ Areas de fábrica y procesos

Se capacitó un total de 63 personas; la precooperativa con mayor participación durante el entrenamiento fue SISTECAL con un 21% del total de las personas capacitadas (Figura 54 y 55.)

Figura 54. Porcentajes de personas capacitadas por área.

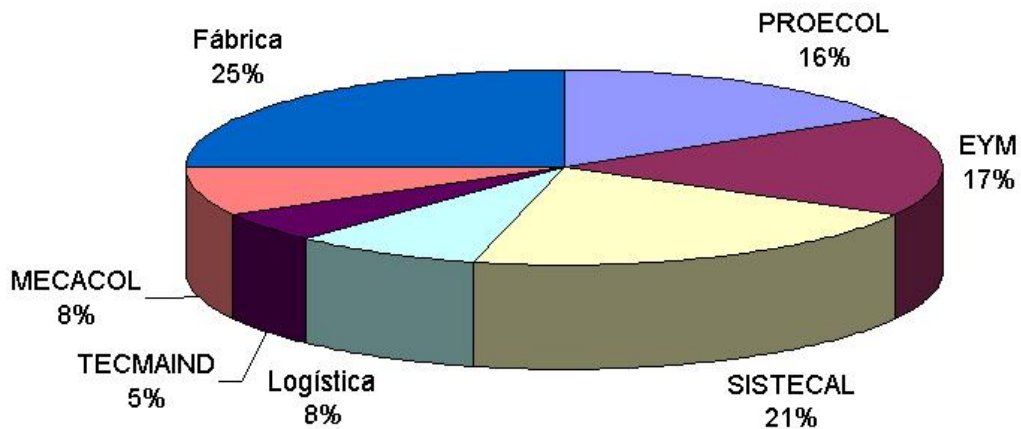
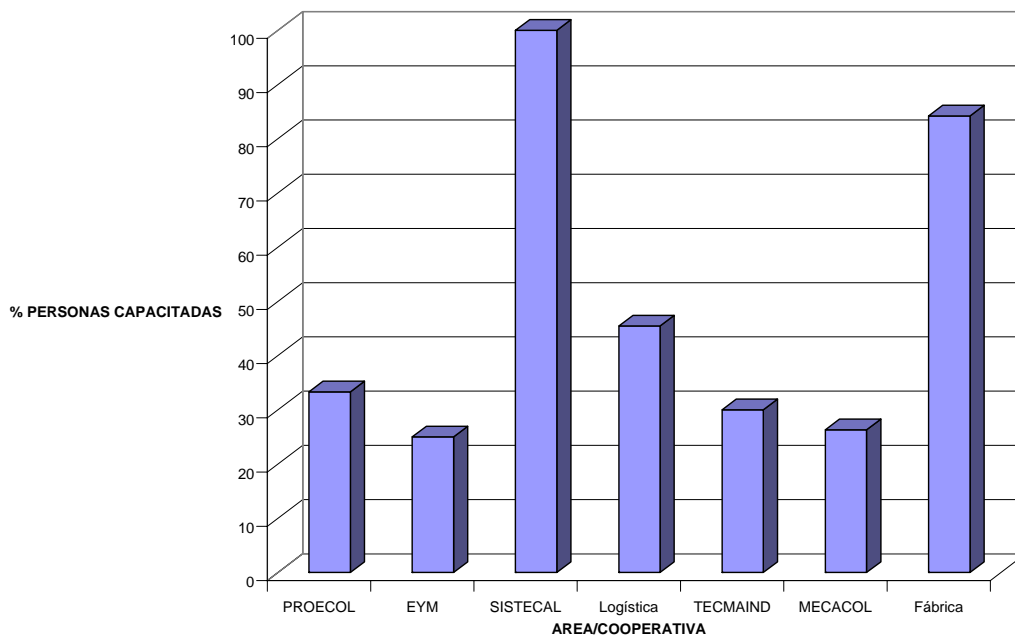


Figura 55. Porcentaje de personas capacitadas en cada precooperativa.



DANA Transejes Colombia dentro de sus políticas tiene el desarrollo integral de los trabajadores como base para el éxito de la organización. Las capacitaciones que recibe el personal son tenidas en cuenta dentro de su respectiva hoja de vida y debe quedar constancia de ello. (Ver anexo F).

7.4.3 Evaluación. Con el fin de conformar adecuadamente los equipos de trabajo para la elaboración del AMEF dependiendo de las habilidades y conocimientos adquiridos por cada persona, se hizo necesario la aplicación de una sencilla evaluación a cada uno de los participantes. El formato de evaluación de la capacitación fue el siguiente:



TRANSEJES COLOMBIA

Nombre: _____

Área de trabajo: _____

1. Aparear con una línea

Efecto de la falla	Valor que indica la probabilidad o veces que se ha presentado la falla
Causa de la falla	Factor que ocasiona que ocurra la falla
AMEF	Proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran
Ocurrencia	Consecuencia de la falla

Detección	Gravedad de los efectos de la falla
Severidad	Dispositivo o método que previene una falla
Modo de falla	Valor que identifica los riesgos más altos
Control de prevención	Calificación de la probabilidad de evitar la falla
No de prioridad de riesgo	Forma en que puede fallar una característica o salirse de especificación

La evaluación se calificó sobre 9 puntos obteniendo el 79.3% de buenos resultados (Tabla 9), de estos, el 53% fue obtenido por los operarios de SISTECAL gracias a su interés por el tema, ya que son las personas encargadas de coordinar la ejecución de los formatos y la actualización de los mismos.

Se logró el cumplimiento de la meta de personas capacitadas para la realización y actualización de AMEF de las líneas de ensamble analizadas y de las demás líneas de la planta. Se obtuvo una buena aceptación de la organización con los resultados obtenidos de las capacitaciones y se propuso continuar con el ciclo de capacitación al personal antiguo e incluir el tema en la inducción del personal nuevo en la empresa.

Tabla 9. Resultados de la evaluación

PUNTAJE	NUMERO PERSONAS CAPACITADAS
9	34
7	16
6	9
4	3
2	1

CONCLUSIONES

- ☺ La excelencia en el servicio es un factor clave para el desarrollo de un mejor futuro tanto para clientes como para proveedores. Pero esto sólo podrá lograrse a través de un conocimiento profundo de las necesidades y requerimientos evolutivos de los clientes que en este caso se refleja en el AMEF. Con el presente proyecto se pudo validar que incluso un modelo sencillo desarrollado con un paquete convencional puede generar gran valor a una organización, siempre y cuando exista un interés propio de mejorar a favor de la satisfacción del cliente. Para desarrollar este interés, el liderazgo e involucramiento de los agentes de cambio hacen la diferencia.

- ☺ El proceso de elaborar y mantener el AMEF se ha transformado de una actividad poco usual en una cultura de trabajo y una experiencia de aprendizaje. Existe ahora un espíritu renovado de mejora continua hacia la excelencia en el servicio por medio de esta herramienta. Procedimientos, capacitación y proyectos están siendo desarrollados como parte complementaria de este esfuerzo.

- ☺ El AMEF es una de las herramientas que permite efectuar los requisitos del Sistema de Calidad que la organización ha implementado en sus procesos para cumplir con los requerimientos de los clientes. La organización dispone de procedimientos documentados, los cuales cumplen con los requerimientos del QS-9000 y las políticas de calidad definidas. La compañía está

permanentemente comprometida en la implementación efectiva de su Sistema de Calidad y en el cumplimiento de sus procedimientos documentados.

- ☺ Los beneficios que se obtendrán a mediano y largo plazo para la organización después de aplicar el AMEF son: fiabilidad y seguridad de los productos, mejora de la imagen de la empresa, satisfacción de los clientes, establecimiento de prioridades a la hora de la mejora y obtención de la certificación ISO TS16949.

- ☺ Las prácticas empresariales permiten al estudiante participar activamente en el proceso desarrollados en la industria, aplicando los principios de reflexión crítica, trabajo interdisciplinario, investigación y práctica de los conocimientos adquiridos durante el estudio de las asignaturas que hacen parte de la carrera de Ingeniería Mecánica.

BIBLIOGRAFÍA

GARCIA, José. Manual de visual basic para Excel. España: Universidad Politécnica de Valencia. 2002. 46 p.

HELMAN, Horacio y Pereira, Paulo. Análisis de fallas. Brasil: Escuela de Ing. De UFMG. 1995. 120 p.

McDERMOTT, Robin. Basics of FMEA. USA: Paperback. 1995. 76 p.

PALADY, Paul. FMEA - Análise dos Modos de Falha e Efeitos - Prevendo e Prevenindo Problemas antes que Ocorram. Brasil: Hardcover. 1997. 315 p.

Manual curso de formación en informática. España: Universidad Complutense de Madrid, 2001. 44p.

Reference manual potential failure mode and effects analysis. Michigan: AIAG, Third Edition, 2001. 78 p.

Technical specification ISO/TS 16949 particular requirement's for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations. Switzerland: ANFIA, Second Edition, 2002. 34 p.

<http://www.amsup.com/fmea/1.htm>

<http://www.cybercursos.net>

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/amef.htm#intro>

http://mx.geocities.com/sima_tpm/SimaanalisisAmef.html

<http://www.npd-solutions.com/fmea.html>

http://64.226.188.26/sivnetwork-www/cursos_gratis/excelmacro1.htm

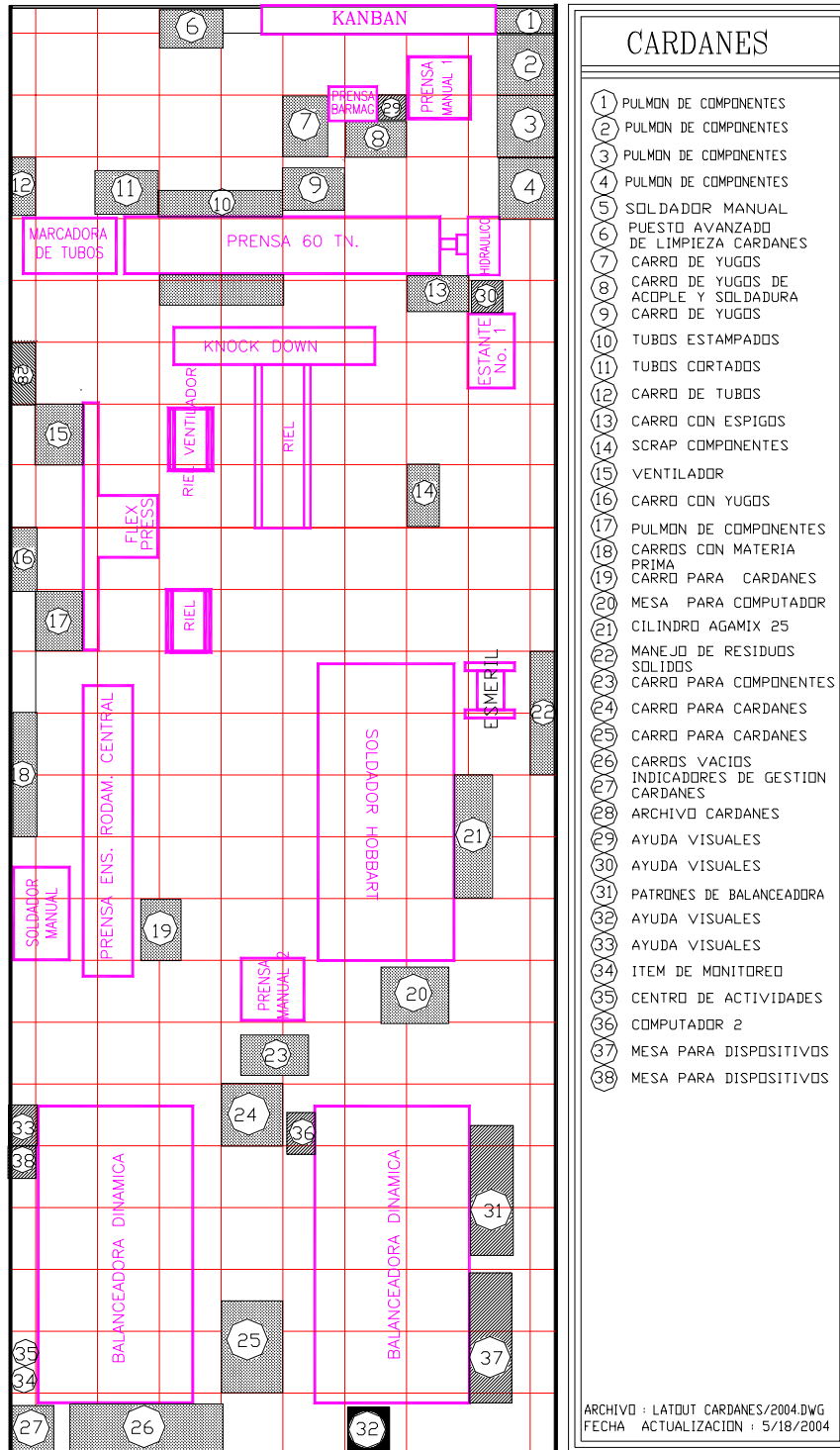
<http://users.compaqnet.be/fmea/>

http://www.xltoday.net/vba_ejemplos_formatos.asp

ANEXOS

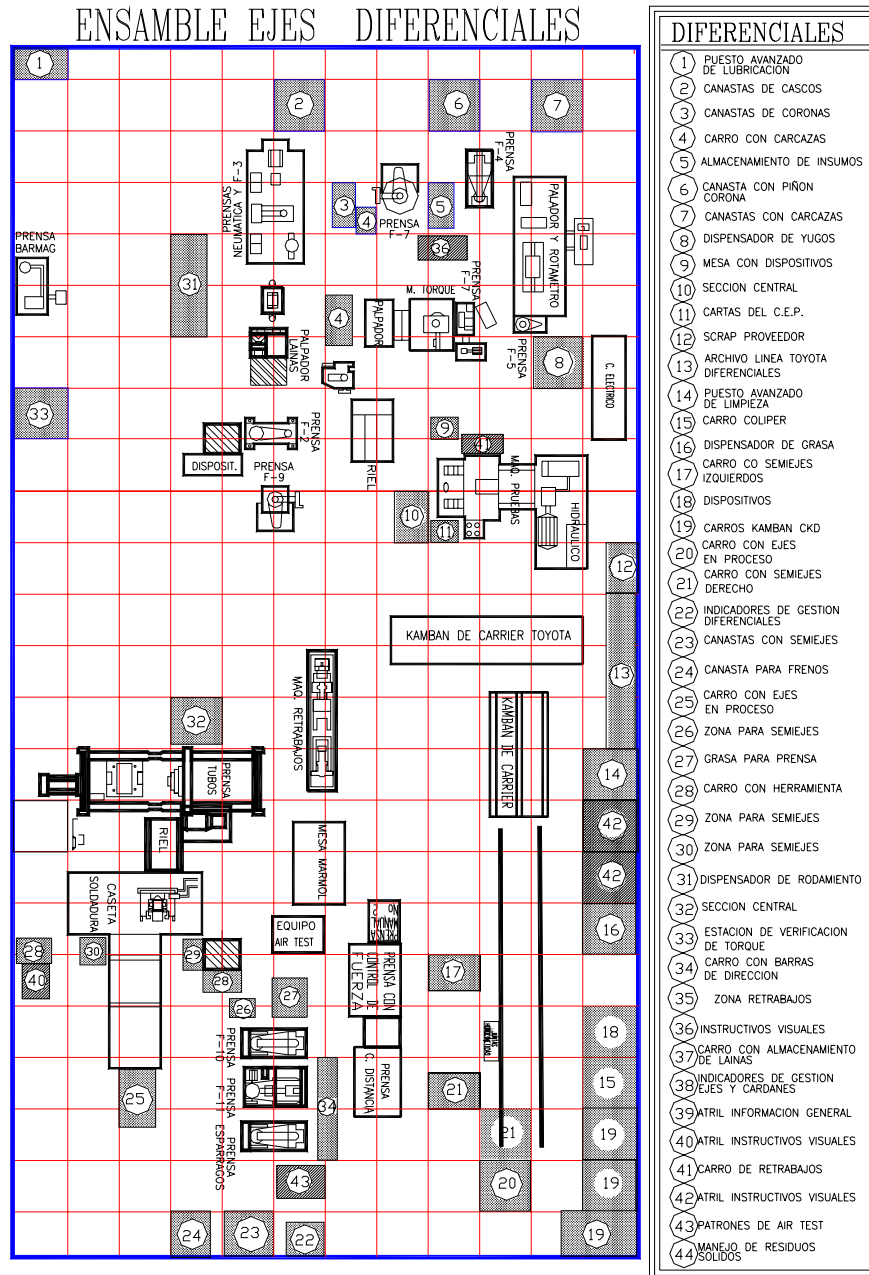
ANEXO A. Distribución de planta línea de cardanes

LAY-OUT



ANEXO B. Distribución de planta línea de ensamble de ejes diferenciales.

LAY-OUT ENSAMBLE EJES DIFERENCIALES



ANEXO D. Cotizaciones software AMEF

Purchase Information

Byteworx FMEA² is licensed on a per-machine basis.

Quantity	Price Per License	Delivery Method
1 copy	US \$700	Internet download
2 - 9 copies	US \$600	Internet download
10 - 24 copies	US \$525	Internet download
25 - 49 copies	US \$495	Internet download
50 +	Contact PSi	Internet download

- Includes 90 days software support
- Updates and support renewal available annually at an additional cost
- Please contact us for information on floating licenses and customization
- Training and facilitation for FMEA and Byteworx software are available
- Payment by **Error!Referencia de hipervínculo no válida.**card (Visa, MasterCard or American Express), bank or wire transfer (fees may apply), company Purchase Order with approval, or company check.
- *Michigan customers:* 6% sales tax will be added
- Prices subject to change without notice

Q-PAK Price List

Q- fail : Failure Mode & Effect Analysis £850 per user

- All prices above include delivery by courier, support via phone, fax, email and direct modem contact for twelve months. All prices include maintenance and updates as released for one year from initial supply date.
- All products are supplied with a sixty day money back guarantee - does not affect your statutory rights.
- All prices are quoted in £ pounds sterling and are plus VAT at the current rate, where applicable. We can accept Euro's. Please contact us for the current Euro conversion rate.
- Annual support and maintenance contracts are renewable at a cost equal to 18% of the above purchase prices. Please contact us for the upgrade cost from one version of Q-PAK to another.
- All products remain the property of 1984 Ltd until paid for in full.

ANEXO E. Carta de invitación a Gerentes e Ingenieros a la presentación del proyecto.



TRANSEJES COLOMBIA

COMUNICACIÓN INTERNA

Señores:

LUIS ALBERTO SANTOS	Gerente de Procesos
CARLOS HUMBERTO AMOROCHO	Gerente Ingeniería
SERGIO ALVAREZ	Gerente Mejoramiento Continuo
MARIO MORALES	Ingeniero de producto
JUAN CARLOS RAMÍREZ	Coordinador Ing. Prod. ejes y cardanes
VÍCTOR CAMPILLO	Coordinador de mantenimiento
RAMÓN SILVA	Coordinador de mecanizados
JOSE LUIS VANEGAS	Coordinador de ens. de ejes y cardanes
MÓNICA GÓMEZ	Coordinadora de procesos
GERMÁN DURÁN	Coordinador de procesos
GUSTAVO MINA	Coordinador de procesos
PEDRO HERRERA	Coordinador de ens. de homocinéticos
JAVIER PABÓN	Coordinador calidad, proveed e insumos
FABIO ANDRÉS GONZÁLEZ	Gerente de Planta
JUAN CARLOS LIZARAZO	Coordinador Ing. Prod. ejes homocinét.
ALVARO SANABRIA	Gerente Logística
ALFREDO REY	Gerente Gestión Humana
LEONOR DUARTE	Practicante UIS (Fábrica)
OMAR PERTUZ	Practicante UIS (Procesos)
LUIS FERNANDO ECHAVEZ	Practicante UIS (Fábrica)
ANDRÉS CAMARGO	Practicante UPB (Fábrica)

Asunto: Presentación proyecto AMEF

Por medio de la presente quiero invitarlos a la presentación del proyecto que he venido desarrollando durante mi pasantía en la empresa: **“Reelaboración y documentación continua del análisis de modos y efectos de falla potencial (AMEF) para las líneas de ensamble de cardanes y ejes diferenciales”**. Ya que es un tema

de vital importancia para el mejoramiento de calidad y cumplimiento de la normatividad asociado a esta.

La exposición tendrá lugar el día lunes 19 de julio del 2004 , hora 3:00 PM, Lugar sala múltiple 1.

Agradezco la atención prestada.

Atentamente,

CLAUDIA JULIANA PLATA

Practicante UIS.

ANEXO F. Control de asistencia a capacitaciones

