

**PROGRAMA PARA CUANTIFICAR EL CONSUMO
DE HERRAMIENTAS PERECEDERAS DE ACUERDO
CON LA PRODUCCION EN LAS LINEAS DE
MECANIZADO DE THC-TRANSEJES S.A**

JORGE ARTURO RODRIGUEZ CADENA

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

2005

**PROGRAMA PARA CUANTIFICAR EL CONSUMO
DE HERRAMIENTAS PERECEDERAS DE ACUERDO
CON LA PRODUCCION EN LAS LINEAS DE
MECANIZADO DE THC-TRANSEJES S.A**

JORGE ARTURO RODRIGUEZ CADENA

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

Director

ISNARDO GONZALEZ JAIMES

Ingeniero Mecánico

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

2005

DEDICATORIA

A Dios,

A mis padres por su apoyo incondicional,

A Ana María mi esposa, con todo mi amor,

A mi hijo, Santiago José, fuente de alegrías.

AGRADECIMIENTOS

A Dana Transejes Colombia empresa que me brindó la oportunidad de enriquecer mis conocimientos y adquirir experiencia en el campo laboral.

A los Ingenieros Luis Alberto Santos y German Durán quienes confiaron en mi para realizar este proyecto y me brindaron apoyo durante la práctica.

A Isnardo González, ingeniero mecánico, director del proyecto y amigo, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A mis padres y mi esposa por su apoyo incondicional.

A todos mis amigos.

Jorge Arturo Rodríguez Cadena.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	
1. DESARROLLO METODOLOGICO	2
1.1 GENERALIDADES	2
1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	4
1.4 OBJETIVOS GENERALES	4
1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
2. MARCO ORGANIZACIONAL	6
2.1 NATURALEZA DEL NEGOCIO	6
2.2 RESEÑA HISTÓRICA	8
2.3 CULTURA ORGANIZACIONAL	9
2.3.1 Visión	9
2.3.2 Misión	9
2.3.3 Políticas organizacionales	10
2.3.4 Procesos claves	11
2.3.5 Procesos de apoyo	11
2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	12
2.4.1 Descripción general de Áreas funcionales	12
2.5 PRODUCTOS Y SERVICIOS	15
2.5.1 Ejes diferenciales	15
2.5.2 Ejes homocinéticos	17
2.5.3 Cardanes	18
2.5.4 Filtros	18

2.6	MERCADOS Y CLIENTES	19
3.	GERENCIA DE LOS PROCESOS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS	20
3.1	GESTION Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	20
3.1.1	Procedimientos del sistema de calidad	20
3.1.2	Planificación de la calidad	21
3.1.3	Proceso de aprobación del producto	23
3.1.4	Mejora continua	23
3.2	KAIZEN	24
3.2.1	El sistema de producción justo a tiempo	24
3.2.2	Mantenimiento productivo total	25
3.2.3	Despliegue de políticas	25
3.2.4	Sistema de sugerencias	26
3.3	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	28
3.3.1	Descripción	28
3.3.2	Gráfico de control	28
4.	PROCESOS DE MANUFACTURA	30
4.1	PROCESOS DE MANUFACTURA MEDIANTE ARRANQUE DE MATERIAL.	30
4.1.1	Torneado	30
4.1.2	Fresado	37
4.1.3	Taladrado	44
4.1.4	Roscado	51
4.1.5	Rectificado	53
4.1.6	Brochado	54
4.2	DESCRIPCION DE LAS LINEAS DE MECANIZADO	56

4.2.1	Línea de Juntas Fijas	56
4.2.2	Línea de Interejes	61
4.2.3	Línea de Tulipas	64
4.2.4	Línea de Trípodes	68
5.	DESGASTE EN LAS HERRAMIENTAS DE CORTE	72
5.1	ORIGENES	72
5.2	FALLAS EN UNA HERRAMIENTA DE CORTE	72
5.2.1	Falla por temperatura	73
5.2.2	Falla por fractura	75
5.2.3	Falla por Desgaste gradual	76
5.3	RECOMENDACIONES PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLAS PRESENTADOS EN UNA HERRAMIENTA, SEGÚN SU CASO	82
5.4	VIDA DE LAS HERRAMIENTAS Y LA ECUACIÓN DE TAYLOR	87
5.4.1	Ecuación de Taylor para la vida de las herramientas	90
5.4.2	Seguimiento a la herramienta	92
6.	GERENCIAMIENTO DE HERRAMIENTAS	94
6.1	EL GERENCIAMIENTO DE HERRAMIENTAS EN THC- TRANSEJES	94
6.1.1	Objetivos del Gerenciamiento de Herramientas en THC-Transejes	94
6.1.2	Requisitos para elaborarlo	94
6.1.3	Beneficios	95
6.2	PROGRAMA DE GERENCIAMIENTO DE HERRAMIENTAS PERECEDERAS GHP	96
6.2.1	Requerimientos del sistema	96
6.2.2	Estructura del programa	96

6.2.3	Descripción	99
6.2.4	Información de entrada al programa	109
6.1.1	Información de salida del programa	112
7.	CONCLUSIONES	121
	BIBLIOGRAFIA	123
	ANEXOS	126

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Planta Transejes de Bucaramanga	7
Figura 2. Planta Transejes de Bogotá	7
Figura 3. Estructura Organizacional	13
Figura 4. Eje diferencial	16
Figura 5. Ejes Homocinéticos	17
Figura 6. Cardán	18
Figura 7. Filtros	19
Figura 8. Estructura del Plan de Excelencia	27
Figura 9. Gráfico de control	29
Figura 10. Movimientos de trabajo en el torno	31
Figura 11. Cilindrado	32
Figura 12. Refrentado	32
Figura 13. Mandrinado	34
Figura 14. Refrentado interior	34
Figura 15. Garganta cilíndrica	34
Figura 16. Rasurado Frontal	34
Figura 17. Ranurado ancho y estrecho	35
Figura 18. Ranurado interior	35
Figura 19. Tronzado	35
Figura 20. Procedimiento de moleteado	36
Figura 21. Herramienta de moletear	36
Figura 22. Perfilado	37
Figura 23. Movimientos de trabajo en la fresadora	37
Figura 24. Fresado Cilíndrico	38

Figura 25. Fresado Frontal, Planeado	38
Figura 26. Fresado de ranuras rectas	39
Figura 27. Fresado de ranuras de forma	40
Figura 28. Fresado de chiveteros	41
Figura 29. Corte	41
Figura 30. Perfilado	41
Figura 31. Fresado circular	42
Figura 32. Taladrado con la fresa	42
Figura 33. Fresado de engranajes con fresa de módulo	43
Figura 34. Fresado de engranajes con fresa de punta	44
Figura 35. Movimientos de trabajo de las taladradoras	44
Figura 36. Agujereado	45
Figura 37. Escariado cilíndrico	47
Figura 38. Escariado cónico	47
Figura 39. Abocardado	48
Figura 40. Refrentado	48
Figura 41. Penetrado	48
Figura 42. Avellanado	49
Figura 43. Barrenado	49
Figura 44. Roscado con el taladro	50
Figura 45. Agujero centro	50
Figura 46. Terraaja de roscar	52
Figura 47. Acción de la terraaja sobre la pieza en movimiento	52
Figura 48. Roscado exterior con terraaja	53
Figura 49. Roscado con útil	53
Figura 50. Piedras Abrasivas	55
Figura 51. Brochas utilizadas en Transejes	55
Figura 52. Ejes Homocinéticos	56

Figura 53. Junta Fija (Terminada y Forja inicial)	57
Figura 54. Plano de Junta Fija	57
Figura 55. Producción de Juntas Fijas	59
Figura 56. Lay-Out de la línea de Juntas Fijas	60
Figura 57. Intereje	61
Figura 58. Plano de Intereje	61
Figura 59. Lay-Out de la línea de Interejes	63
Figura 60. Producción de Interejes	64
Figura 61. Tulipas	64
Figura 62. Plano de Tulipa o Junta Móvil	65
Figura 63. Lay-Out de la línea de Tulipas	67
Figura 64. Producción de Tulipas	68
Figura 65. Trípode	68
Figura 66. Plano de Trípode	69
Figura 67. Lay-Out de la línea de Trípodes	70
Figura 68. Producción de Trípodes	71
Figura 69. Falla por temperatura	74
Figura 70. Comparación del calor desprendido en el proceso de maquinado	75
Figura 71. Falla por fractura	76
Figura 72. Herramienta desgastada que muestra los lugares principales y los tipos de desgaste que ocurren	77
Figura 73. Desgaste de cráter	78
Figura 74. Desgaste de flanco	79
Figura 75. Muesca de desgaste	79
Figura 76. Desgaste de la herramienta en función del tiempo de corte	88
Figura 77. Gráfico de efecto de la velocidad de corte sobre el desgaste de	

de flanco o superficie de incidencia de la herramienta para tres velocidades de corte (V_1, V_2, V_3) con un mismo criterio de desgaste (n)	89
Figura 78. Gráfica en escala log-log de la velocidad de corte contra la Vida de la herramienta	91
Figura 79. Seguimiento de la herramienta	93
Figura 80. Estructura general del programa	97
Figura 81. Diseño de la tabla de líneas	99
Figura 82. Introducción de datos en la Tabla de Líneas	101
Figura 83. Diseño de la tabla de Números de Parte	101
Figura 84. Introducción de datos en la Tabla de Números de Parte	102
Figura 85. Diseño de la tabla de Herramientas	103
Figura 86. Introducción de datos en la Tabla de Herramientas	103
Figura 87. Diseño de la tabla de Suboperaciones	104
Figura 88. Introducción de datos en la Tabla de Suboperaciones	105
Figura 89. Instalación del programa	105
Figura 90. Entrada al programa	106
Figura 91. Pantalla de entrada	107
Figura 92. Formulario de entrada al programa	108
Figura 93. Llenado del formulario	111
Figura 94. Información de salida del programa	113
Figura 95. Guardar consulta	114
Figura 96. Exportar a Excel	115
Figura 97. Proceso de avance de exportación de datos	116
Figura 98. Formato de informe	116
Figura 99. Porcentaje de herramientas necesarias para mecanizar la producción del mes de Marzo de 2005.	120

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Operaciones de la línea de Juntas Fijas	58
Tabla 2. Operaciones de la línea de Interjes	62
Tabla 3. Operaciones de la línea de Tulipas	65
Tabla 4. Operaciones de la línea de Trípodes	69
Tabla 5. Modelos de Trípodes producidos	71
Tabla 6. Valores característicos de desgaste	80
Tabla 7. Problema, causa y solución del desgaste en una herramienta	83
Tabla 8. Problema, causa y solución del desgaste en una herramienta	84
Tabla 9. Problema, causa y solución del desgaste en una herramienta	85
Tabla 10. Problema, causa y solución del desgaste en una herramienta	86
Tabla 11. Problema, causa y solución del desgaste en una herramienta	87
Tabla 12. Producción para Marzo de 2005	110

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Especificaciones Técnicas de la norma ISO/TS 16949:2002	126
Anexo B. Comparación de requerimientos ISO/TS 16949 Vs QS-9000	174
Anexo C. Modelos Producidos en la línea de Juntas Fijas	179
Anexo D. Modelos Producidos en la línea de Interejes	181
Anexo E. Modelos Producidos en la línea de Tulipas	186
Anexo F. Informe total del programa para la producción de Marzo de 2005 en THC-Transejes.	187
Anexo G. Carta de Aceptación y Conformidad de THC-TRANSEJES	216

RESUMEN

TÍTULO:

PROGRAMA PARA CUANTIFICAR EL CONSUMO DE HERRAMIENTAS PERECEDERAS DE ACUERDO CON LA PRODUCCION EN LAS LINEAS DE MECANIZADO DE THC-TRANSEJES S.A *

AUTOR:

Jorge Arturo Rodríguez Cadena.**

PALABRAS CLAVES:

Herramientas, Perecederas, Producción, Mecanizado.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto es brindar a la empresa THC-TRANSEJES, un software que pueda utilizarse en el área de Aseguramiento de la Calidad y Procesos y que permita de manera rápida y sencilla consultar la cantidad de herramientas requeridas para mecanizar las diferentes piezas que se programen para la producción de la planta.

El desarrollo se inició con el conocimiento de la empresa e investigación de los parámetros y normativas que surgen en las operaciones de mecanizado de componentes con miras a cumplir un requerimiento exigido por la norma ISO/TS 16949, a continuación se diseñó un software en **Visual Basic con aplicaciones en Excel y con soporte en Access** que permite crear, guardar, modificar y consultar todas las operaciones de cada uno de diferentes números de parte que se producen en las líneas de mecanizado, además de suministrar información sobre los parámetros de corte, las herramientas requeridas y la cantidad necesaria de las mismas para los lotes de producto.

La fase final del proyecto consistió en la elaboración del informe de las herramientas para la producción del mes de marzo de 2005, donde se registraron todas las piezas que se iban a mecanizar con sus respectivas cantidades y se debió entregar las consultas realizadas con el respectivo informe de la cantidad de herramientas perecederas necesarias para fabricar las piezas proyectadas.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Isnardo Gonzalez Jaimes.

SUMMARY

TITLE:

PROGRAM TO QUANTIFY THE CONSUMPTION OF PERISHABLE TOOLS OF AGREEMENT WITH THE PRODUCTION IN YOU LINE THEM OF MECHANIZED OF THC-TRANSEJES S.A *

AUTHOR:

Jorge Arturo Rodríguez Cadena. **

KEY WORDS:

Tools, Perishable, Production, Mechanized.

DESCRIPTION:

The objective of this project is to offer to the company THC-TRANSEJES, a software that can be used in the area of Insurance of the Quality and Processes and that it allows in a quick and simple way to consult the quantity of tools required to mechanize the different pieces that are programmed for the production of the plant.

The development began with the knowledge of the company and investigation of the parameters and normative that arise in the operations of automated of components with an eye toward completing a requirement demanded by the norm ISO/TS 16949, next a software was designed in Visual Basic with applications in Excel and with support in Access that allows to create, to keep, to modify and to consult all the operations of each one of different part numbers that they take place in the lines of automated, besides giving information on the court parameters, the required tools and the necessary quantity of the same ones for the product lots.

The final phase of the project consisted on the elaboration of the report of the tools for the production of the month of March of 2005, where they registered all the pieces that will mechanize with its respective quantities and he/she should surrender the consultations carried out with the respective report of the quantity of necessary perishable tools to manufacture the projected pieces.

** Physical-Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Eng.Isnardo Gonzalez Jaimes.

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, requisitos y expectativas del cliente, es así como en el área automotriz surgieron normas como la QS-9000 en Estados Unidos, AVSQ en Italia, EAQF en Francia y VDA 6.1 en Alemania; entonces surgieron muchas versiones diferentes con el mismo propósito, las perspectivas de futuro se direccionaron hacia la sustitución de la multitud de modelos de automoción para que se convirtieran en el único sistema de gestión aceptado internacionalmente por el conjunto de la industria automotriz llamado ISO/TS 16949:2002.

Dana Transejes Colombia cuenta desde el año de 1998 con la certificación QS9000, generando la necesidad de entrar en el proceso de transición de esta norma, a la nueva ISO/TS16949:2002 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 además de adoptar los parámetros internacionales de normatividad en la industria automotriz.

Según la norma ISO/TS16949:2002 la empresa debería contar con una serie de requisitos adicionales a los que contaba con su certificación de 1998 (QS9000), uno de ellos fue la causa por la cual se desarrolló este trabajo de grado y que será ilustrado en páginas posteriores.

1. DESARROLLO METODOLOGICO

1.1 GENERALIDADES

El presente trabajo de grado fue desarrollado bajo la modalidad de práctica empresarial para la THC- TRANSEJES S.A.

Fue realizado bajo la dirección del Ingeniero Isnardo González Jaimes, 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 mecanizado de THC.

La necesidad surge en el mes de septiembre del 2004, cuando la empresa se preparaba para realizar la transición de la norma QS9000 hacia la norma ISO/TS16949:2002 en donde se determinaba que debería haber un sistema de información para el control de las herramientas en las líneas de mecanizado.

1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

DANA TRANSEJES Colombia es una industria que trabaja para el servicio del sector automotriz, se divide internamente en dos grandes empresas con tecnologías diferentes; por un lado TRANSEJES con tecnología DANA (americana) cuenta con tres líneas de Ensamble (cardanes, ejes diferenciales, ejes homocinéticos) mientras que THC (Transmisiones Homocinéticas de

Colombia) con tecnología GKN (inglesa) cuenta con cuatro líneas de fabricación que surten los principales componentes del eje homocinético; a saber: juntas fijas, interejes ó ejes de interconexión, junta móvil ó tulipa y trípodas. Para la fabricación de los componentes de los ejes homocinéticos, THC dispone de máquinas como tornos, fresadoras, roladoras (laminadoras en frío), taladros, rectificadoras, hornos revenido y máquinas de temple por inducción.

La empresa está bajo el cumplimiento de estrictas normas como la norma QS9000 que 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; por tal motivo, la empresa cuenta con una sección o coordinación encargada del aseguramiento de la calidad y de los procesos con el fin de establecer las condiciones a las que debe operar cada máquina para que sean productivas, es decir, que produzcan con calidad y costos mínimos. Es por esto que la selección de las herramientas de corte y de los parámetros de operación de las máquinas es llevada a cabo por la Coordinación de Procesos. Para esta labor, la coordinación de procesos tiene establecidos unos Planes de Control en donde se encuentran estipulados los parámetros de operación de las máquinas, las características del proceso así como la descripción de las herramientas que se usan en el proceso. Actualmente la empresa está en el proceso de certificación de la norma ISO/TS 16949 en donde uno de sus principales requerimientos y enfocado directamente hacia la Coordinación de Procesos es el de establecer un sistema de consulta para determinar el consumo de las herramientas fungibles de acuerdo con las necesidades de producción, es decir de la demanda de los

clientes; la norma lo estipula como un programa para el cambio de herramientas percederas en el item 7.5.1.5 (Management of production tooling), ver Anexo A.

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Con el objetivo de contribuir en la búsqueda de soluciones del sector productivo de la región vinculando a la Universidad por medio de prácticas empresariales que benefician el enriquecimiento técnico, tecnológico e intelectual tanto de la Empresa, la Universidad como del Estudiante; con este trabajo de grado se culmina un proceso de documentación para desarrollar un proceso sistemático que colabora con el cumplimiento de los requisitos que debe cumplir TRANSEJES para la Certificación ISO/TS 16949, de esta manera, la Empresa adquiere una mayor credibilidad ante sus clientes y ante las demás industrias, además de brindar un desarrollo a la región y mejor calidad de vida para sus empleados.

1.4 OBJETIVO GENERAL.

◆ Contribuir en la mejora del área de Procesos y Aseguramiento de la Calidad de la empresa TRANSEJES Colombia, dando cumplimiento a un requisito exigido por la Norma ISO/TS 16949 que consiste en determinar la cantidad de herramientas percederas necesarias de acuerdo con la producción.

1.5 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ◆ Diseñar e implementar un programa utilizando módulos de Access y Visual Basic para cuantificar el consumo de herramientas percederas de acuerdo con la producción en las líneas de mecanizado de THC-Transejes.
- ◆ Determinar la secuencia de operaciones, con las respectivas máquinas en las diferentes líneas de mecanizado de THC-Transejes.
- ◆ Establecer la cantidad de herramientas consumidas en la fabricación de las diferentes piezas con respecto a su modelo ó aplicación automotriz, y línea de producción para determinados períodos de tiempo.
- ◆ Realizar un seguimiento para registrar el consumo de las herramientas utilizadas en el mecanizado de las partes fabricadas en las diferentes líneas de producción.
- ◆ Predecir el consumo de herramientas de acuerdo con la producción estipulada para algún período llevando un control estadístico de ellas.
- ◆ Facilitar la toma de decisiones para el planeamiento de la producción basado en el consumo de herramientas percederas.

2. MARCO ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

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 CCA, 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 pre-cooperativa; se dedica a la fabricación de ejes diferenciales, cardanes, ejes homocinéticos y componentes para ejes homocinéticos (figura 1).

Figura 1. Planta Transejes 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 pesados, sistemas modulares y es el centro de distribución y representación de la compañía (Figura 2).

Figura 2. Planta Transejes de Bogotá



2.2 RESEÑA HISTORICA

TRANSEJES fue fundada en Abril 28 de 1972, localizada en la Zona Industrial de Girón - Bucaramanga, con operaciones en la ciudad de Bogotá, atendiendo de igual forma los mercados de equipo original (ensambladoras), reposición y exportaciones, con la participación de la casa matriz DANA CORPORATION como su principal accionista quien suministra la tecnología de ejes diferenciales y ejes cardánicos. A continuación se reseñan algunos sucesos relevantes para el desarrollo de la organización en el ámbito nacional.

1974: Se iniciaron operaciones de ensamblado de ejes diferenciales.

1975 - 78: Se inició el proceso de mecanizado con el montaje de las líneas de tubos y semiejes.

1979 - 81: Se iniciaron operaciones en las líneas de yugos de acople.

1981: Instalación de las líneas de ejes cardánicos.

1983 - 84: Se inició la venta de los ejes homocinéticos de Mazda.

1986: Puesta en marcha de la línea de mecanizado de Juntas fijas.

1988: Se realizaron cambios en el sistema de producción en línea enfocada al nuevo concepto de producción en línea.

1989: Se realizó el lanzamiento del “plan excelencia”.

1990: Se compró la planta Pistones de Medellín.

1992: Se adquieren líneas de mecanizado denominadas GI para la producción de la junta móvil del eje homocinético.

1994: Se cerró la planta de Medellín.

1995: Transejes se asocia con la multinacional GKN líder mundial en el mercado de ejes homocinéticos.

1997: Se cerró la planta de Ibagué y se inicio el proceso de certificación QS-9000.

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

2000: Transejes cuenta desde entonces con un gran socio, GKN de Inglaterra que suministra “Know How” para la manufactura y ensamble de los ejes homocinéticos, generando 154 empleos directos.

Éste conocimiento se ve reflejado en el desarrollo de nuevas tecnologías.

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.

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.

2002: Se inicia el proceso de capacitación en ISO/TS-16949 para lograr la certificación en el 2004.

2004-2005: 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 se pueden expandir.

❖ **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 Black Belt
- 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).

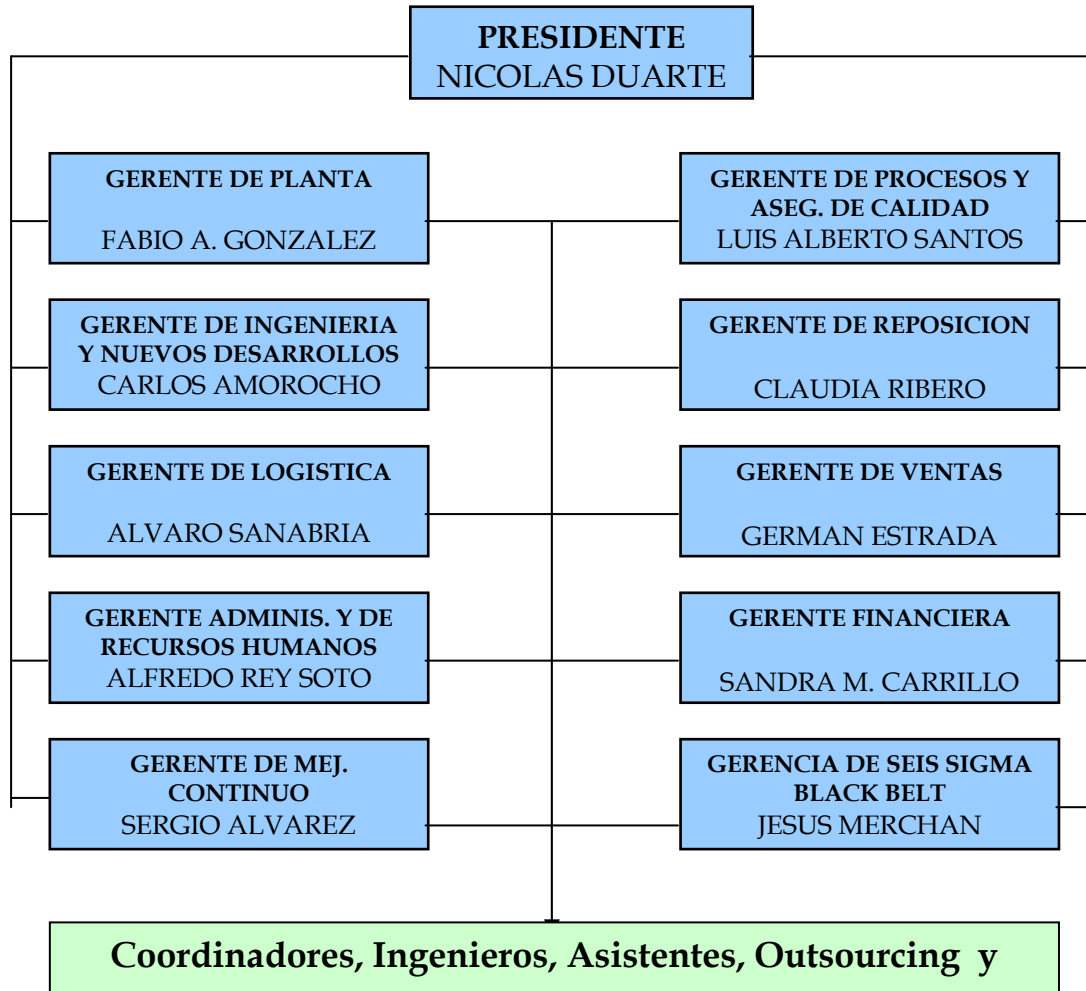
2.4.1 Descripción General de las Áreas Funcionales

❖ **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.

❖ **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.

Figura 3. Estructura Organizacional.



❖ **Logística.** Encargada de programar, coordinar, aprobar, controlar la entrega, el tránsito y distribución para toda 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

Los principales productos y servicios de la empresa se muestran a continuación.

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



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. Ejes Homocinéticos



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



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). La línea de filtros comprende:

- Filtros de Aceite.
- Filtros de Aire.
- Filtros de Gasolina.

Figura 7. Filtros



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.

3. GERENCIA DE LOS PROCESOS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

3.1 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.

3.1.1 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 por esta razón los nuevos requerimientos de ISO/TS 16949:2002 han sido adoptados por la empresa en busca de su nueva certificación. Las diferencias existentes entre las normas QS-9000 Vs ISO/TS 16949:2002 se pueden observar en el Anexo B. 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, es por esto que la elaboración de un procedimiento y/o instructivo siempre involucra al personal quien ejecuta las actividades.

3.1.2 Planificación de la calidad. Desde el procedimiento de Planeación Avanzada de la Calidad se definen y 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 y se contiene en el ítem 7.5.1.1. de la ISO/TS 16949:2002.

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 continua.

3.1.3 Proceso de aprobación del producto. La organización a través de las órdenes 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.

3.1.4 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.

3.2 KAIZEN

Kaizen es una mejora a un proceso de trabajo o parte de él, 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

3.2.1. 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 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.

3.2.2 Mantenimiento productivo total (TPM). El mantenimiento productivo total está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El TPM 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. 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.

3.2.3 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.

3.2.4 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. Representan para la empresa un ahorro o mejoramiento notable de algún proceso. Valen 3 unidades, equivalentes a \$ 6.000
- Sugerencia tipo A. 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

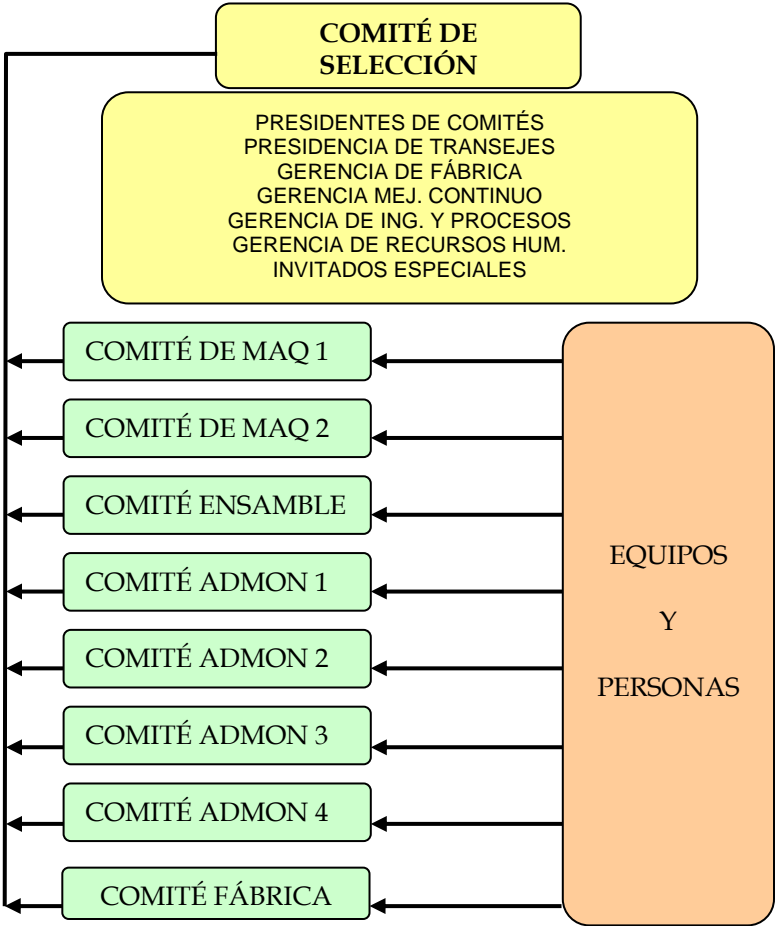
3-4 sugerencias valen 11 unidades equivalentes a \$22.000

5- en adelante valen 12 unidades equivalentes a \$ 24.000

El proceso para la implantación de las sugerencias empieza desde la identificación de una necesidad individualmente ó en equipo de trabajo, cuando se tiene definido se debe solucionar el problema o alguna mejora que

se haya identificado, se debe registrar en un formato y luego depositar en un buzón que posteriormente será clasificado para algunos comités que están definidos para evaluar el beneficio de la sugerencia implantada, dichos comités las aprueban y clasifican las que sean “tipo A” para que un comité de selección defina cuales son las mejores sugerencias de este tipo que se implantaron durante el año y que ocasionaron mayor beneficio para la empresa; de esta manera se busca que la empresa sea más competitiva y que el personal de planta se apropie de la misma. Las mejores sugerencias “tipo A” del año tienen un incentivo adicional de tres SMLV para el equipo que la haya implantado.

Figura 8. Estructura del plan excelencia



3.3 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS (CEP)

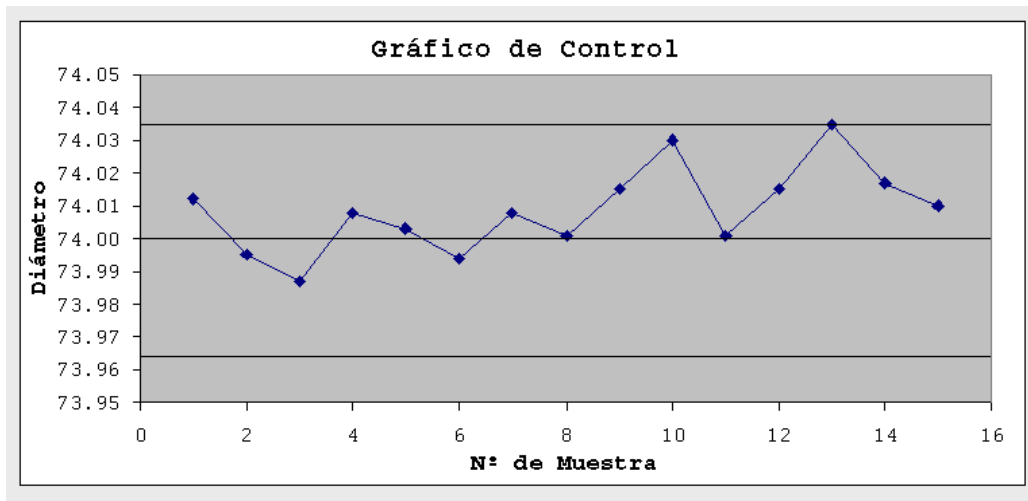
3.3.1 Descripción. El Control Estadístico de Procesos es la práctica de usar métodos estadísticos como las gráficas de control y los análisis de capacidad para monitorear y controlar un proceso. El CEP permite tomar acciones apropiadas para que el proceso permanezca en control estadístico. Además permite 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.

3.3.2 Gráficos 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 9). 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.

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 \bar{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 \bar{X} y el rango R (Diferencia entre el máximo y el mínimo).

Figura 9. Gráfico de control



En la planta de DANA Transejes se lleva control estadístico de procesos con gráfico X-R (como el mostrado en la figura 9) 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.

4. PROCESOS DE MANUFACTURA

4.1 PROCESOS DE MANUFACTURA MEDIANTE ARRANQUE DE MATERIAL

El maquinado, término común para designar la conformación por arranque de material, es el procedimiento de fabricación que se aplica a mayor variedad de materiales para la conformación completa o como procedimiento de acabado para una gran proporción de las piezas fabricadas en la industria.

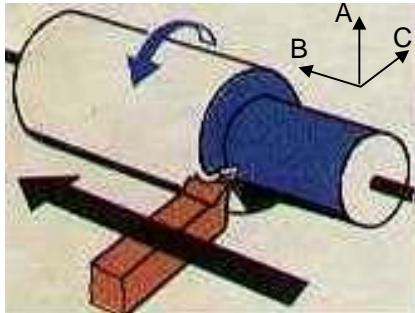
La conformación por arranque de material, se realiza partiendo de productos semielaborados por moldeo, forja o laminación, a los que se da forma definitiva, quitando el material sobrante de acuerdo con el plano de la pieza que se desea elaborar. Hay que tener en cuenta que este proceso realiza la conformación de piezas con gran precisión de medidas y detalles. También se realiza con ayuda de máquinas denominadas máquinas herramienta. Para ello, en este estudio, se considerarán solo tres máquinas herramienta, las cuales realizan el 75% de los trabajos de mecanizado en la industria, como son los tornos, fresadoras y taladradoras.

4.1.1 Torneado

Generalidades. El torno es una máquina herramienta en la que la pieza que se mecaniza, sometida a un movimiento de rotación, es conformada por la herramienta, animada de un movimiento de avance, generalmente paralelo al eje de rotación de la pieza.

Los movimientos de trabajo del torno son (véase la figura 10):

Figura 10. Movimientos de trabajo en el torno.



- *Movimiento de corte (A):* Por rotación de la pieza.
- *Movimiento de Avance (B):* Debido al movimiento longitudinal de la herramienta.
- *Movimiento de profundidad (C):* Por desplazamiento radial de la herramienta.

Los tornos se emplean para la mecanización de cuerpos de revolución, como poleas, manguitos, pernos, etc.; pero, en general, es una máquina de múltiples aplicaciones y muy versátil en su utilización.

Procedimiento de torneado. La diversidad de forma de las piezas de revolución se obtienen mediante distintos procedimientos de torneado. Según que las piezas sean trabajadas exterior e interiormente se habla de torneado exterior o de torneado interior. Las piezas cilíndricas se obtienen mediante torneado longitudinal o de cilindrado, las superficies planas mediante refrentado o torneado al aire, los conos mediante torneado cónico, las piezas perfiladas, o de forma, mediante torneado de forma, las roscas mediante roscado o tallado de rosca al torno.

Operaciones que se realizan con los tornos. Fundamentalmente las operaciones que se realizan en los tornos son:

♦ **Cilindrado** (véase la figura 11). Es una operación que consiste en dar forma cilíndrica a un material en rotación, por la acción de una herramienta de corte. Obteniendo, un cilindro recto de longitud y diámetro determinado. Una vez iniciado el corte con la profundidad y el avance deseado, la

herramienta, desplazándose automáticamente, realiza el trabajo sin dificultad. En general, se dan dos clases de pasadas. Una o varias pasadas de desbaste, con el fin de obtener formas cilíndricas definitivas (Ejes, bujes) ó también de preparar el material para otras operaciones próximas a la cota deseada; Y una pasada de acabado para fijar la medida y alisar la superficie. Es una de las operaciones más ejecutadas en el torno.

Figura 11. Cilindrado.

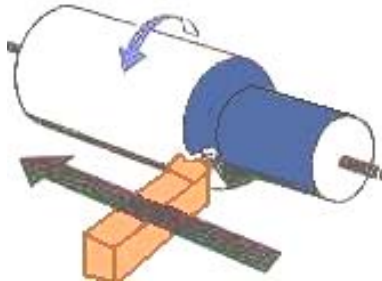
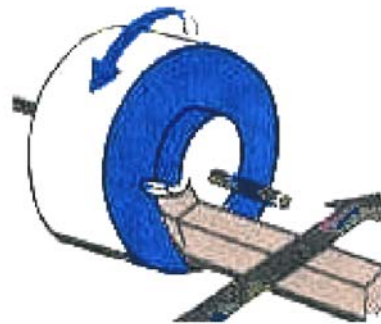


Figura 12. Refrentado



El cilindrado se realiza con una velocidad muy lenta de avance de la herramienta en relación con la velocidad de giro de la pieza, pues de otro modo quedarían marcados surcos.

♦ **Refrentado** (véase la figura 12). Refrentar es hacer en el material una superficie plana perpendicular al eje del torno mediante la acción de una herramienta de corte que se desplaza por medio del carro transversal. Esta operación es realizada en la mayoría de las piezas que se ejecutan en el torno, tales como: ejes, tornillos, tuercas y bujes. El Refrentado sirve para obtener una cara de referencia o como paso previo al agujereado. Para refrentar la pieza, la herramienta no tiene avance sino únicamente movimiento de profundidad de pasada; ella tocará el punto más sobresaliente de la cara del material y tomará referencia en el anillo graduado del carro

portaherramientas. Luego se desplaza la herramienta hasta el centro del material. Entonces, se penetra dicha herramienta aproximadamente 0,2 mm para después desplazarla hacia la periferia del material manteniendo siempre el torno en movimiento.

En caso de ser necesario de retirar mucho material de la cara, el refrentado se realiza desde la periferia hacia el centro de la pieza para evitar la acumulación de rebaba.

◆ **Torneado interior cilíndrico.** Es obtener una superficie cilíndrica interior por la acción de una herramienta que se mueve paralela al eje. Previamente se ha hecho un taladrado. *Alesar* es lo mismo que tornearse interiormente. Hay herramientas para operaciones de desbastado interior, ranuras interiores, roscas y otros tipos.

◆ **Mandrinado** (véase la figura 13). El Mandrinado consiste en agrandar un agujero. Se realiza generalmente con las piezas sujetas con los platos de garra. Se utiliza para obtener agujeros precisos en bujes, poleas y engranajes.

◆ **Refrentado interior** (véase la figura 14). Esta operación es muy semejante a la operación mandrinar; Se diferencia por terminar frente a una cara plana interna. Por medio de esta forma se hacen los alojamientos de bujes.

◆ **Ranurado** (véanse las figuras 15-16-17-18). Consiste en hacer surcos, canales o gargantas cilíndricas sobre una pieza (En V, redonda ó cuadrada); si estas son estrechas se realizan con unas herramientas de la anchura de la ranura, pero si son anchas habrá que darle a la herramienta el movimiento de avance necesario. Las gargantas, por lo general, se hacen para que permitan la salida del buril cuando se rosca una pieza, es decir, permite roscar la pieza

totalmente; por lo tanto, la tuerca o pieza que se acople a la parte roscada entrara con facilidad hasta el fondo. El ranurado no solamente se hace sobre la superficie exterior de la pieza, en algunos casos se necesitan alojamientos o cambios de sección dentro de la misma. Para ello se realiza un *Ranurado Interior*, donde la acción de la herramienta es paralela al eje. Previamente se ha hecho un taladrado.

Figura 13. Mandrinado

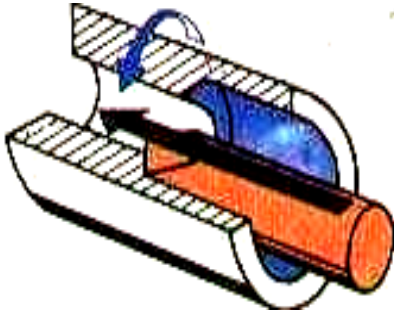


Figura 14. Refrentado interior

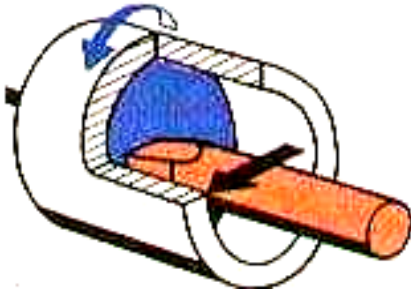


Figura 15. Garganta cilíndrica

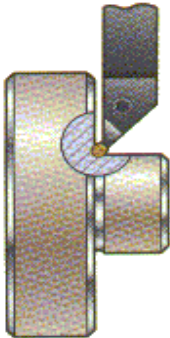


Figura 16. Ranurado Frontal

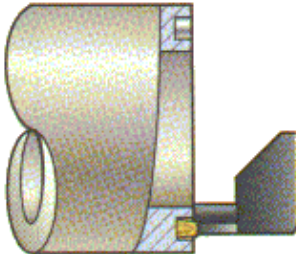


Figura 17. Ranurado ancho y estrecho

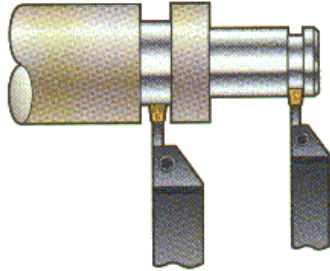
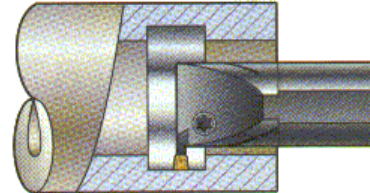
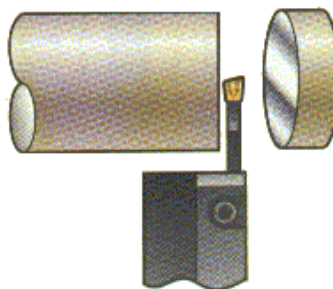


Figura 18. Ranurado interior



♦ **Tronzado** (véase la figura 19). El tronzado es una operación que consiste en separar en dos o más partes, una pieza de revolución. El tronzado se utiliza, por lo general, para el seccionamiento de la barra o de la pieza, una vez terminada, utilizando una herramienta especialmente afilada denominada tronzador. La herramienta penetra hasta el centro de la pieza en forma perpendicular. Esta herramienta de tronzado es igual al de hacer ranuras cuadradas. La única diferencia está en la punta, es más larga debido a que se necesita penetrar hasta el centro de la pieza para poderla cortar.

Figura 19. Tronzado



♦ **Moletado** (véanse las figuras 20 y 21). Consiste esta operación en imprimir en la superficie cilíndrica de la pieza un grabado o grafilado, una serie de relieves regulares que pueden ser de forma recta o cruzado, por medio de una herramienta especial denominada moleta, provista de una ruleta que lleva en su superficie el grabado deseado y que se aplica fuertemente sobre la pieza a moletear. Es un mecanizado hecho por deformación plástica, y que tiene lugar sin arranque de viruta, es decir, por aplastamientos del material de la pieza contra la herramienta.

Figura 20. Procedimiento de moletado

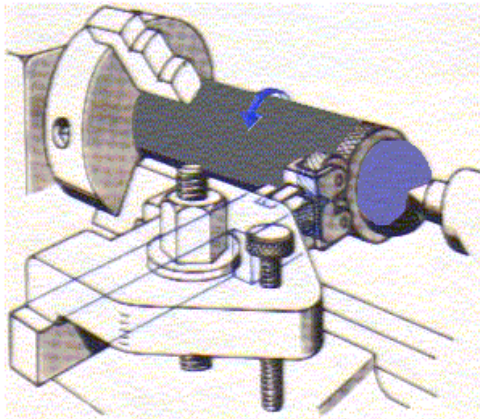
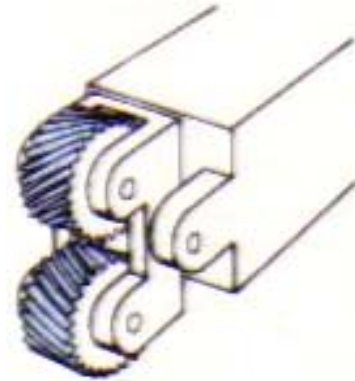
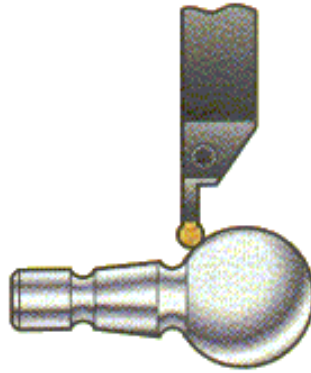


Figura 21. Herramienta de moletar



♦ **Perfilado** (véase la figura 22). Se utiliza en esta operación herramientas para piezas de perfil variado. Suelen tener las herramientas para el perfilado, aristas de cortes en la misma forma del perfil que se va a dar en la pieza. Se hace usualmente para redondear aristas y facilitar la construcción de piezas con perfiles especiales.

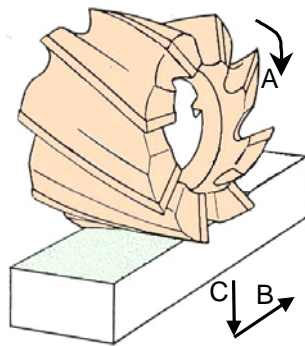
Figura 22. Perfilado



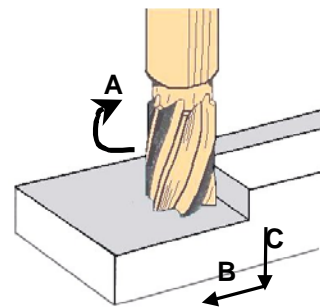
4.1.2 Fresado.

Generalidades. La fresadora es una máquina dotada de una herramienta característica llamada fresa que animada de un movimiento de rotación, mecaniza superficies en piezas que se desplazan con movimiento rectilíneo bajo la herramienta.

Figura 23. Movimientos de trabajo en la fresadora.



- *Movimiento de corte (A):*
Por rotación de la fresa.
- *Movimiento de avance (B):*
Por desplazamiento rectilíneo de la pieza.
- *Movimiento de profundidad de pasada (C):*
Por desplazamiento vertical de la pieza.

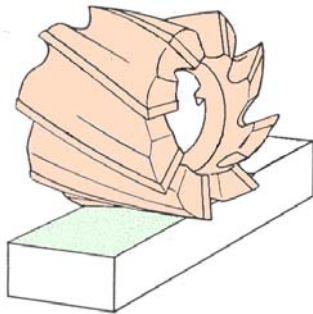


♦ **Fresado Cilíndrico** (véase la figura 24). Aquí el eje de la fresa se halla dispuesto paralelamente a la superficie a mecanizar. La pieza es de forma cilíndrica y arranca la viruta con el filo de su periferia. Las virutas

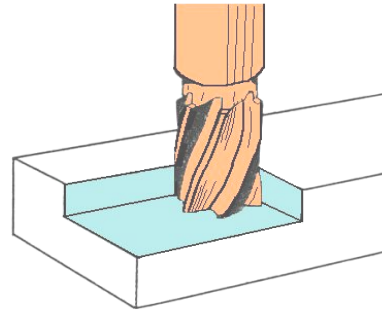
producidas tienen forma de coma. En este caso la fresa puede girar en sentido contrario al avance denominándose fresado normal o en el mismo sentido que es el fresado en concordancia.

◆ **Fresado Frontal** (véase la figura 25). Aquí el eje de la fresa es normal a la pieza que se mecaniza. La fresa corta no solamente con los dientes de su periferia sino también con los frontales. Las virutas son de espesor uniforme.

◆ **Figura 24. Fresado cilíndrico**



**Figura 25. Fresado frontal,
Planeado.**



Operaciones que realizan las fresadoras. La fresadora es muy versátil, debido a ello puede ejecutarse en ella una gran variedad de operaciones. Sin embargo, se tienen en cuenta unas pocas operaciones bases para la gran variedad de trabajos a realizar.

◆ **Planeado** (véase la figura 25). Esta es una de las operaciones más simples. Se realiza en la fresadora por medio de fresas ordinarias de planear, cuyo diámetro varía. Este fresado puede ser realizado con fresas cilíndricas o frontales. Las piezas trabajadas de esta forma son normalmente de forma rectangular y se fijan en una mordaza.

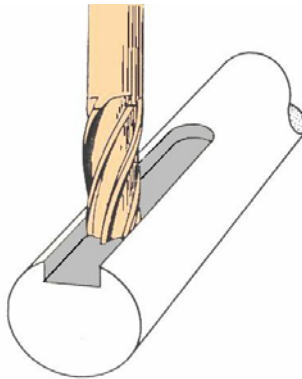
El acabado de una superficie situada en ángulo recto con el eje de la fresa es llamado planeado frontal. Esto no quiere decir que los dientes frontales hagan el corte; de hecho, los dientes situados en la periferia hacen todo o casi todo el corte.

◆ **Ranurado.** Pueden realizarse tres clases principales de ranuras:

- Ranuras rectas,
- Ranuras de forma y
- Chaveteros.

◆ **Ranuras rectas** (véase la figura 26). Esta operación, consiste en tallar una ranura recta en la pieza, puede efectuarse, bien con una fresa frontal, trabajando con su eje de giro normal a la superficie o bien con una fresa con eje de giro paralelo a la pieza, según la disposición y dimensiones de la ranura. Este trabajo puede efectuarse, igualmente, con fresa cilíndrica de tres cortes.

Figura 26. Fresado de ranuras rectas



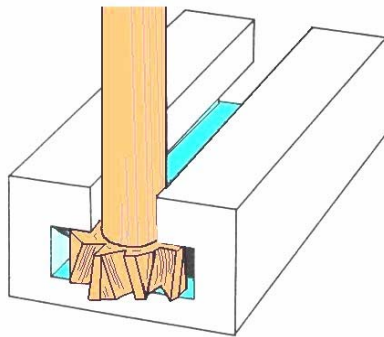
◆ **Ranuras de forma.** (véase la figura 27). El objeto de esta operación, por ejemplo, es fresar la parte más ancha de las ranuras de las mesas de máquinas herramienta. Se realiza con fresas especiales de corte lateral y con los dientes dispuestos en tal forma que dan la configuración de la ranura deseada. La

práctica general al fresar una ranura de forma, es fresar primero la parte superior y más estrecha de la ranura con una fresa ordinaria o frontal, y luego la parte inferior y más ancha con una fresa especial de ranurar en la forma deseada.

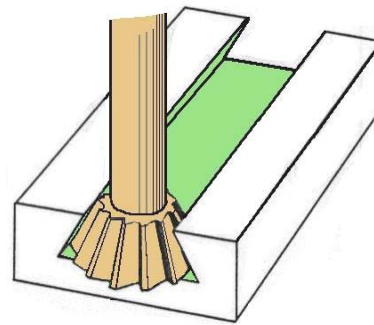
◆ **Chaveteros** (véase la figura 28). Se utilizan fresas de mango especiales para este fin. Un ejemplo de ello, es el fresado de asientos para chavetas Woodruff o de media luna, por medio de fresas que penetran verticalmente en el material hasta una profundidad igual al radio de la chaveta menos la mitad de su espesor.

Figura 27. Fresado de ranuras de forma

a) Ranura en forma de T



b) Ranura en forma de cola de milano



◆ **Corte** (véase la figura 29). El corte se realiza con fresas sierras en forma de disco de 0,5 a 6 mm de espesor y hasta 300 mm de diámetro. Sus caras laterales están ligeramente vaciadas para evitar el rozamiento con la fresa.

Figura 28. Fresado de Chaveteros

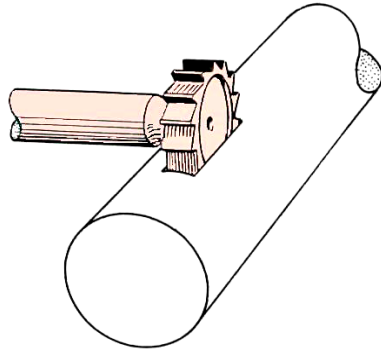
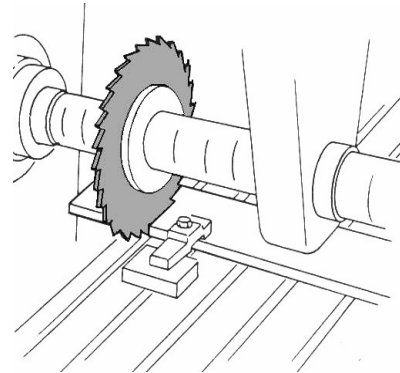
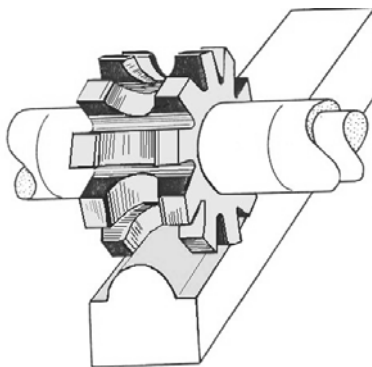


Figura 29. Corte



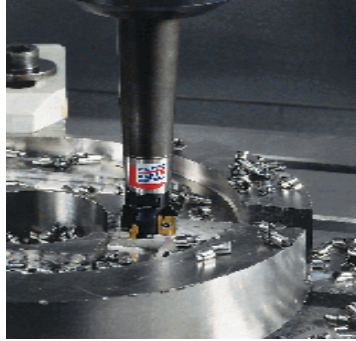
♦ **Perfilado** (véase la figura 30). Consiste esta operación en labrar una superficie de perfil determinado. Se emplean para esto fresas de línea periférica adecuada al perfil que se desea obtener. Se encuentran, incluso fresas de dos cortes; obteniéndose con estas profundidades de corte con muchas opciones de chaflanes de vértice y de radios, siempre generando un ángulo efectivo de 90° .

Figura 30. Perfilado



♦ **Fresado circular** (véase la figura 31). Esta operación, también denominada contorneado, se realiza en las fresadoras provistas de un plato circular con movimiento de rotación automático. Se utilizan generalmente fresas cilíndricas en posición vertical.

Figura 31. Fresado circular



♦ **Taladrado** (véase la figura 32). En este caso la herramienta está destinada a realizar operaciones de agujereado a través de una fresa en rotación y avance simultáneo, sin darle profundidad, que penetra en el material arrancando viruta estando la pieza fija.

Figura 32. Taladrado con la fresa.

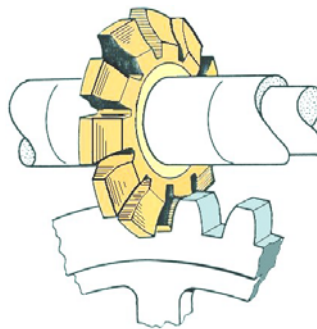


El taladrado es hecho especialmente para realizar agujeros que se utilizan para alojar remaches, tornillos, pernos, émbolos, árboles, etc., ó para dar salida a gases, líquido, etc.

♦ **Fresado de ruedas dentadas.** Por medio de ruedas dentadas se transmiten movimientos de rotación y movimientos de torsión. La transmisión es desmodrómica porque engranan entre sí los dientes y los espacios entre diente y diente. El tallado de los engranajes por fresado, es decir, por movimiento de corte circular de una herramienta, aunque no se realice normalmente en máquinas fresadoras convencionales puede ser practicado por los siguientes procedimientos.

♦ **Con fresas de módulo** (véase la figura 33). Utilizando una fresa cuya sección cortante es idéntica al del intra diente se pueden entallar ruedas dentadas en fresadoras ordinarias. Para citar un ejemplo esta el caso del tallado de ruedas cilíndricas, donde se efectúa con la ayuda de una fresa de perfil constante (fresa módulo) la cual gira y forma el hueco correspondiente a un diente, en la rueda a tallar, de modo que éste queda terminado de una o varias pasadas.

Figura 33. Fresado de engranajes con fresa de módulo



♦ **Con Fresas de punta** (véase la figura 34). También se utilizan para entallado de algunos tipos de engranajes, fresas de punta, cuya sección tiene también la forma del intra diente. Generalmente este procedimiento solo se utiliza para entallado de ruedas Chevrón de gran tamaño, de módulos superiores a 20, empleadas en la maquinaria de minas, laminadores, etc.; Las

fresas de punta tienen las aristas cortantes repartidas en una superficie de revolución alrededor de su eje, siendo su sección longitudinal la del intradiente del dentado.

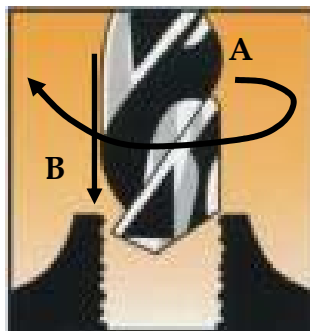
Figura 34. Fresado de engranajes con fresa de punta



4.1.3 Taladrado

Generalidades. El taladro es una máquina herramienta destinada a realizar operaciones de agujereado a través de una herramienta en rotación y avance simultáneo, que penetra en el material arrancando viruta estando la pieza fija. Los movimientos de trabajo de las taladradoras (véase la figura 35) son:

Figura 35. Movimientos de trabajo de las taladradoras.



- *Movimiento de corte (A):*
Por rotación de la herramienta.
- *Movimiento de avance (B):*
Por desplazamiento axial de la herramienta.
- *Movimiento de profundidad de pasada:*
No existe, utilizando brocas cilíndricas, con brocas cónicas puede considerarse que hay uno ligero.

La taladradora es una máquina concebida especialmente para realizar agujeros con los más diversos fines, así, por ejemplo, se utilizan para alojar remaches, tornillos, pernos, émbolos, árboles, etc., ó para dar salida a gases, líquido, etc., y aunque pueden realizarse por otros procedimientos, con ninguno de ellos puede obtenerse orificios con la precisión, limpieza, profundidad, como por taladrado. Sin embargo las aplicaciones de la taladradora no se limitan a la realización de agujeros sino que se extiende a otras operaciones.

Operaciones realizables con las taladradoras.

♦ **Agujereado** (véase la figura 36). Con las taladradoras se realiza, en primer lugar, agujeros, que es la operación principal para las que han sido creadas. Según atraviesen o no la pieza, los agujeros se dividen en ciegos ó pasantes.

Figura 36. Agujereado, a) ciego, b) pasante



◆ **Escariado.** Generalmente el agujero ejecutado, con la broca, no es perfecto y no permite un ajuste de precisión por las siguientes razones:

- La superficie interior del agujero es rugosa.
- El agujero no es perfectamente cilíndrico, debido al juego de la broca y, también, a su flexión.
- El diámetro no es preciso y casi siempre es superior al diámetro de la broca, debido al afilado imperfecto y al juego.
- El eje geométrico del agujero sufre, en ciertos casos, una ligera inclinación.

Resulta que, cuando son exigidos, agujeros rigurosamente precisos, para permitir ajustes de ejes y pernos, son necesarios escariarlos; en estos casos, se usa una herramienta de corte denominada escariador, capaz de dar al agujero:

- Perfecto acabado interior, produciendo una superficie lisa.
- Diámetro de precisión con una aproximación hasta 0,02 mm o menos; a esto se llama escariar el agujero, o sea, llevarlo a la cota exacta al agrandar ligeramente su diámetro, con precisión.
- Corrección del agujero ligeramente desviado.

En el escariado se identifican principalmente dos procesos:

◆ **Escariado cilíndrico** (véase la figura 37). Es dar terminación a la superficie del agujero, en dimensión, forma y calidad. Se utiliza para obtener agujeros con la finalidad de introducir ejes o bujes.

Figura 37. Escariado cilíndrico



Figura 38. Escariado cónico



- ◆ **Escariado cónico** (véase la figura 38). Es dar terminación a la superficie del agujero, en dimensión, forma y calidad, a través de la rotación y penetración de una herramienta cónica, que tiene, en su superficie, filos rectos o helicoidales. Se utiliza para obtener agujeros con la finalidad de introducir pernos cónicos, ejes o bujes.
- ◆ **Abocardado** (véase la figura 39). Consiste en quitar las rebabas que quedan después de efectuar un taladrado, con el fin de dejar una superficie libre de rebabas o filos que afectarían el ajuste de las piezas.
- ◆ **Refrentado** (véase la figura 40). Consiste esta operación en aplanar la superficie que circunda el orificio, para obtener un adecuado asentamiento de las arandelas, cabezas de tornillos u otros elementos que tengan que apoyar contra esa superficie. Las herramientas para refrentar aseguran la concéntrica de la superficie producida con el agujero.

Figura 39. Abocardado.



Figura 40. Refrentado



Figura 41. Penetrado



♦ **Penetrado** (véase la figura 41). Esta operación consiste en ensanchar el diámetro del agujero hasta una determinada profundidad; dejando el peldaño con asiento plano con el fin de alojar la cabeza de un tornillo, vástago o remache y piezas diversas. En ese rebaje, ellas quedan alojadas presentando mejor aspecto y evitando el peligro de las partes sobresalientes. A veces, el rebaje sirve para alojar bujes usándose generalmente en su ejecución avellanador de láminas.

♦ **Avellanado** (véase la figura 42). En lugar de realizar cajas cilíndricas, como en el caso del penetrado, la operación de avellanado consiste en dar forma cónica al extremo de un agujero utilizando la taladradora y el avellanador, con el fin de alojar tornillos o roblones de cabeza cónica. Se diferencia del abocardado de que este solo trata de limpiar y el avellanado de alojar. Pueden conseguirse avellanadores para ángulos de 45°, 53°, 60°, 78° ó 90°.

Figura 42. Avellanado

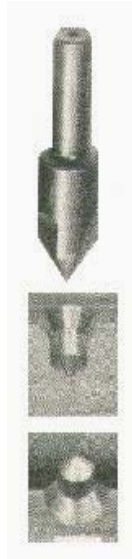


Figura 43. Barrenado



◆ **Barrenado** (véase la figura 43)[⊕]. Consiste en agrandar, mediante útiles de desbastar un agujero previamente efectuado. El objetivo del barrenado consiste en corregir cualquier excentricidad existente en la perforación antes de proceder a escariar. También puede ocurrir que un agujero deba barrenarse porque no se cuenta con la broca de la dimensión apropiada o no esta disponible el escariador requerido. En este caso puede utilizarse una barra o eje rígido para barrenar con una cuchilla postiza. Para ejecutar la operación se perfora un agujero que a continuación se agranda barrenándolo y cuando es necesario, se concluye la ejecución con una operación de escariado.

[⊕] Algunos autores llaman *barrenado* a la operación de aumentar el diámetro de un agujero por medio de una herramienta de una sola punta, efectuándolo de una manera similar al torneado simple; esta operación se denomina en muchos talleres "cilindrado interior". Las operaciones de alesar o torneear interiormente se llaman también *mandrilado*. En realidad, el penetrado y el avellanado son casos particulares del barrenado.

♦ **Roscado** (véase la figura 44). Se inicia la operación haciendo en la pieza, con la taladradora, el agujero adecuado. Después se cambia la broca por el macho de roscar, y en cuanto muerde la pieza, se hace avanzar el macho automáticamente. Una vez terminada la rosca, se saca el macho invirtiendo el sentido de rotación.

♦ **Agujero centro** (véase la figura 45). Es abrir un orificio de forma y dimensión determinadas, con una herramienta denominada broca de centrar.

Figura 44. Roscado con el taladro



Figura 45. Agujero centro



El agujero centro esta formado por:

- Una parte tronco cónica con un ángulo igual a 60° .
- Un orificio cilíndrico de pequeño diámetro que evita el rozamiento del extremo del punto y a la vez hace de depósito de lubricante.

Esta operación se hace, en general, en materiales que necesitan ser trabajados entre puntas o entre plato y punta. A veces se hace agujero centro como paso previo para agujerear con broca común.

4.1.4 Roscado

Las roscas. Se denomina rosca, al resalte o acanalado ejecutado en forma de hélice, sobre un cuerpo cilíndrico o cónico, mediante una herramienta de forma apropiada según el tipo de rosca que se desea labrar.

Las roscas tienen dos aplicaciones principales:

- Como elementos de fijación y de uniones desmontables. Aquí figuran la diversidad de tornillos, pernos, espárragos, etc.

- Como sistemas transformadores del movimiento. Cuando en virtud del movimiento de rotación de un husillo roscado se obtiene un movimiento de avance como sucede, por ejemplo, en los carros de las máquinas herramienta, en prensas de husillo, en los instrumentos de medición, etc. En todo caso, una rosca por si misma no constituye mecanismo, pues se hace preciso el conjunto simultáneo de rosca exterior o tornillo, con rosca interior o tuerca con un ajuste nada sencillo en realidad, pues intervienen en él tres factores, circunferencia, ángulo y paso.

Mecanizado de roscas. La conformación industrial de las roscas se realiza generalmente por arranque de material y por laminación. Las roscas pueden obtenerse por distintos procedimientos, por ejemplo, con machos de roscar y con terrajas a mano o a máquina, con útiles de roscar en el torno, por fresado,

por esmerilado y por laminado. A veces se hacen también roscas por prensado y por colada.

La elección del procedimiento de mecanizado se rige por el número de piezas a roscar y por la exactitud y calidad superficial exigidas.

◆ **El roscado con machos de roscar y con terrajas** (véanse las figuras 46, 47 y 60). Es sencillo y económico. Se emplea preferentemente para el mecanizado de roscas de perfil triangular cuando no se exige una calidad especial a la rosca, por ejemplo, en roscas de sujeción. Aunque se encuentran otras formas de filete, por ejemplo, los de perfil trapecial, donde se emplean machos o terrajas adecuadas.

El movimiento principal lo realiza la pieza. Con objeto de que la rosca no resulte oblicua, se conducen el macho de roscar o la terraja con la pínula del cabezal móvil. El macho de roscar se atornilla en el agujero del núcleo previamente taladrado y va entallando los filetes de rosca. La terraja corta los filetes atornillándose en el perno previamente mecanizado.

Figura 46. Terraja de roscar



Figura 47. Acción de la terraja sobre la pieza en movimiento

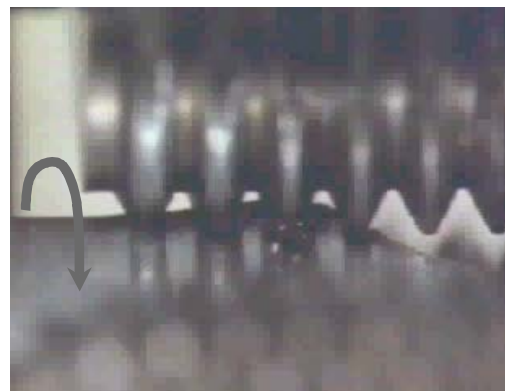


Figura 48. Roscado exterior con terraja



Figura 49. Roscado con útil



◆ **El roscado con útil o cuchilla de roscar** (véase la figura 49). Es más largo que el roscado en que se emplean machos de roscar o terrajas porque el útil de roscar tiene que dar varias pasadas para dejar la rosca completamente mecanizada. Tiene, no obstante, la ventaja de que pueden realizarse por este procedimiento con mayor exactitud roscas de cualquier tamaño y forma.

Los útiles de roscar son útiles de forma que tiene que coincidir con el perfil de la rosca que se desea. Las roscas en el torno se hacen generalmente por medio de una herramienta cuyo corte tiene el mismo perfil de la rosca, montada en el carro porta-herramientas, que avanza con el paso adecuado a la rosca que realiza, tallando el filete en la pieza que gira sincronizadamente

4.1.5 Rectificado. Es un proceso de remoción de material en el cual las partículas abrasivas están contenidas en una rueda de esmeril aglutinado que opera a altas velocidades. La rueda tiene forma de disco balanceado debe estar muy bien balanceada para soportar las altas velocidades de rotación. El proceso es muy similar al del fresado, en ambas técnicas el corte ocurre en la periferia o el frente del útil.

❖ **Operaciones de rectificado.** Tradicionalmente, el rectificado se usa para piezas cuya geometría ha sido creada por operaciones anteriores, por consiguiente el rectificado se ha de realizar a cuerpos cilíndricos en su exterior e interior, contornos como roscas y superficies planas.

◆ **Rectificado superficial.** Se realiza normalmente con la periferia de la rueda abrasiva o con su cara plana dependiendo de la superficie de la pieza, el trabajo se realiza con un movimiento relativo entre la superficie de trabajo y la herramienta.

◆ **Rectificado cilíndrico.** Como su nombre lo indica, esta operación se usa para partes rotacionales, estas operaciones se dividen en tipos básicos; el rectificado cilíndrico exterior y el rectificado cilíndrico interior. Estas operaciones se realizan de forma similar a las respectivas operaciones de torneado. La figura 50 muestra algunas piedras abrasivas utilizadas para esta operación en Transejes.

4.1.6 Brochado. El brochado se realiza usando una herramienta de corte de dientes múltiples que se mueve linealmente con relación al trabajo en dirección al eje de la herramienta. La herramienta de corte se llama brocha y la máquina herramienta brochadora. Este método de maquinado tiene algunas ventajas como el buen acabado superficial, tolerancias estrechas y una gran variedad de formas posibles de trabajo. Debido a la geometría de la brocha y a que frecuentemente se diseña a la medida, la herramienta es costosa. el material que se remueve totalmente en un solo paso de la brocha es el resultado acumulativo de todos los pasos de la herramienta. La figura 51 muestra un grupo de brochas utilizadas en Transejes.

Figura 50. Piedras Abrasivas



Figura 51. Brochas utilizadas en Transejes.



4.2 DESCRIPCION DE LAS LINEAS DE MECANIZADO

Las líneas de mecanizado de THC TRANSEJES Colombia están encargadas de mecanizar los principales componentes para los ejes homocinéticos, ver figura 52.

Figura 52. Ejes homocinéticos.



4.2.1 Línea de Juntas Fijas

❖ **Generalidades.** La línea de producción de juntas fijas es una de las más importantes de la planta de THC. El producto terminado es la junta fija, ver figura 53 y 54, la cual es un componente de primer orden en el eje homocinético.

❖ **Operaciones.** Las siguientes son las principales operaciones y suboperaciones con sus respectivos códigos y las máquinas en las cuales se realiza dicha operación de la línea de Juntas Fijas, ver tabla 1.

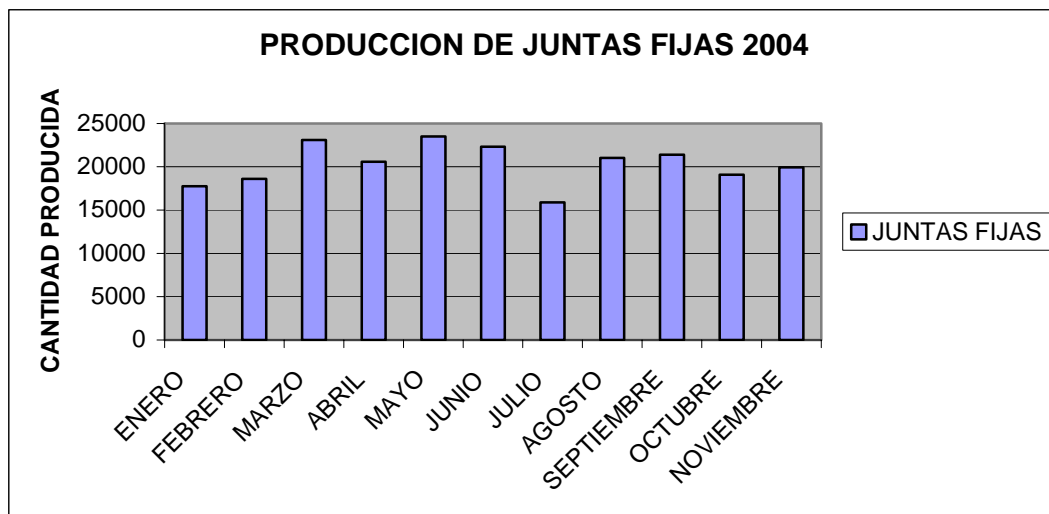
Tabla 1. Operaciones de la línea de juntas fijas

SUBOPERACION	CODIGO	OPERACION	COD_OP	MAQUINA
CENTRADO JUNTA FIJA	1001	CENTRADO Y REFRENTADO	010	DRILL-UNIT
REFRENTADO JUNTA FIJA	1002	CENTRADO Y REFRENTADO	010	DRILL-UNIT
DESBASTE ASIENTO BOCIN	2001	TORNEADO EXTERIOR	020	NILES-AVENGER
DESBASTE DEL CUERPO	2002	TORNEADO EXTERIOR	020	NILES-AVENGER
TERMINADO DEL CUERPO	2003	TORNEADO EXTERIOR	020	NILES-AVENGER
RANURA	2004	TORNEADO EXTERIOR	020	NILES-AVENGER
GARGANTA	2005	TORNEADO EXTERIOR	020	NILES-AVENGER
DESBASTE INTERIOR	3001	TORNEADO INTERIOR	030	MAZAK-OKUMA
DESBASTE EXTERIOR	3002	TORNEADO INTERIOR	030	MAZAK-OKUMA
CENTRADO	3003	TORNEADO INTERIOR	030	MAZAK-OKUMA
RANURA 2	3004	TORNEADO INTERIOR	030	MAZAK-OKUMA
FRESADO DESBASTE	4001	FRESADO DE LAS PISTAS	040	EXCELLO
FRESADO TERMINADO	4002	FRESADO DE LAS PISTAS	040	EXCELLO
FRESADO RANURA	7001	FRESADO RANURA	070	PONAR REMO
ROLADO JUNTA FIJA	8001	ROLADO Y ROSCADO	080	ROTOFLO
ROSCADO JUNTA FIJA	8002	ROLADO Y ROSCADO	080	ROTOFLO
RANURADO	8301	RANURADO JUNTA FIJA	083	NILES-MAZAK
RECTIF. EXT. CON P.ABRASIVA	11001	RECTIFICADO EXTERIOR	110	SASE-200
RECTIF. EXT. CON DIAMANTE	11002	RECTIFICADO EXTERIOR	110	SASE-200
POLICHADO DIAMETRO BOCIN	11501	POLICHADO DIAMETRO BOCIN	115	POLICHADORA
RECTIF. CANASTILLA P. CILINDRICA	12001	RECTIFICADO CANASTILLA	120	SI-4A
RECTIF. CANASTILLA P. RADIAL	12002	RECTIFICADO CANASTILLA	120	SI-4A
RECTIF. CANASTILLA DIAMANTE	12003	RECTIFICADO CANASTILLA	120	SI-4A
RECTIF. PISTAS P. ABRASIVA	13001	RECTIFICADO PISTAS	130	EXCELLO
RECTIF. PISTAS CON DIAMANTE	13002	RECTIFICADO PISTAS	130	EXCELLO
PERFORADO HUECO PIN	14301	PERFORADO HUECO PIN	143	SUGINO
ROSCADO INTERIOR	14401	ROSCADO INTERIOR	144	SUGINO

Como ya se observo cada operación antes descrita puede llevar una o varias suboperaciones, dependiendo de la complejidad de la pieza a fabricar y si es forja de precisión o nó. La secuencia de operaciones se puede observar en el Lay-out de la figura 66.

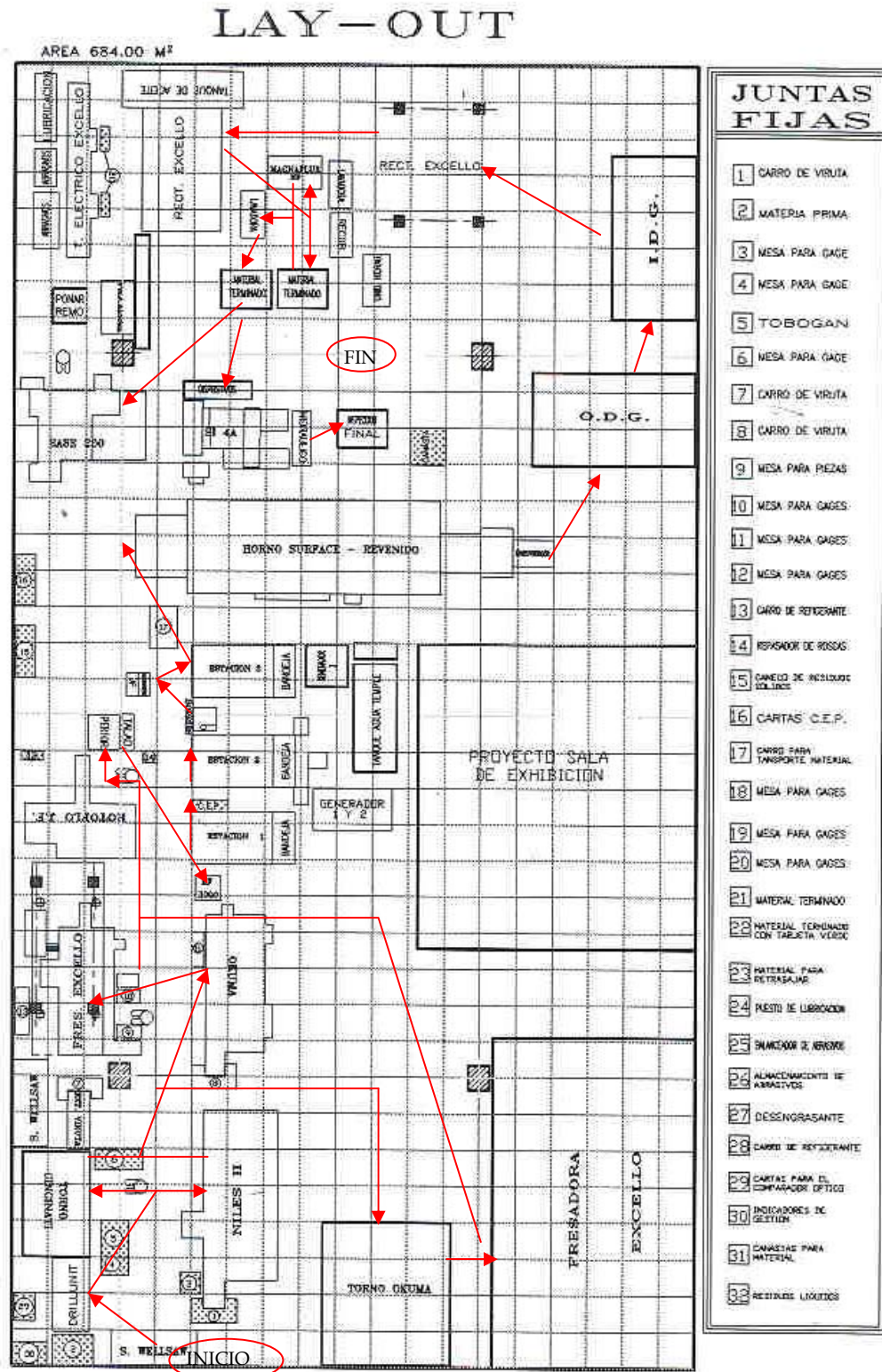
❖ **Producción.** A continuación se muestra la producción del 2004 en la línea de juntas fijas, se lleva un registro mes a mes de esta para realizar un registro anual de operaciones por línea de mecanizado, ver figura 55.

Figura 55. Producción de juntas fijas 2004.



Como se ilustra en la figura la producción de juntas fijas tanto para ensamble de ejes homocinéticos como para mercado de reposición osciló entre quince mil y veinticinco mil unidades mensuales en el año de 2004. Para 2005 se proyecta aumentar el mercado en un 20% para alcanzar topes de treinta mil unidades mensuales de diferentes modelos. Los modelos producidos en esta línea se pueden observar en el Anexo C de este proyecto.

Figura 56. Lay-Out de la línea de Juntas Fijas



4.2.2 Línea de Interejes

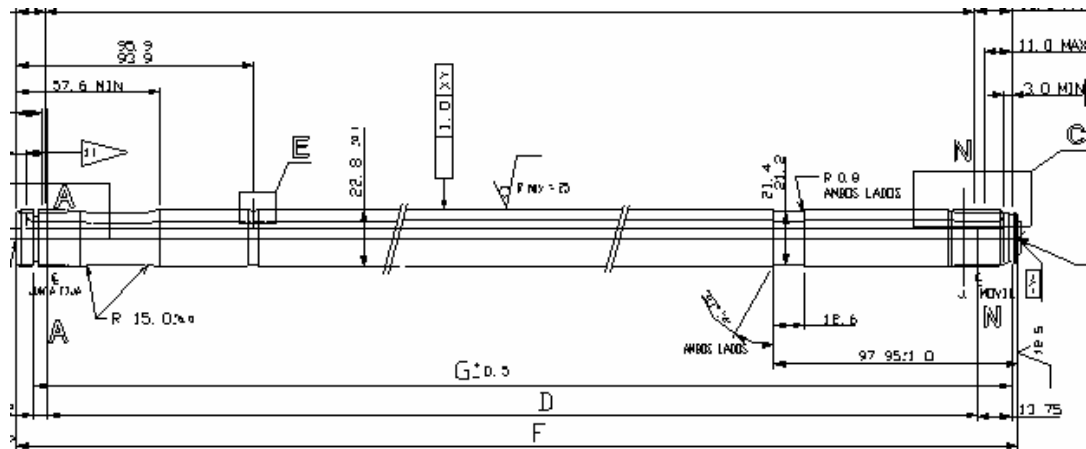
❖ **Generalidades.** Esta línea de producción es la segunda en importancia en la planta de THC. El producto terminado es el Intereje, ver figuras 57 y 58, el cual es un componente de primer orden en el eje homocinético.

Figura 57. Intereje



La Cooperativa de Trabajo Asociado encargada de las labores en ésta línea se llama “Ensamblados y Mecanizado” en 3 turnos de 8 horas cada uno.

Figura 58. Plano de Intereje.



❖ **Operaciones.** Las siguientes son las principales operaciones de la línea de interejes con sus respectivos códigos y las máquinas en las cuáles se realiza dicha operación en tabla 2.

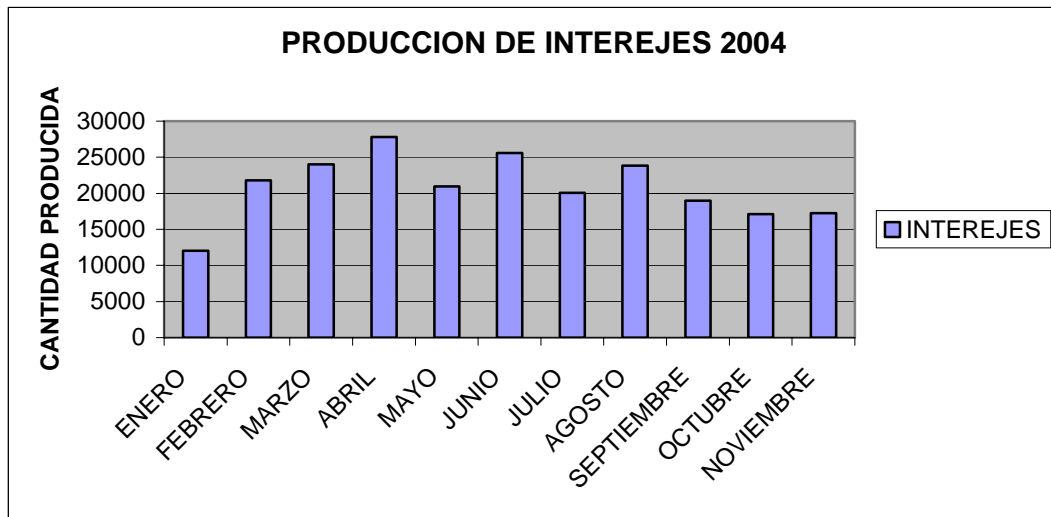
Tabla 2. Operaciones de la línea de interejos.

SUBOPERACION	CODIGO	OPERACION	COD_OP	MAQUINA
CENTRADO INTEREJES	2001	CENTRADO Y REFRENTADO INTEREJE	020	ENDOMATIC
REFRENTADO INTEREJE	2002	CENTRADO Y REFRENTADO INTEREJE	020	ENDOMATIC
TORNEADO TERMINADO	5001	TORNEADO INTEREJES	050	DETROIT-DUBIED-NILES
TORNEADO RANURADO	5002	TORNEADO INTEREJES	050	DETROIT-DUBIED-NILES
ROLADO LADO J.FIJA	6001	ROLADO LADO JUNTA FIJA	060	ROTOFLO
ROLADO LADO J. MOVIL	6501	ROLADO LADO JUNTA MOVIL	065	ROTOFLO
RANURADO 1	7001	RANURADO INTEREJES	070	DUBIED 1
RANURADO 2	7002	RANURADO INTEREJES	070	DUBIED 1
RANURADO 3	7003	RANURADO INTEREJES	070	DUBIED 1
RANURADO 4	7004	RANURADO INTEREJES	070	DUBIED 1
RECTIF. INTEREJE CON P ABRASIVA	11001	RECTIFICADO INTEREJES	110	LANDIS

Cada una de las anteriores operaciones mostradas en la tabla 2, pueden contener una o varias suboperaciones como se observó y a su vez van a registrar una única herramienta para la ejecución de cada una de estas. La secuencia de operaciones se ilustra en la figura 59 (Lay-Out de la línea de Interejes)

❖ **Producción.** La producción de interejos se muestra a continuación, vale la pena mencionar que esta línea es la que mayor números de parte o piezas distintas fabrica sin decir que en mayor cantidad. En la figura 60 se observa la producción de interejos durante el año 2004 con una oscilación entre doce mil y veintisiete mil unidades, se planea que para el año 2005 la producción este constante alrededor de las veintiocho mil unidades para los diferentes modelos que se producen.

Figura 60. Producción de Interejes.



Los principales números de parte o piezas producidas en esta línea se pueden observar en el anexo D de este proyecto.

4.2.3 Línea de Tulipas

❖ **Generalidades.** La línea de producción de Tulipas es en su orden de importancia la número tres en la planta de THC.

Figura 61. Tulipas



SUBOPERACION	CODIGO	OPERACION	COD_OP	MAQUINA
CERRADA		TULIPA		
REFRENTADO BASE CAMPANA	1801	REFRENTADO BASE CAMPANA	018	CINCINNATTI
DESBASTE TERMINADO T. CERRADA	2001	TORNEADO TERMINADO	020	CINCINNATTI-OKUMA
TERMINADO TULIPA CERRADA	2002	TORNEADO TERMINADO	020	CINCINNATTI-OKUMA
GARGANTA TULIPA CERRADA	2003	TORNEADO TERMINADO	020	CINCINNATTI-OKUMA
REFRENTADO TULIPA CERRADA	2004	TORNEADO TERMINADO	020	CINCINNATTI-OKUMA
RANURADO TULIPA CERRADA	2005	TORNEADO TERMINADO	020	CINCINNATTI-OKUMA
DESBASTE 1 TULIPA HEMBRA	3001	TORNEADO TULIPA HEMBRA	030	CINCINNATTI
DESBASTE 2 TULIPA HEMBRA	3002	TORNEADO TULIPA HEMBRA	030	CINCINNATTI
PERFORADO	3003	TORNEADO TULIPA HEMBRA	030	CINCINNATTI
BROCHADO	4001	BROCHADO TULIPAS	040	BROCHADORA COLONIAL
ROLADO TULIPA	6001	ROLADO TULIPAS	060	ROTOFLO
ROLADO HELICOIDAL	6002	ROLADO TULIPAS	060	ROTOFLO
RANURADO DEL ESTRIADO	6501	RANURADO DEL ESTRIADO	065	OKUMA
RECTIFICADO CON PIEDRA ABRASIVA	12001	RECTIFICADO TULIPAS	120	LANDIS
RECTIFICADO CON DIAMANTE	12002	RECTIFICADO TULIPAS	120	LANDIS

Como se pudo observar en la anterior tabla, cada operación puede contener una o más suboperaciones dependiendo de la complejidad de la pieza o el número de parte que se esté mecanizando.

❖ **Producción.** La producción de tulipas se muestra en la figura 64 donde se observa bastante fluctuación debido a que es una línea relativamente nueva en la planta, hacia el segundo semestre de 2004 se logró estabilizar un poco la producción haciendo que esta línea fuera más importante para la empresa dado que se alcanzaron picos de producción de diez mil y hasta catorce mil unidades de tulipas.

Figura 63. Lay-Out de la línea de Tulipas.

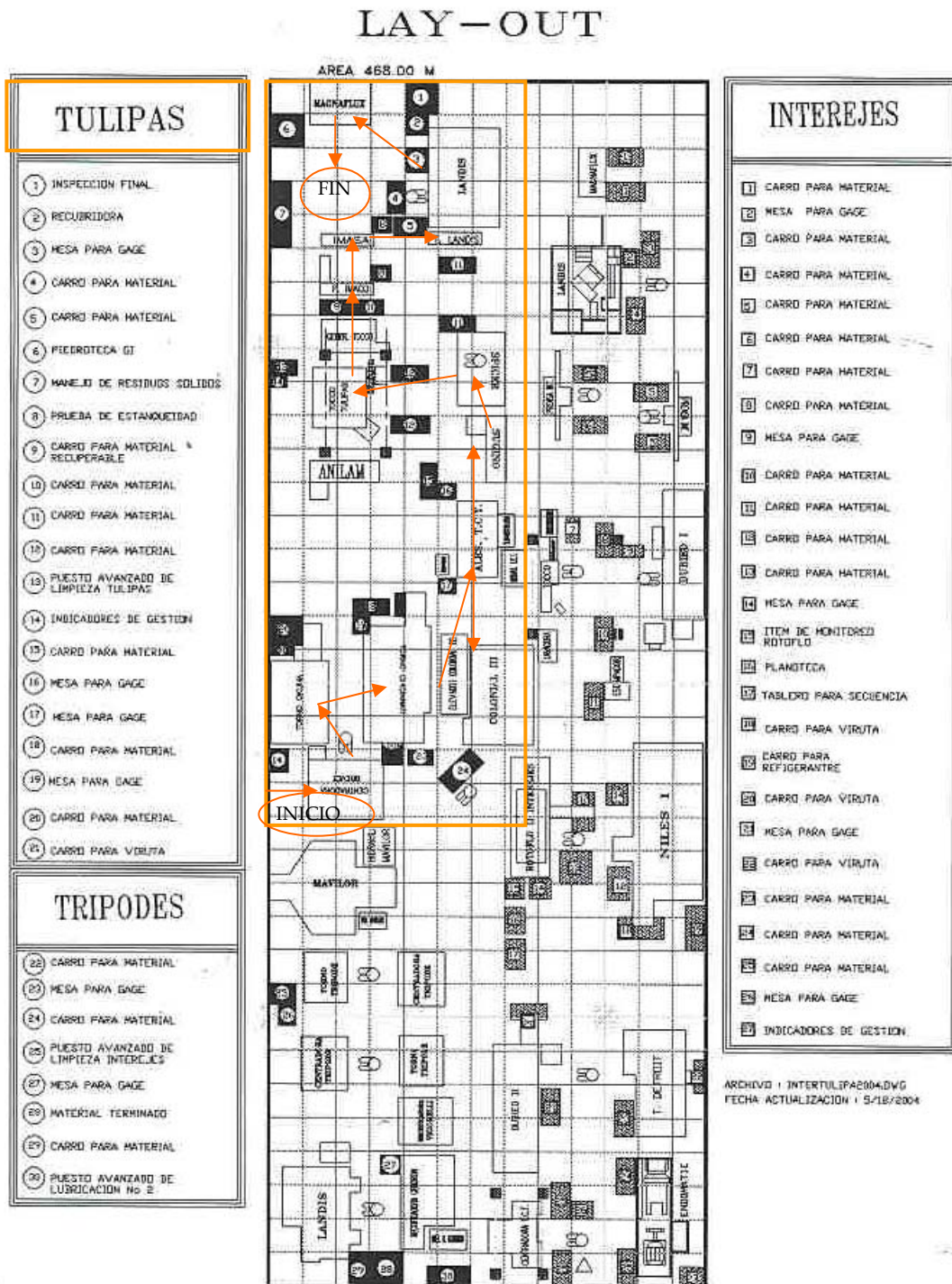
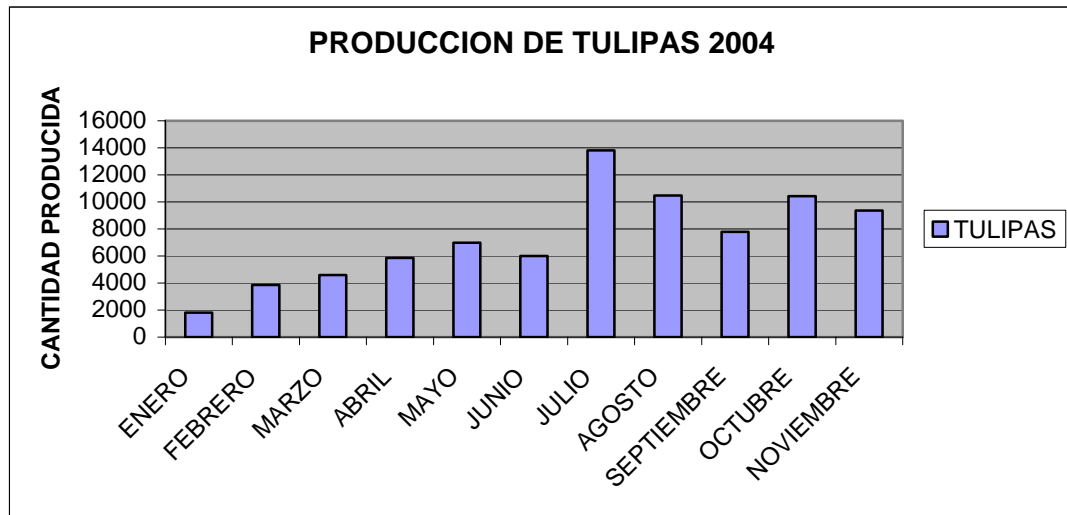


Figura 64. Producción de Tulipas.



Los principales números de parte producidos en la línea de Tulipas se pueden observar en el Anexo E.

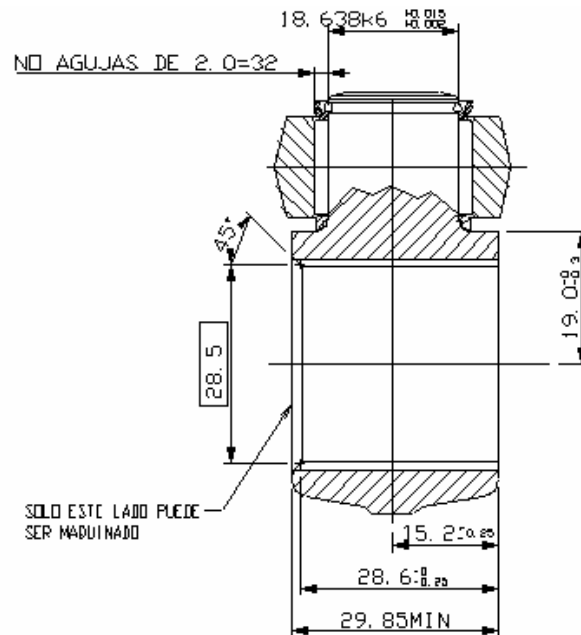
4.2.4 Línea de Trípodes

❖ **Generalidades.** La línea de producción de Trípodes en su orden de importancia la número cuatro en la planta de THC cuenta con poca producción de unidades debido a la geometría compleja de las piezas, ya se aplicaron correctivos tecnológicos al respecto.

Figura 75. Trípode



Figura 66. Plano de Trípode



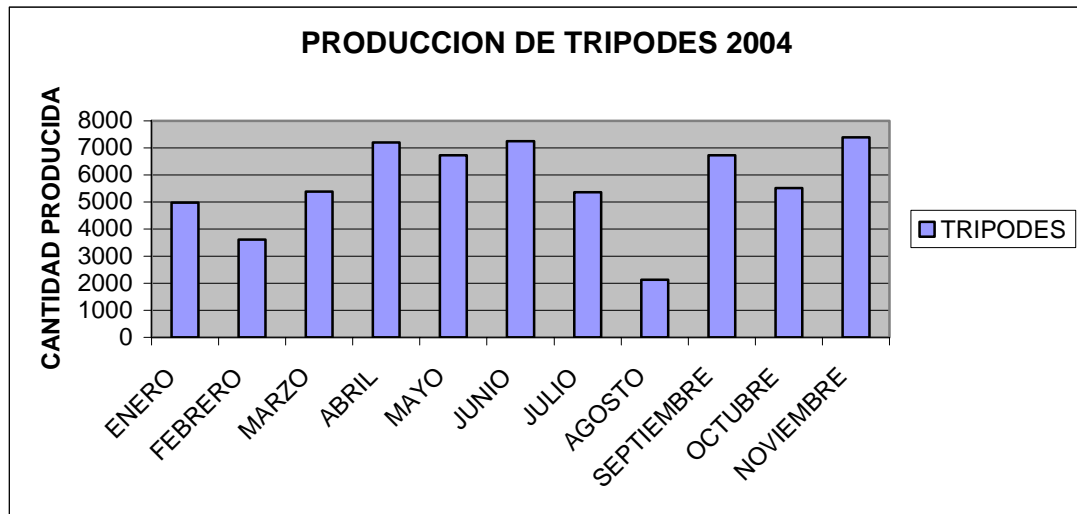
❖ **Operaciones.** Las principales operaciones de la línea de Trípodes se muestran a continuación en la siguiente tabla 4 así como la secuencia de operaciones se ilustra en la figura 67.

Tabla 4. Operaciones de la línea de Trípodes

SUBOPERACION	CODIGO	OPERACION	COD_OP	MAQUINA
DESBASTE 1 TRIPODE	1001	TORNEADO TRIPODES	010	CINCINNATTI
DESBASTE 2 TRIPODE	1002	TORNEADO TRIPODES	010	CINCINNATTI
BROCHADO TRIPODE	2001	BROCHADO TRIPODES	020	BROCHADORA COLONIAL
RANURA TRIPODE	3001	TORNEADO TRUNNIOS	030	MAVILOR
TORNEADO TRIPODE	3002	TORNEADO TRUNNIOS	030	MAVILOR
PERFORADO TRIPODE	3003	TORNEADO TRUNNIOS	030	MAVILOR
RECTIF. TRIPODES CON P. ABRASIVA	9001	RECTIFICADO TRIPODES	090	LANDIS-GENDRON
RECTIF. TRIPODES CON DIAMANTE	9002	RECTIFICADO TRIPODES	090	LANDIS-GENDRON

❖ **Producción.** La producción de trípodes ha alcanzado picos de siete mil unidades en el año 2004 como se muestra en la figura 68.

Figura 68. Producción de Trípodes.



Los principales números de parte producidos en la línea de Trípodes se muestran en la siguiente tabla, hasta el momento son solo cinco los modelos producidos pero se espera aumentar esta cantidad mínimo en un 200% para el año 2005.

Tabla 5. Modelos de trípodes producidos.

NUMERO DE PARTE	APLICACION
350202T	R9
35003T	R21/TRAIL BLAZER
350905T	FORD FIESTA
350104T	FIAT PALIO
350807T	GRAND VITARA

5. DESGASTE EN LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

5.1 ORIGENES

Hasta ahora, no se conoce material de herramientas que pueda resistir por completo el contacto y el roce, a temperaturas elevadas y a grandes presiones, sin cambio en su contorno original sobre cierto periodo de tiempo. Por lo cual, se hace necesario, pensar sobre el efecto de los factores del manejo o manipulación no sólo sobre el proceso de corte, sino también sobre la función de la herramienta de corte, extremadamente ligada al proceso de corte en sí.

5.2 FALLAS EN UNA HERRAMIENTA DE CORTE

La falla de la herramienta de corte ocurre cuando ya no es capaz de producir partes dentro de las especificaciones requeridas. El punto de la falla, junto con la cantidad de desgaste que determina esta falla, es una función del objetivo de maquinado. Como criterio para determinar la falla de la herramienta, pueden usarse en forma independiente o en combinación, la calidad de la superficie, la estabilidad dimensional, los esfuerzos cortantes, la potencia para el corte y la rapidez de la producción. Por ejemplo, en la operación de desbaste, los ángulos de la herramienta, las velocidades de corte, las profundidades de corte y los avances se escogen de tal forma que se obtenga una duración económica de la herramienta. Las condiciones para las cuales se obtiene una vida relativamente corta de la herramienta son antieconómicas porque los costos de reafilado o de reemplazo de la herramienta son comparativamente altos. Por otra parte, usar velocidades y avances muy

pequeños con los que se obtendría una gran duración de la herramienta es igualmente antieconómico en razón de la baja productividad. La calidad del producto debe considerarse cuando se intenta controlar las formas de falla de la herramienta. La falla repentina de la punta de la herramienta durante un corte causa frecuentemente daños a la superficie del trabajo. Este daño requiere volver a trabajar la superficie o posiblemente desechar la parte.

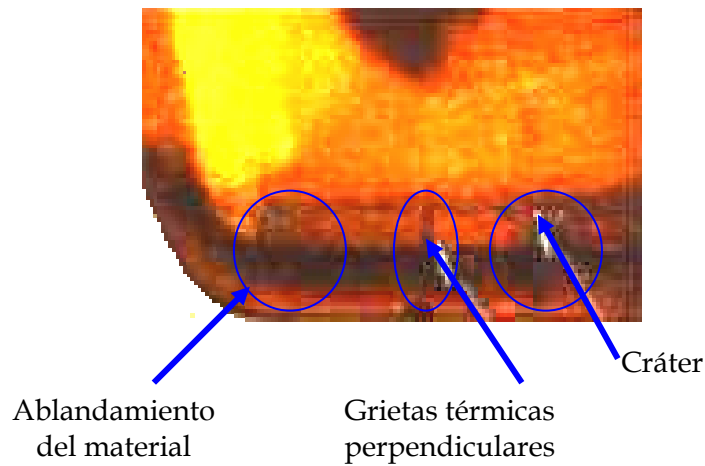
Para obtener una duración aceptable en la herramienta de corte y un buen trabajo en la pieza, se deben considerar las formas posibles de falla en dicha herramienta, durante el proceso de maquinado; como son la falla por temperatura, por fractura y el desgaste gradual.

Las fallas por fractura y temperatura dan como resultado una pérdida prematura de la herramienta de corte. Estas dos formas de falla son, por tanto, indeseables. De las tres posibles formas de falla es preferible el desgaste gradual, debido a que éste permite una mayor utilización de la herramienta con la ventaja económica asociada a un uso más prolongado.

El daño en la pieza se puede evitar si la selección de las condiciones de corte favorece el desgaste gradual de la herramienta y evitan la fractura o la falla por temperatura, o si la herramienta se cambia antes de que ocurra una falla catastrófica del borde o filo cortante.

5.2.1 Falla por temperatura. Esta falla ocurre cuando la temperatura de corte es demasiado alta para el material de la herramienta, causando ablandamiento en la punta, deformación plástica y pérdida del filo en el borde, obsérvese la figura 69.

Figura 69. Falla por temperatura



El calor se origina durante el desprendimiento de viruta, en tres secciones principalmente:

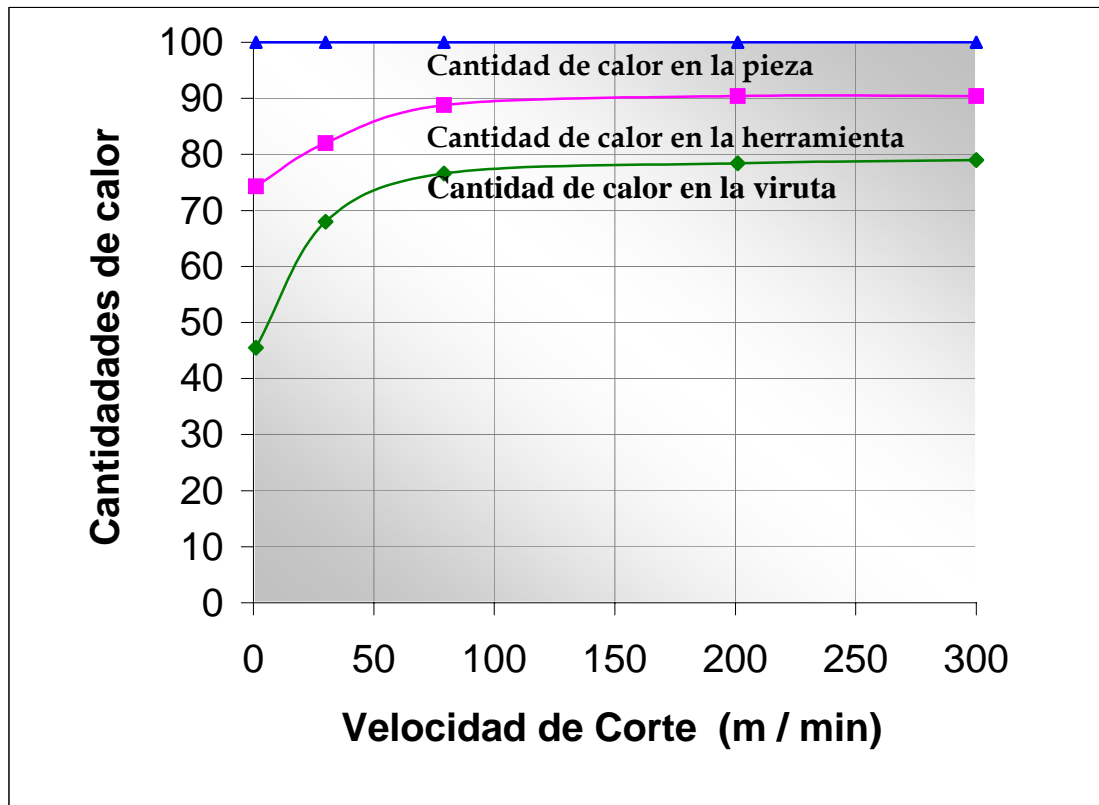
- En la zona de cizallamiento
- En la zona de fricción entre herramienta y viruta
- En la zona de fricción entre pieza y superficie de incidencia

También se puede establecer un porcentaje del calor total desprendido en los tres elementos que intervienen en el mecanizado; en la viruta, en la herramienta y en la pieza. En la figura 80, se ilustra comparativamente una proporción de dicho calor entre los elementos. Para disminuir el calor producido, y con ello las variaciones de las propiedades tanto de la pieza como de la herramienta, se tiene parámetros importantes, como son:

- Mediante la refrigeración, por medio del lubricante, evacuar la cantidad de calor lo más rápido posible.

- Por medio de recubrimientos en materiales duros impedir que el calor penetre rápidamente en la herramienta.
- Reducción de la velocidad de alimentación de material de la pieza.

Figura 70. Comparación del calor desprendido en el proceso de maquinado



5.2.2 Falla por fractura. Este modo ocurre cuando la fuerza de corte se hace excesiva en la punta de la herramienta, causando una ruptura de la herramienta con el consiguiente deterioro de la base de apoyo o del porta-herramientas, y a veces de la pieza trabajada, (véase figura 71). En ausencia de rigidez, o debido a una geometría de la herramienta inapropiada que proporcione un soporte inadecuado al borde cortante, la herramienta puede

fallar por fractura mecánica o desportillarse bajo la carga de los esfuerzos cortantes. Así como también, por la baja calidad de la herramienta, las condiciones de corte y los rompevirutas. ☒

Figura 71. Falla por fractura



Para evitar la fractura de una nueva herramienta, se tienen las siguientes recomendaciones:

- Cuando la carga es excesiva sobre la herramienta hay que reducir los parámetros de penetración aumentando el número de pasadas (reducir avance y/o la profundidad de pasada).
- Selección de un rompevirutas fuerte.
- Mantener la estructura de trabajo lo más rígida posible.
- Escoger una calidad más tenaz en la herramienta.
- Escoger una herramienta (o plaquita) más grande.

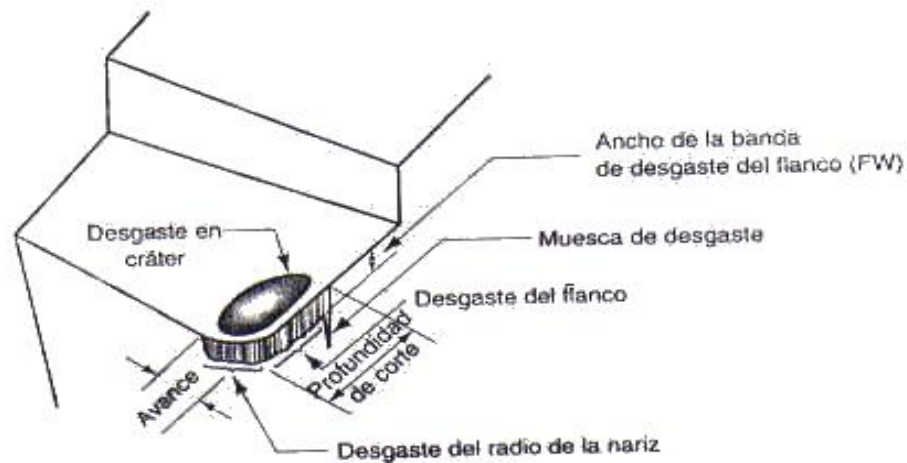
5.2.3 Falla por Desgaste gradual. El desgaste gradual del borde cortante ocasiona pérdida de la forma de la herramienta, reducción en la eficiencia del corte, desgaste acelerado y falla final de la herramienta. El desgaste gradual ocurre en dos lugares principales de la herramienta de corte: en la parte

☒ La ruptura es a menudo debida a un problema de desgaste: Excesivo desgaste sobre la cara de desprendimiento, filo cortante postizo, desgaste a peine, desconchamiento.

superior de la superficie de ataque y en el flanco o superficie de incidencia. Por tanto, se pueden distinguir en forma general dos tipos principales de desgaste de la herramienta (véase la figura 72):

- desgaste en cráter
- desgaste del flanco.

Figura 72. Herramienta desgastada que muestra los lugares principales y los tipos de desgaste que ocurren.



❖ **El desgaste en cráter** (véase la figura 73). Es una sección cóncava de la superficie de ataque de la herramienta, formada por la acción de la viruta que se desliza contra la superficie. Los altos esfuerzos y temperaturas caracterizan a la interfase de contacto herramienta-viruta y contribuyen a la acción de desgaste. El cráter puede medirse ya sea por su profundidad o por su área y según progrese el desgaste con el tiempo, el cráter se hace más ancho, largo y profundo acercándose a los bordes de la herramienta.

Figura 73. Desgaste en cráter



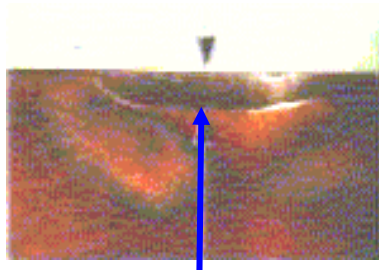
Esta forma de desgaste está asociada con materiales dúctiles, los cuales producen virutas continuas con bordes acumulados. Si se permite que el desgaste de cráter se extienda demasiado, el borde cortante se vuelve débil al adelgazarse, y se rompe repentinamente. Algunos factores estipulados para minimizar este tipo de desgaste son:

- Reducir la velocidad de corte en caso de que sea muy elevada.
- Cuando la resistencia al desgaste en la herramienta sea demasiado débil se debe elegir una calidad más dura y si es posible con recubrimiento.
- Refrigerar la zona de corte.

❖ **El desgaste del flanco** (véase la figura 74). Ocurre en el flanco o superficie de incidencia de la herramienta. Resulta del rozamiento entre la recién creada superficie de trabajo y la cara del flanco adyacente al borde de corte. El desgaste del flanco se mide por el ancho de la banda de desgaste, FW (véase figura 72). A esta banda se le llama frecuentemente la *banda de desgaste*. Se pueden identificar varias características del desgaste del flanco. En primer lugar, aparece frecuentemente un desgaste extremo en el flanco sobre el filo de corte en el sitio que corresponde a la superficie original de la parte de

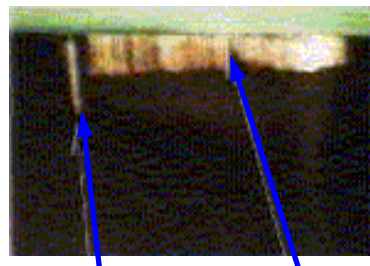
trabajo. A éste se le llama *muesca de desgaste* (véase la figura 75), y ocurre porque la superficie original de la parte de trabajo es más dura y más abrasiva que el material interno. El endurecimiento por trabajo es provocado por el estirado en frío o por maquinados previos, así como por partículas de arena en la superficie de la fundición o por otras razones. Como consecuencia de la superficie más dura el desgaste se acelera en esta región. Después de la muesca se encuentra una zona de desgaste que se extiende dentro de un plano cada vez mayor, conforme a que esta en contacto directo con la superficie acabada; por lo general llega a ser la base para la falla aún en materiales dúctiles, particularmente si las especificaciones para el acabado de la superficie son los factores controladores en el proceso.

Figura 74. Desgaste de flanco



Ancho del desgaste de flanco

Figura 75. Muesca de desgaste



Muesca Flanco de desgaste

El desgaste del radio de la nariz es la segunda región de desgaste del flanco que puede identificarse y conduce a la terminación del borde de corte. Hay veces en las cuales se le debe considerar en forma separada, cuando este desgaste de la nariz se produce con mayor rapidez que el desgaste propio del flanco, particularmente cuando se esta trabajando con materiales bien abrasivos y utilizando pequeños radios en la nariz.

Los valores admisibles de desgaste, dependerán mucho del tipo de herramienta que se utilice; para ello, se tendrá en cuenta el fabricante, quién brindará las especificaciones necesarias según las propiedades de material de la herramienta. A manera de ejemplo algunos valores especificados por el C.D.T. – ASTIN[✉], se enmarcan en la tabla 6.

Tabla 6. Valores característicos de desgaste.

Material de corte	Magnitud a medir (mm)	Valores admisibles de
Acero rápido	Ancho de desgaste: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Promedio ▪ Máximo 	0,2 hasta 1,0 0,35 hasta 1,4
	Profundidad de cráter	0,1 hasta 0,3
Metal duro	Ancho de desgaste: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Promedio ▪ Máximo 	0,3 hasta 0,5 0,5 hasta 0,7
	Profundidad de cráter	0,1 hasta 0,2
Cerámica de corte	Ancho de desgaste Profundidad de cráter	0,15 hasta 0,3 0,1

❖ **Mecanismos específicos que ocasionan el desgaste de la herramienta.**

◆ **Abrasión.** Ésta es una acción de desgaste mecánico debido a que las partículas duras (inclusiones, carburos, etc.) en el material de trabajo rayan y desalojan pequeñas porciones de la herramienta, causando un desgaste continuo bajo cualquier condición cortante. Esta acción abrasiva ocurre tanto en el desgaste del flanco como en el desgaste en cráter, pero predomina en el desgaste del flanco. Esta abrasión mecánica se presenta mediante las fuerzas de corte y fricción de deslizamiento, además, es reforzada a través de otras clases de desgaste (inclusiones de otros materiales).

✉ C.D.T. – ASTIN: Centro de Desarrollo Tecnológico del SENA, Regional Valle-Cali.

♦ **Adhesión.** Cuando dos metales entran en contacto a alta presión y temperatura, ocurre la adhesión o soldado entre ellos. Esta condición está presente entre la viruta y la superficie de ataque de la herramienta. A medida que la viruta fluye a través de la herramienta, se rompen pequeñas partículas de la herramienta y se separan de la superficie, provocando el desgaste de la superficie, adhiriéndose sobre la superficie de desprendimiento. Los átomos de un elemento se unen entre sí con los del otro elemento (afinidad). Las acciones de control incluyen: aplicación de refrigerante, lubricación y aumento en la velocidad de corte (permite sobrepasar la temperatura de ablandamiento).

♦ **Difusión.** Para temperaturas superiores a 800 °C. La difusión es un intercambio de átomos a través de un límite de contacto entre dos materiales, donde los átomos de una red cristalina de un metal se trasladan a la red cristalina de otro metal cumpliéndose una reacción termo-química. En el caso del desgaste de la herramienta, la difusión ocurre en el límite herramienta-viruta y ocasiona que la superficie de la herramienta quede agotada por los átomos que le imparten su dureza. Conforme este proceso continúa, la superficie de la herramienta se vuelve más susceptible a la abrasión y a la adhesión. Se cree que la difusión es el principal mecanismo del desgaste en cráter. Para el acero rápido no se presenta este fenómeno. En el mecanizado con metal duro se presenta la reacción siguiente:

- En el mecanizado de acero el hierro reacciona con el Cobalto - Difusión de Cobalto en el material.
- Disolución del Carburo. Formación de carburos mezclados (Wolframio - Carburo de hierro)

En el mecanizado con diamante la reacción con contenidos de hierro para temperaturas bajas el Carbono se une con el hierro para formar Fe_3C .

♦ **Oxidación - Quemado.** Presenta la formación de capas quemadas en el borde de la zona de contacto; la cual es quitada a través de la viruta, presentado así una entalladura de oxidación.

♦ **Deformación plástica.** Otro mecanismo que contribuye al desgaste de la herramienta es la deformación plástica del borde cortante. Las fuerzas de corte que actúan en el borde de corte a altas temperaturas hacen que éste se deforme plásticamente, haciéndolo más vulnerable a la abrasión de la superficie de la herramienta. El efecto neto es una mayor distorsión durante la formación de la viruta, causando la elevación de temperatura y mayor aceleración en el desgaste.

5.3 RECOMENDACIONES PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE FALLAS PRESENTADOS EN UNA HERRAMIENTA, SEGÚN SU CASO.

Con anterioridad se han conocido los diferentes tipos de fallas que se presentan en una herramienta de corte, así como los variados mecanismos que ocasionan el desgaste de dicha herramienta. Es de tener en claro que los anteriores parámetros pueden dar, debido a su combinación, origen a diferentes formas de manifestación de la falla. Es por eso que por medio de las tablas 7, 8, 9, 10 y 11[✎], se darán a conocer algunas causas y recomendaciones a seguir, para minimizar el desgaste de la herramienta de corte, teniendo en cuenta las variadas manifestaciones de la falla.

✎ Tablas 7,8, 9, 10 y 11 Estas tablas compilan las fallas y recomendaciones dadas por las empresas VALENITE e IMPERO, a través de sus catálogos, (véase la bibliografía).

Tabla 7. Problema, causa y solución del desgaste presentado en una herramienta.



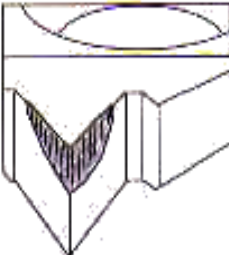
PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
<p style="text-align: center;">Desgaste Lateral</p>  <p>Se manifiesta ya sea en el ángulo cortante que el radio y hace aumentar progresivamente el esfuerzo de corte. Un desgaste concentrado en el radio produce una variación de las cotas dimensionales.</p>	<p>Velocidad de corte demasiado elevada.</p> <p>Resistencia al desgaste de la plaquita insuficiente.</p>	<p>Reducir la velocidad de corte.</p> <p>Aumentar el avance. Escoger una calidad más dura.</p> <p>Escoger una calidad recubierta.</p>
<p style="text-align: center;">Desgaste de Incidencia</p>  <p>Se manifiesta sobre la arista cortante. Ya que este desgaste se desarrolla en ambas zonas, las fuerzas de corte aumentan progresivamente.</p>	<p>Velocidad de corte demasiado elevada.</p> <p>Avance demasiado débil.</p> <p>Resistencia al desgaste de la plaquita demasiado débil.</p>	<p>Reducir la velocidad de corte.</p> <p>Aumentar el avance.</p> <p>Elegir una calidad más dura.</p> <p>Elegir una calidad con recubrimiento.</p>
<p style="text-align: center;">Desgaste en la cara de desprendimiento y el flanco</p>  <p>Este desgaste determina un deterioro de la rugosidad superficial y el error en las tolerancias de fabricación.</p>	<p>Velocidad de corte demasiado elevada.</p> <p>Débil resistencia al desgaste de la plaquita.</p> <p>Lubricación insuficiente.</p> <p>Sección de la viruta demasiado débil, penetración de pasada insuficiente.</p>	<p>Reducir la velocidad de corte.</p> <p>Elegir una calidad más resistente al desgaste.</p> <p>Aumentar el flujo refrigerante.</p> <p>Aumentar la sección de la viruta disminuyendo el número de pasadas.</p>

Tabla 8. Problema, causa y solución del desgaste presentado en una herramienta.

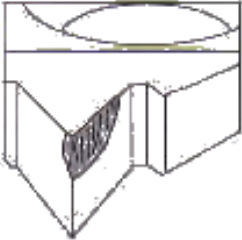
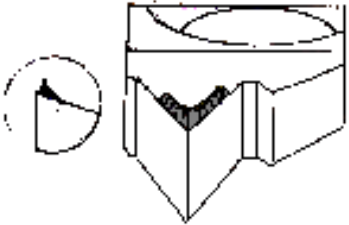

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
<p>Desgaste irregular de la cara de desprendimiento</p>  <p>Este desgaste determina un deterioro de la rugosidad superficial y el error en las tolerancias de fabricación.</p>	<p>Angulo de inclinación de la plaquita (λ) incorrecto.</p> <p>Equivocada elección del método de penetración.</p>	<p>Hacer coincidir el ángulo de inclinación de la plaquita (λ) con el ángulo de la hélice (β).</p> <p>Elegir una penetración oblicua adecuada.</p>
<p>Filo de aportación o filo cortante postizo</p>  <p>Una temperatura de corte demasiado baja ocasiona que el material de la pieza se pegue sobre el filo de corte de la plaquita y genera una superficie mal acabada. Al despegarse este material puede provocar la ruptura del filo cortante.</p>	<p>Velocidad de corte insuficiente.</p> <p>Geometría de corte negativa.</p> <p>Calidad inadecuada.</p> <p>Características del material: demasiado adherente. Ejemplo: acero inoxidable, aluminio...</p>	<p>Aumentar la velocidad de corte.</p> <p>Elegir una geometría de corte positiva.</p> <p>Escoger una calidad recubierta.</p> <p>Aumentar considerablemente la velocidad de corte y en caso de sobrecalentamiento refrigerar abundantemente.</p>
<p>Martilleo de la viruta sobre la plaquita</p>  <p>El desarrollo de la viruta, puede astillar el hilo cortante que no esta trabajando y la placa de apoyo.</p>	<p>Virutas directas contra el hilo cortante.</p> <p>Virutas helicoidales demasiado largas.</p> <p>Virutas no evacuadas en alesaje.</p>	<p>Escoger otra geometría diferente.</p> <p>Modificar el avance.</p> <p>Escoger un ángulo de contacto del porta-plaquita diferente.</p> <p>Escoger una calidad más tenaz.</p>

Tabla 9. Problema, causa y solución del desgaste presentado en una herramienta.

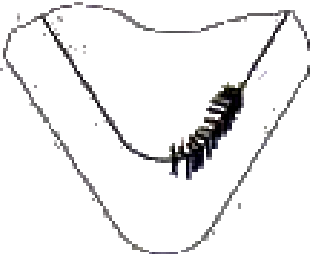

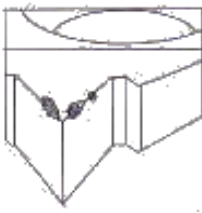
PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
<p>Desgaste de peine</p>  <p>La formación de pequeñas fisuraciones perpendiculares en el filo cortante provoca la ruptura de la plaquita y el deterioro de la superficie trabajada.</p>	<p>El desgaste de peine es provocado por las variaciones de temperatura: mecanizado intermitente.</p> <p>Refrigeración irregular o insuficiente que provoca choques térmicos.</p>	<p>Escoger una herramienta de mayor calidad, que ofrezca una mejor resistencia a los choques térmicos.</p> <p>Eliminar el refrigerante o ponerlo en forma regular y abundante.</p> <p>Disminuir la profundidad de corte.</p>
<p>Fisuras</p>  <p>Los choques mecánicos durante el ataque de la plaquita y las variaciones de los esfuerzos de corte provocan fisuras paralelas al filo de corte. Los choques térmicos originan fisuras perpendiculares al filo de corte.</p>	<p>El desgaste en peine es provocado por las variaciones de temperatura: trabajos intermitentes.</p> <p>Fisuras provocadas por las variaciones de los esfuerzos de corte.</p>	<p>Elegir una calidad más tenaz, que ofrezca una mayor resistencia a el choque térmico</p> <p>Elegir una herramienta más tenaz, que ofrezca una mayor resistencia a los choques mecánicos.</p>
<p>Desconchado</p>  <p>Pequeñas partículas de carburos se despegan de la plaquita. El resultado es una mala rugosidad superficial y un exagerado desgaste de la cara de desprendimiento</p>	<p>Calidad demasiado débil.</p> <p>Filo cortante postizo que se despega.</p> <p>Insuficiente rigidez de la pieza o de la máquina.</p>	<p>Elegir una calidad más tenaz.</p> <p>Aumentar la velocidad de corte.</p> <p>Verificar la ausencia de vibraciones sobre la pieza, aumentar la sección de la herramienta y disminuir su salida.</p>

Tabla 10. Problema, causa y solución del desgaste presentado en una herramienta.


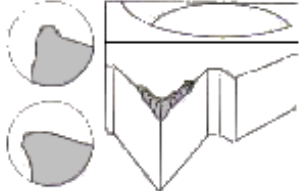



PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
<p style="text-align: center;">Astillado</p>  <p>Este tipo de desgaste se da cuando la sujeción de la pieza trabajada no es correcta. Generalmente, el metal duro es demasiado frágil para el mecanizado en realización.</p>	<p>Calidad demasiado frágil.</p> <p>Geometría de la plaquita demasiado frágil.</p> <p>Filo de aportación.</p>	<p>Elegir una calidad más tenaz.</p> <p>Elegir una geometría con un filo de corte más robusto o reforzado.</p> <p>Aumentar la velocidad de corte. Verificar la ausencia de vibraciones.</p>
<p style="text-align: center;">Deformación plástica</p>  <p>Rebaja o hinchazón del corte que provoca una superficie mal acabada, una variación de cota de la pieza torneada y un difícil control de la viruta. El desgaste se forma cuando el filo cortante está sometido a una temperatura muy alta y a esfuerzos elevados. El desgaste sobre la cara de desprendimiento se hace muy evidente y causa ruptura de la plaquita.</p>	<p>Lubricación insuficiente.</p> <p>Calidad inadecuada.</p> <p>Velocidad de corte demasiado elevada, con el consiguiente sobrecalentamiento.</p> <p>Excesivo esfuerzo de corte debido a una penetración de pasada demasiado elevada.</p> <p>Temperatura de corte demasiado elevada.</p>	<p>Aumentar el flujo refrigerante.</p> <p>Elegir una calidad más dura.</p> <p>Reducir la velocidad de corte.</p> <p>Reducir los parámetros de penetración aumentando el número de pasadas.</p> <p>Elegir una calidad más dura.</p>
<p style="text-align: center;">Resquebrajaduras</p>  <p>Este problema es consecuencia de los otros tipos de desgaste (craterización, microfisiuración, deformación plástica y filo cortante postizo). Ocurre cuando el agarre de la pieza no está en buenas condiciones, o si el metal duro es demasiado frágil para el trabajo que se esta llevando a cabo.</p>	<p>Calidad demasiado frágil.</p> <p>Geometría de corte demasiado débil.</p> <p>Filo cortante postizo.</p>	<p>Escoger una calidad más tenaz.</p> <p>Escoger una geometría con un Filo cortante más robusto.</p> <p>Aumentar la velocidad de corte o escoger una geometría positiva.</p> <p>Comprobar la ausencia de vibraciones en la pieza.</p>

Tabla 11. Problema, causa y solución del desgaste presentado en una herramienta.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
<p>Ruptura de la plaquita</p>  <p>La ruptura de la plaquita puede provocar la deterioración de la placa de apoyo o portaherramientas, también como de la pieza.</p> <p>La ruptura es a menudo debida a un problema de desgaste: excesivo desgaste sobre la cara de desprendimiento, filo cortante postizo, desgaste a peine, desconchamiento.</p>	<p>Calidad demasiado frágil.</p> <p>Parámetros de penetración o de pasada demasiado elevados.</p> <p>Carga excesiva sobre la herramienta.</p> <p>Geometría de corte demasiado débil.</p> <p>Plaquetas de dimensiones demasiado pequeñas.</p>	<p>Escoger una calidad más tenaz.</p> <p>Reducir los parámetros de penetración aumentando el número de pasadas.</p> <p>Reducir el avance y/o la profundidad de pasada.</p> <p>Escoger una geometría con un hilo cortante más robusto.</p> <p>Escoger una plaquita más grande.</p>
<p>Craterización</p>  <p>El desplazamiento de la viruta en el pecho del filo cortante puede provocar, por la elevada temperatura, el cráter hasta provocar la ruptura del filo cortante.</p>	<p>Mala difusión del calor y esfuerzo de corte excesivo.</p> <p>Velocidad de corte demasiado elevada.</p> <p>Resistencia al desgaste de la plaquita demasiado débil.</p>	<p>Escoger un tipo con revestimiento (Al_2O_3 o CERMET).</p> <p>Escoger una plaquita con geometría positiva.</p> <p>Reducir el avance y/o la velocidad de corte para bajar la temperatura de torneado.</p> <p>Elegir una calidad más dura.</p>

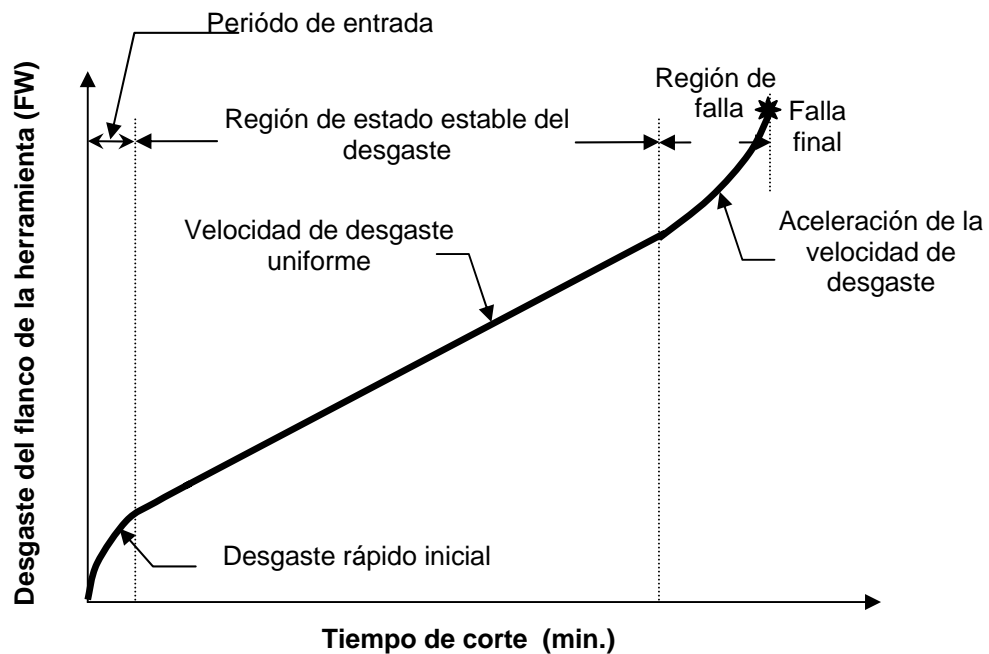
Se debe recordar que la mayoría de estos mecanismos de desgaste se aceleran a velocidades de corte y temperaturas más altas.

5.4 VIDA DE LAS HERRAMIENTAS Y LA ECUACIÓN DE TAYLOR

Al realizar el corte, los diferentes mecanismos de desgaste producen mayores niveles de desgaste en la herramienta de corte. La relación general de desgaste de la herramienta contra el tiempo de corte se muestra en la figura 76. Aunque la relación que se ilustra es para el desgaste del flanco, existe una

relación similar para el desgaste en cráter. Por lo general se pueden reconocer tres regiones en la curva típica del crecimiento del desgaste. La primera es el *periodo de rompimiento inicial* en el cual el borde cortante afilado se desgasta rápidamente al entrar en uso. Esta primera región ocurre en los primeros minutos de corte. A este periodo le sigue un desgaste a una velocidad más o menos uniforme y se le llama la *región de desgaste de estado estable*. En la figura 76, esta región se representa como una función lineal del tiempo, aunque en el maquinado real también hay desviaciones de la línea recta. Finalmente, el desgaste alcanza un nivel donde la velocidad del desgaste se empieza a acelerar. Esto marca el principio de la *región de falla*, en la cual las temperaturas de corte son más altas y la eficiencia general del proceso de maquinado se reduce. Si estas condiciones continúan, la herramienta finalmente fallará por un mal control en la temperatura.

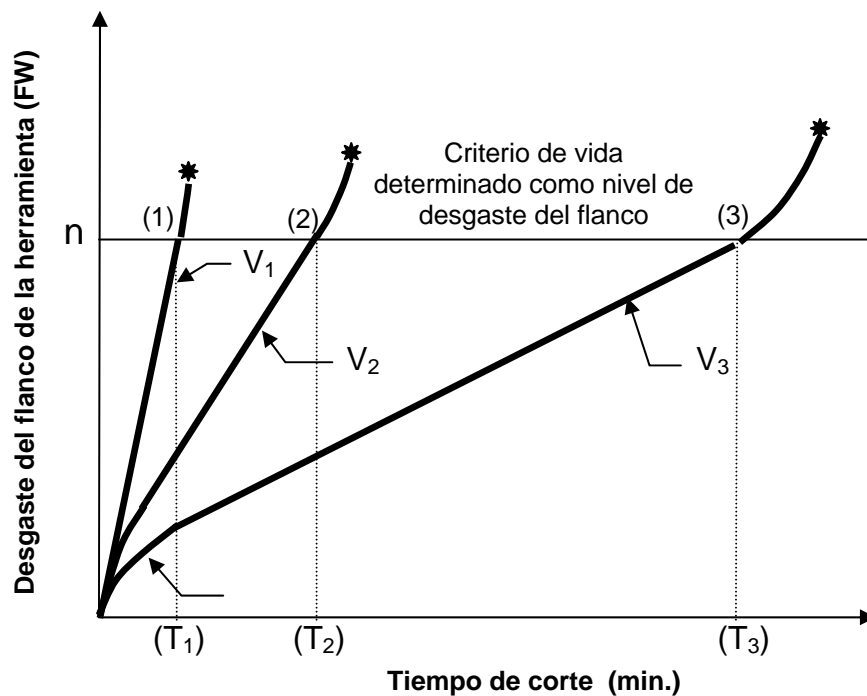
Figura 76. Desgaste de la herramienta en función del tiempo de corte



La pendiente de la curva de desgaste de la herramienta en la región de estado estable se ve afectada por el material de trabajo y las condiciones de corte. Los materiales de trabajo más duros ocasionan que se incremente la velocidad de desgaste (la pendiente de la curva). Los incrementos en la velocidad, en el avance y en la profundidad de corte tienen efectos similares, pero la velocidad es el más importante de los tres. Si se trazan curvas de desgaste de la herramienta para varias velocidades de corte el resultado aparece en la figura 77, al aumentar las velocidades de corte se incrementa la velocidad de desgaste, alcanzándose el mismo nivel de desgaste en menos tiempo.

La vida de la herramienta se define como la longitud de tiempo de corte en el cual se puede usar la herramienta.

Figura 77. Efecto de la velocidad de corte sobre el desgaste del flanco o superficie de incidencia de la herramienta para tres velocidades de corte (V_1, V_2, V_3), con un mismo criterio de vida de desgaste (n)



Una forma de definir la vida de la herramienta consiste en permitir su operación hasta que ocurra la falla catastrófica. Esto se indica en la figura 87, por el final de cada curva de desgaste. Sin embargo, en producción frecuentemente es inconveniente usar una herramienta hasta que ocurra esta falla, debido a las dificultades que acarrea el reafilado de la herramienta y a los problemas que ocasiona a la calidad de las partes de trabajo. Como una alternativa se puede seleccionar un nivel de desgaste como criterio de la vida de la herramienta y reemplazarla cuando el desgaste alcance este nivel. Un criterio conveniente de la vida de la herramienta es un cierto valor de desgaste (n) del flanco o superficie de incidencia, que en la gráfica de la figura se ilustra como una línea horizontal. Cuando cada una de las tres curvas de desgaste intersectan la línea, se define que la vida de las herramientas correspondientes ha terminado. Si los puntos de intersección se proyectan sobre el eje del tiempo se pueden identificar los valores de la vida de la herramienta.

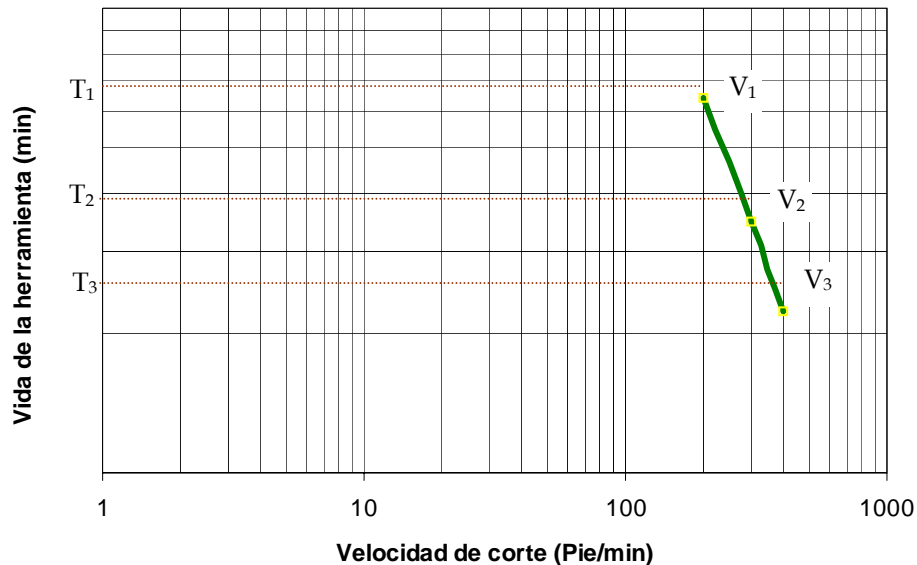
5.4.1 Ecuación de Taylor para la vida de las herramientas. Si los valores de vida de las herramientas para las tres curvas de desgaste de la figura 77 se trazan en una gráfica log-log de velocidad de corte contra la vida de las herramientas, la relación resultante es una línea recta como se muestra en la figura 78. El descubrimiento de esta relación hacia 1900 se le acredita a F. W. Taylor. Se puede expresar en forma de ecuación y se llama la ecuación de Taylor para la vida de una herramienta:

$$V \cdot T^k = C$$

Ecuación 1

Donde V = velocidad de corte, pies/min (m/min); T = vida de la herramienta (min); " C " y " k " son parámetros cuyos valores dependen del avance, de la profundidad de corte, del material de corte, de la herramienta (material en particular) y del criterio usado para la vida de la herramienta. El valor de " k " depende del material de la herramienta, mientras que " C " depende más del material de trabajo y de las condiciones de corte.

Figura 78. Gráfica en escala log-log de la velocidad de corte contra vida de la herramienta



La ecuación de Taylor establece básicamente que las velocidades de corte más altas traen como consecuencia vidas más cortas para la herramienta. Al relacionar los parámetros " C " y " k " con la figura 88; " C " es una constante igual a la intercepción de la curva y la ordenada o la velocidad de corte, en esencia, es la velocidad de corte para un minuto de duración de la

herramienta; mientras “k” es la pendiente de la gráfica (expresada en términos lineales más que en la escala de los ejes).

$$k = \tan \phi = \frac{\log V_2 - \log V_1}{\log T_1 - \log T_2} \quad \text{Ecuación 2}$$

El problema de la *Ecuación 1* es que las unidades en el lado derecho de la ecuación no son consistentes con las unidades del lado izquierdo. Para hacer consistentes las unidades la ecuación se debe expresar en la forma:

$$V \cdot T^k = C (T_{ref}^k) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde T_{ref} = un valor de referencia para “C”. El valor de $T_{ref} = 1$ minuto, cuando las unidades que se usan para “V” y “T” son pie/min (m/min) y min, respectivamente. La ventaja de la ecuación 3 se comprende cuando se desea usar la ecuación Taylor con otras unidades; por ejemplo, si la velocidad de corte se expresara como m/seg y la vida de la herramienta como segundos, en este caso T_{ref} podría ser = 60 seg y “C” podría tener el mismo valor de velocidad que en la *ecuación 1*, aunque convertida a unidades de m/seg. La pendiente “k” podría tener el mismo valor numérico que en la *ecuación 1*.

5.4.2 Seguimiento a la herramienta. Al interior de THC-TRANSEJES se realizó un seguimiento a la herramienta para la determinación de su vida útil donde se registró su duración dependiendo la pieza que se estuviera fabricando, el formato del mismo se muestra a continuación (figura 79).

6. GERENCIAMIENTO DE HERRAMIENTAS

6.1 EL GERENCIAMIENTO DE HERRAMIENTAS EN THC-TRANSEJES

El gerenciamiento de herramientas surge a partir de la necesidad de planear los recursos de fabricación directamente en el sector metalmecánico; este hecho implica conocer los procesos de manufactura y el orden en el cual deben realizarse para producir una parte o producto determinado. La norma ISO/TS-16949 determina que la empresa debe contar con un sistema computacional para determinar el consumo de herramientas necesario para la fabricación de sus diferentes piezas.

6.1.1 Objetivos del gerenciamiento de herramientas en THC-Transejes

- Predecir el consumo de herramientas de acuerdo con la producción estipulada para algún período llevando un control estadístico de ellas.
- Determinar en que momento se hace necesario realizar el cambio de las herramientas.
- Facilitar la toma de decisiones para el planeamiento de la producción basado en el consumo de herramientas percederas.

6.1.2 Requisitos 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.
- Conocimiento de los procesos de fabricación de la planta, así como de las piezas producidas y las herramientas utilizadas.
- Lista de piezas, datos del proceso y lista de herramientas.

- Formatos para registrar la información recuperada.
- Seguimiento a las herramientas y lotes de producción.

6.1.3 Beneficios

Los beneficios que posee el programa en Transejes se pueden definir como beneficios de corto plazo ó que se observan casi de inmediato y beneficios de largo plazo que pueden reflejar con el transcurso del tiempo.

❖ Beneficios a corto plazo

- Representa ahorros de los costos en el nivel de inventarios.
- Recopilación de un gran volumen de información en un mismo lugar.
- Dar cumplimiento al requisito exigido por la norma ISO/TS 16949:2002 para conseguir la certificación y mostrar una mejor imagen de la empresa.
- Lograr una reducción del tiempo requerido para planificar la compra de los útiles.

❖ Beneficios a largo plazo

- 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.
- Se pueden introducir nuevos datos de operación para observar su funcionamiento y tomar decisiones convenientes para la empresa de acuerdo con sus necesidades.
- Prevenir el consumo excesivo de herramientas por parte de los operarios puesto que se sabe con anterioridad cuál va a ser su duración de acuerdo con el lote de piezas que se esté produciendo.

6.2 PROGRAMA DE GERENCIAMIENTO DE HERRAMIENTAS PERECEDERAS G.H.P

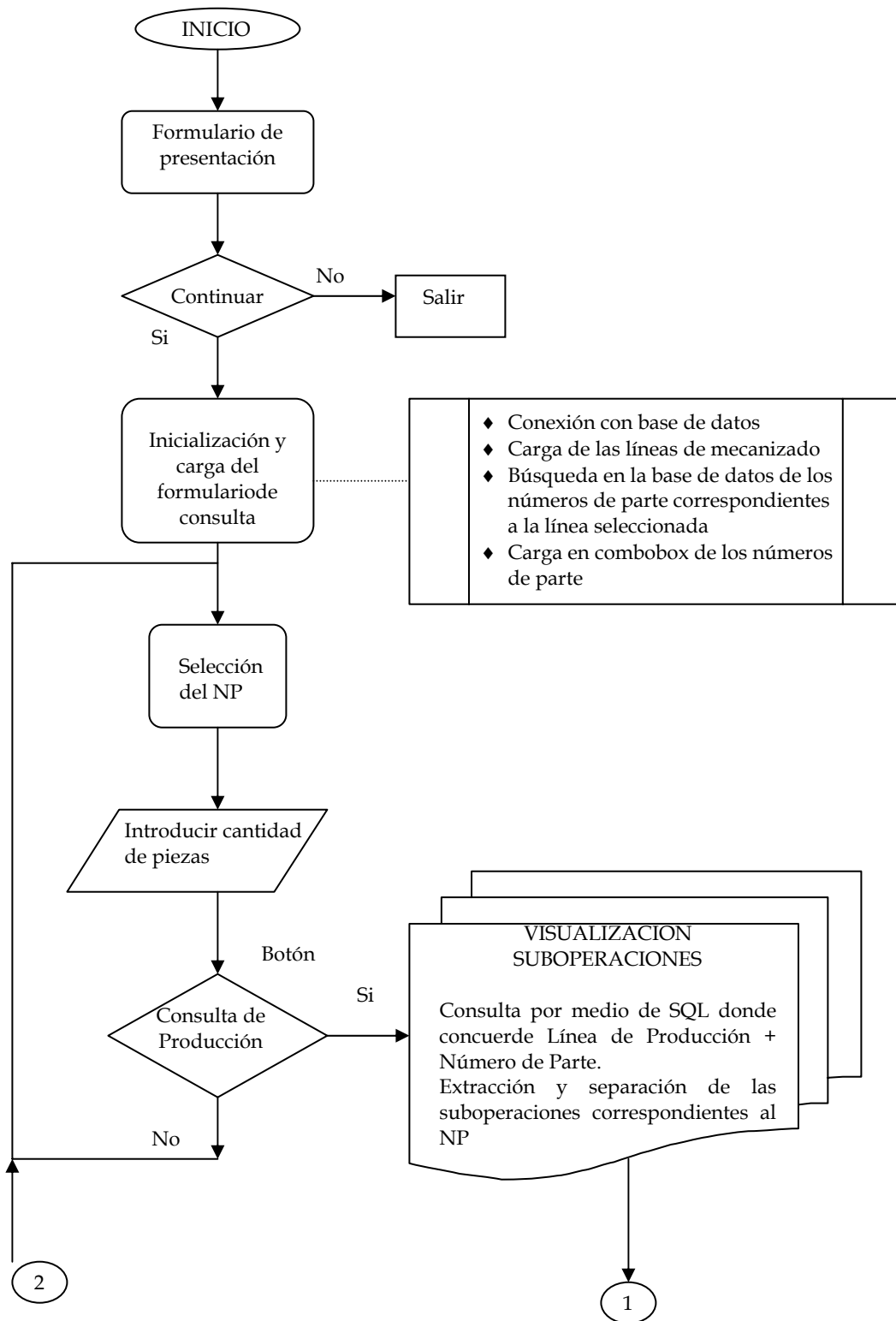
Teniendo en cuenta la necesidad de controlar el cambio de herramientas de corta duración, se crea la exigencia de realizarlo mediante un programa computacional que facilite determinar el consumo de las herramientas para las necesidades de producción. En el mercado se encuentran diferentes programas para este propósito sin embargo tienen un costo relativo y alta complejidad, por tal razón elaboré este programa en Visual Basic utilizando una base datos en Access, que cumple con los requerimientos y necesidades propias de la aplicación a desarrollar dentro de la empresa.

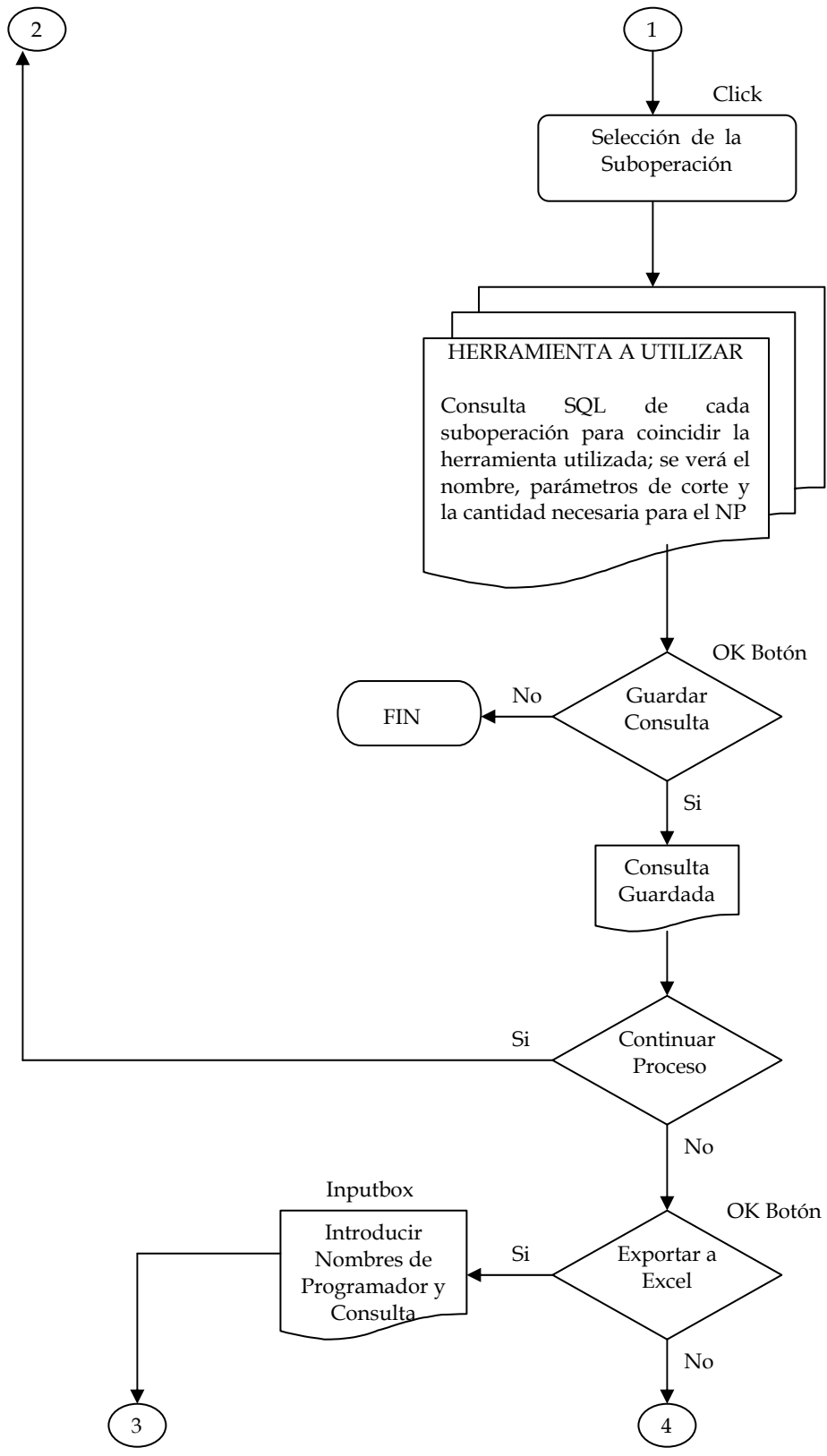
El programa se elaboró teniendo en cuenta todas líneas de mecanizado de componentes para los ejes homocinéticos como los mostrados en el capítulo 4 de este libro, ya que dentro de los objetivos planteados por el área de aseguramiento de la calidad y procesos a mediano plazo es implantar el trabajo realizado en esta tesis.

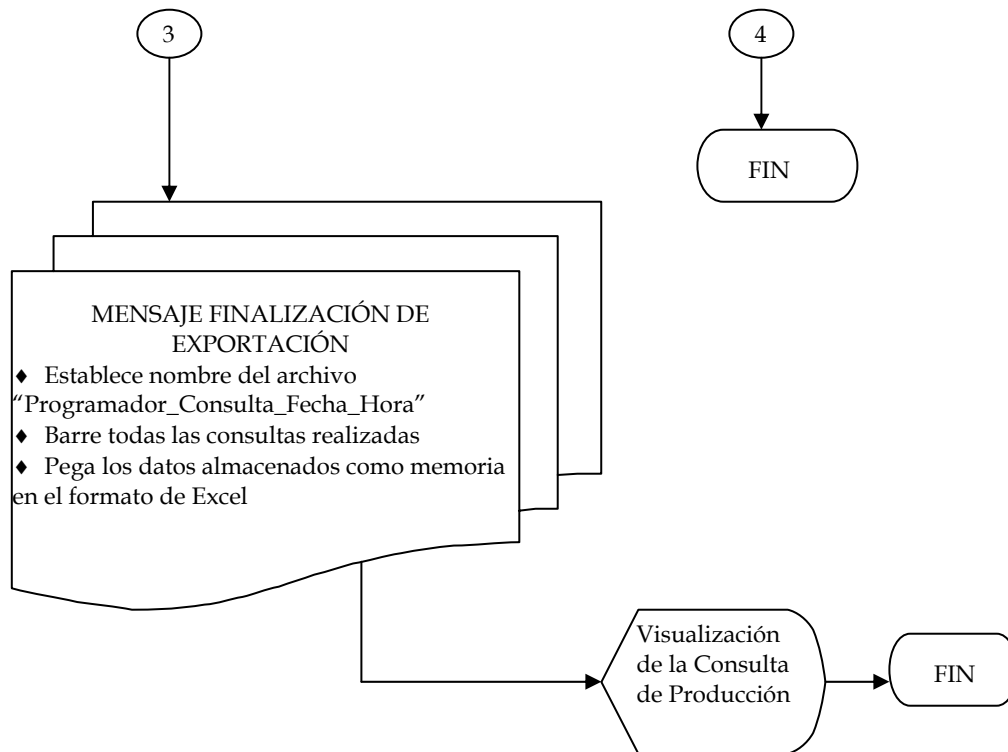
6.2.1 Requerimientos del sistema. El programa puede funcionar en cualquier equipo con sistema operativo Windows 98 ó Windows XP que están instalados en la mayoría de los equipos de Transejes, deben contar con Microsoft Access y Visual Basic. (En la empresa no todos los equipos tienen las licencias completas de Microsoft Office).

6.2.2 Estructura general del programa. En la figura 80 se observa el diagrama de flujo correspondiente a la estructura general del programa de gerenciamiento de herramientas percederas de THC-Transejes S.A.

Figura 80. Estructura general del programa.





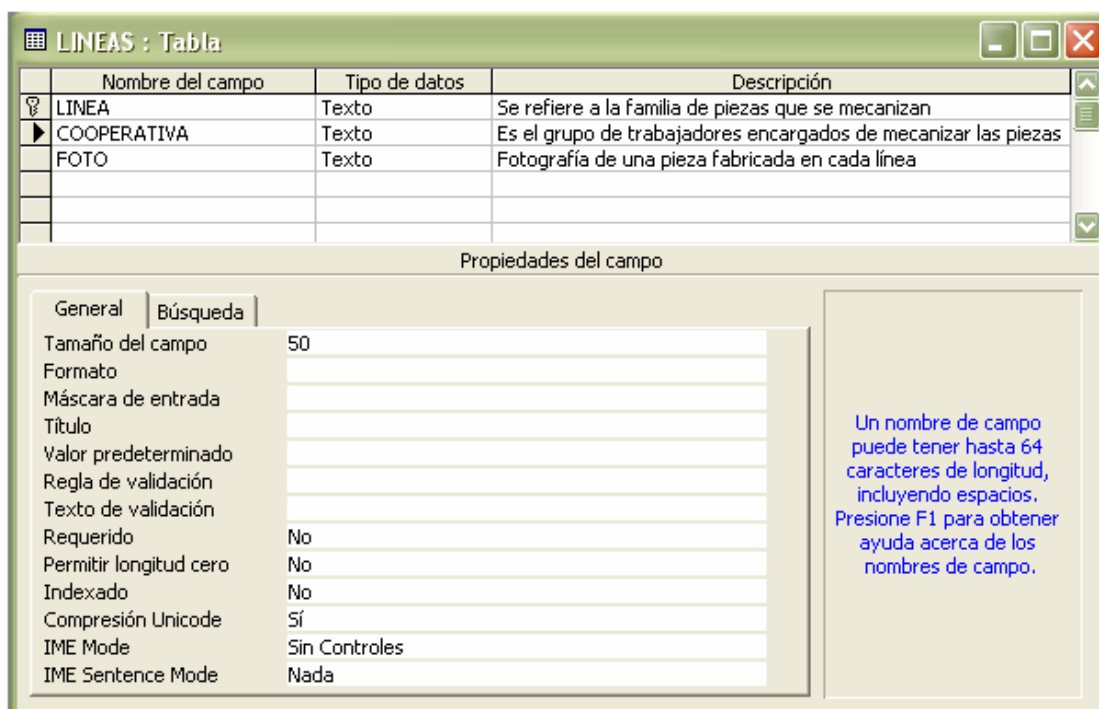


6.2.3 Descripción. El programa inicialmente cuenta con una base de datos donde están registrados aspectos como las líneas de mecanizado, los números de parte ó piezas que se producen, operaciones, suboperaciones, herramientas utilizadas (ver figuras 81, 82, 83, 84); esta base de datos se realizó en Microsoft Access; estos datos son recogidos y mostrados por Visual Basic por medio de formularios que se mostrarán más adelante.

❖ **Diseño de Tablas de la base de datos.** Como ya se ha dicho el programa tiene como soporte una base de datos en Microsoft Access, para realizar la base de datos es necesario identificar cuales son las tablas que debemos elaborar para registrar la información recopilada en la empresa, a continuación se mostrará el diseño las tablas y la introducción de los datos correspondientes a cada una de ellas.

◆ **Diseño de la tabla de Líneas.** La tabla ilustrada en la figura 81 tiene tres campos, el primero que es el principal registra las cuatro líneas de mecanizado, el segundo es la cooperativa que mecaniza los componentes de cada línea y el tercero corresponde a la fotografía de alguna pieza fabricada en dicha línea.

Figura 81. Diseño de la tabla de Líneas



◆ **Introducción de datos en la tabla de Líneas.** Como ya se sabe, en la planta existen cuatro líneas de producción, por lo tanto ese será el número de filas que contendrá la tabla de líneas, las columnas adicionales corresponden a la cooperativa que mecaniza los componentes en cada una de ellas y los códigos de las fotografías de las mismas en los campos respectivos mostrados en la figura 82.

Figura 82. Introducción de datos en la tabla de Líneas.

LINEA	COOPERATIVA	FOTO
INTEREJES	EYM	102
JUNTAS FIJAS	TECMEPAR	103
TRIPODES	TECMEPAR	104
TULIPAS	TECMEPAR	105

Registro: 2 de 4

♦ **Diseño de la tabla de Números de Parte.** La tabla de la figura 83 que corresponde a los números de parte, esta tabla es la más importante de la base de datos puesto que registra todas las piezas producidas en la empresa con todas las operaciones y las herramientas que utiliza para fabricar cada una de ellas.

Figura 83. Diseño de la tabla de Números de Parte

Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción
NP	Texto	Número de Parte ó código interno de la pieza
APLICACION	Texto	Se refiere al modelo ó casa matriz del componente
LINEA	Texto	Familia de piezas que se mecanizan
SUBOPERACIONES	Texto	Trabajos de mecanizado que lleva cada NP
HERRAMIENTAS	Texto	Herramienta que efectúa cada suboperación

Propiedades del campo

General	Búsqueda
Tamaño del campo	255
Formato	
Máscara de entrada	
Título	
Valor predeterminado	
Regla de validación	
Texto de validación	
Requerido	No
Permitir longitud cero	Sí
Indexado	No
Compresión Unicode	Sí
IME Mode	Sin Controles
IME Sentence Mode	Nada

La descripción del campo es opcional. Le ayuda a describir el campo y también se presenta en la barra de estado cuando selecciona este campo en un formulario. Presione F1 para obtener ayuda acerca de descripciones.

◆ **Introducción de datos en la Tabla de Números de Parte NP.** El diseño de la tabla de herramientas muestra cinco campos, esta tabla contiene un volumen de información elevado, a continuación se ilustra algunos de registros realizados en la figura 84.

Figura 84. Introducción de datos en la tabla NP

NP	APLICACION	LINEA	SUBOPERACIONES	HERRAMIENTAS
35003T	R21/ TRAIL BLAZER	TRIPODES	1001, 1002, ..., 9001, 9002	I-08, I-36, ..., P-22, D-02
350905T	FORD FIESTA	TRIPODES	1001, 1002, ..., 9001, 9002	I-08, I-36, ..., P-22, D-02
363313T	GRAND VITARA	JUNTAS FIJAS	1001, 1002, ..., 13002, 14401	BR-09, I-38, ..., D-01, M-01
50043T	M626 2L	INTEREJES	2001, 2002, ..., 7003, 7004	BR-09, I-38, ..., I-11, I-11

◆ **Diseño de la tabla de herramientas.** El diseño de la tabla de herramientas se ilustra en la figura 85, en esta tabla están registradas las herramientas que se utilizan en la planta, su codificación, los parámetros de operación de las mismas y su vida útil con referencia al número de piezas que puede fabricar cada herramienta; observemos que las tablas tienen varios campos que coinciden, estos campos son los que se relacionan para realizar los procesos de búsqueda cuando se este ejecutando el programa.

◆ **Introducción de datos en la tabla de herramientas.** Como se observa en la figura 85 correspondiente al diseño de la tabla de herramientas, existen nueve campos de información los cuales deben ser cuidadosamente alimentados para evitar errores en la obtención de los resultados pertinentes a

las consultas de producción; en la figura 86 se ilustran algunas de las herramientas incluidas de un total de 143 registros.

Figura 85. Diseño de la tabla de Herramientas.

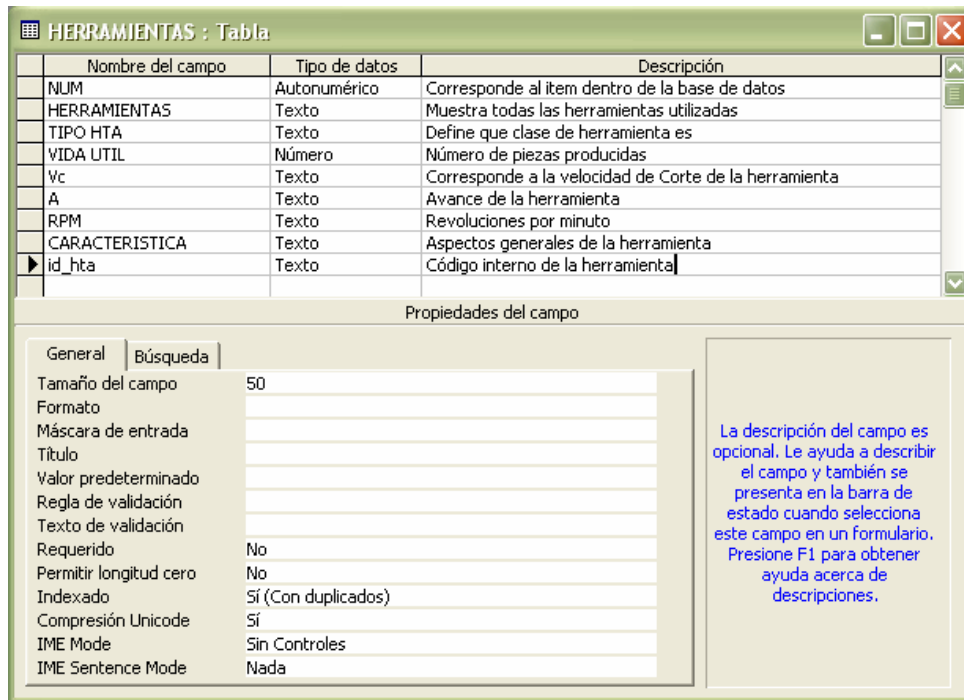
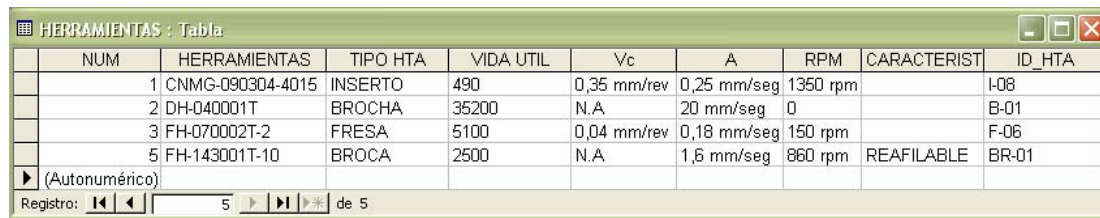


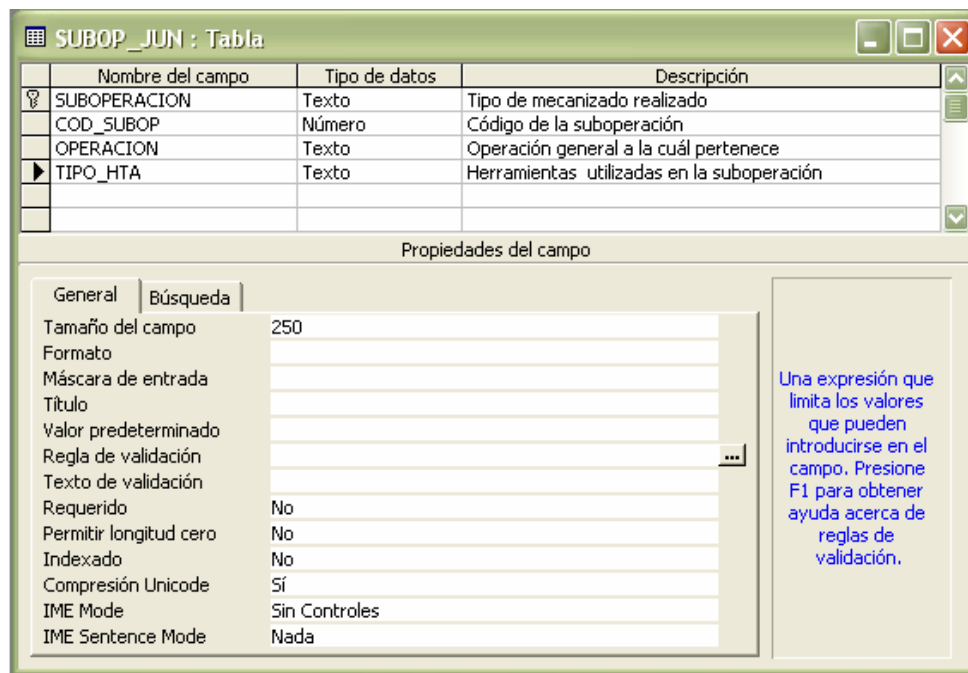
Figura 86. Introducción de datos en la tabla de herramientas.



◆ **Diseño de las tablas de suboperaciones.** Se realizaron cuatro tablas para registrar las suboperaciones, una para cada línea de mecanizado; en la figura 87 se ilustra la tabla correspondiente a la línea de juntas fijas, el diseño de las otras tres tablas es idéntico, los campos manejados en estas tablas son como primera medida la suboperación, su código, la operación general a la

cuál pertenece y las herramientas que pueden usarse en dicha suboperación. Reacuérdesse que una suboperación puede realizarse por diferentes herramientas pero la suboperación correspondiente a determinado número de parte la realiza una única herramienta; en otras palabras en programa deberá entrar a esta tabla y buscar la herramienta que corresponde para la suboperación relacionada.

Figura 87. Diseño de la tabla de Suboperaciones de la línea de Juntas Fijas.



◆ **Introducción de datos en las Tablas de Suboperaciones.** El diseño de las tablas de suboperaciones muestra cinco campos, las suboperaciones de cada línea de producción se registran en una tabla distinta para cada una, el formato es el mismo pero la información contenida es referente a cada línea en particular, un ejemplo de esto se muestra en la figura 88 donde se encuentran algunas de las suboperaciones de la línea de juntas fijas.

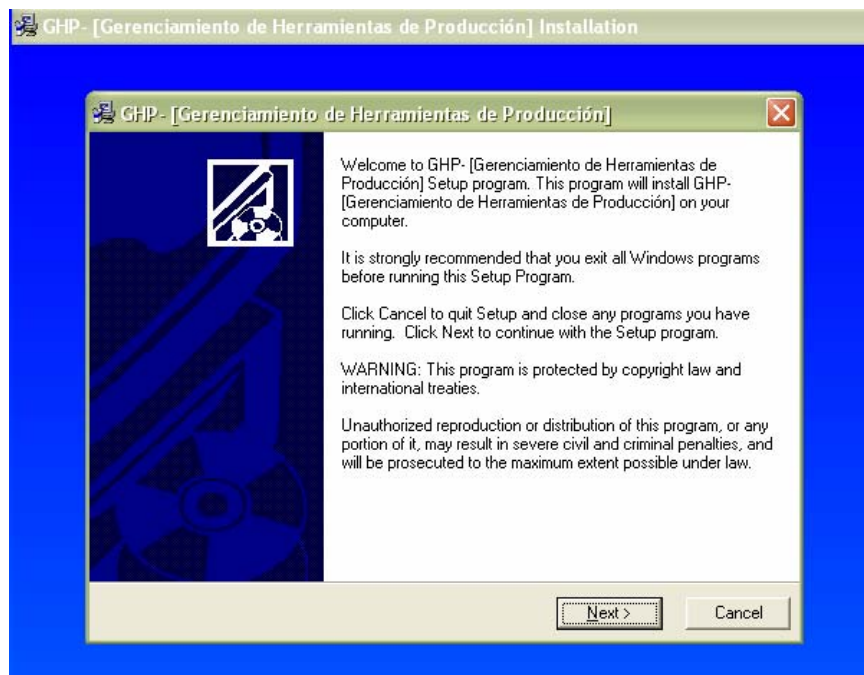
Figura 88. Introducción de datos en la tabla de suboperaciones de la línea de Juntas Fijas.

SUBOPERACION	COD_SUBOP	OPERACION	TIPO_HTA
CENTRADO	1001	CENTRADO Y REFRENTADO	BR-09
DESBASTE ASIENTO BOCIN	2001	DESBASTE EXTERIOR	I-10
FRESADO DESBASTE	4001	FRESADO DE LAS PISTAS	I-24, I-25
PERFORADO HUECO PIN	14301	PERFORADO HUECO PIN	BR-03, BR-04

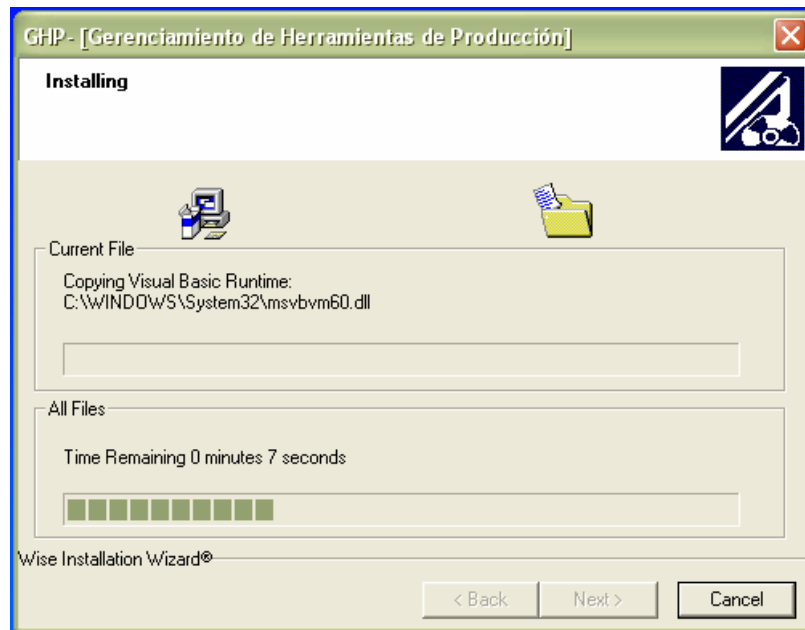
Registro: 5 de 5

❖ **Instalación del programa.** El programa se debe instalar haciendo uso del icono Setup que aparece en el CD, la figura 89 (a y b) ilustra el proceso de instalación, se debe dar click en Next (Siguiete) las veces necesarias para ejecutarlo; al final se debe hacer click en el botón Finish y el software quedará por defecto en la carpeta de Archivos de Programa de la PC.

Figura 89. Instalación del Programa



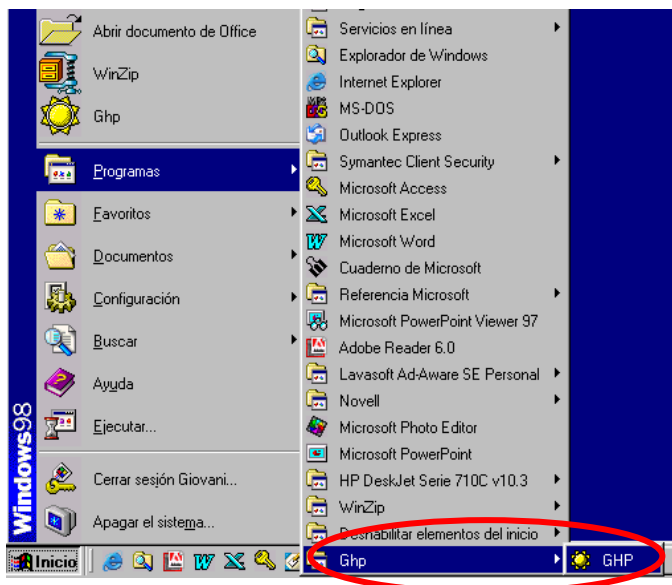
(a)



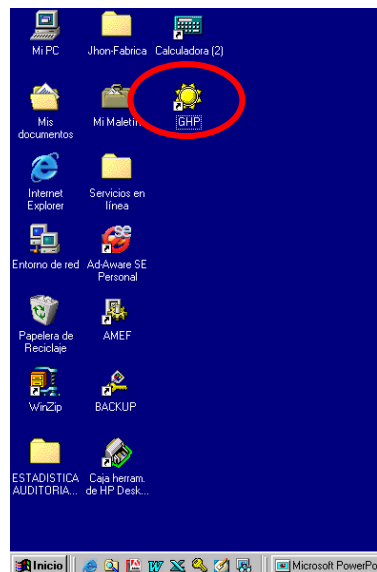
(b)

❖ **Entrada al programa.** Se puede tener acceso al programa por medio de la ruta Inicio-Programas-GHP figura 90-a; ó de manera directa con el icono de acceso directo en el escritorio figura 90-b.

Figura 90. Entrada al programa.



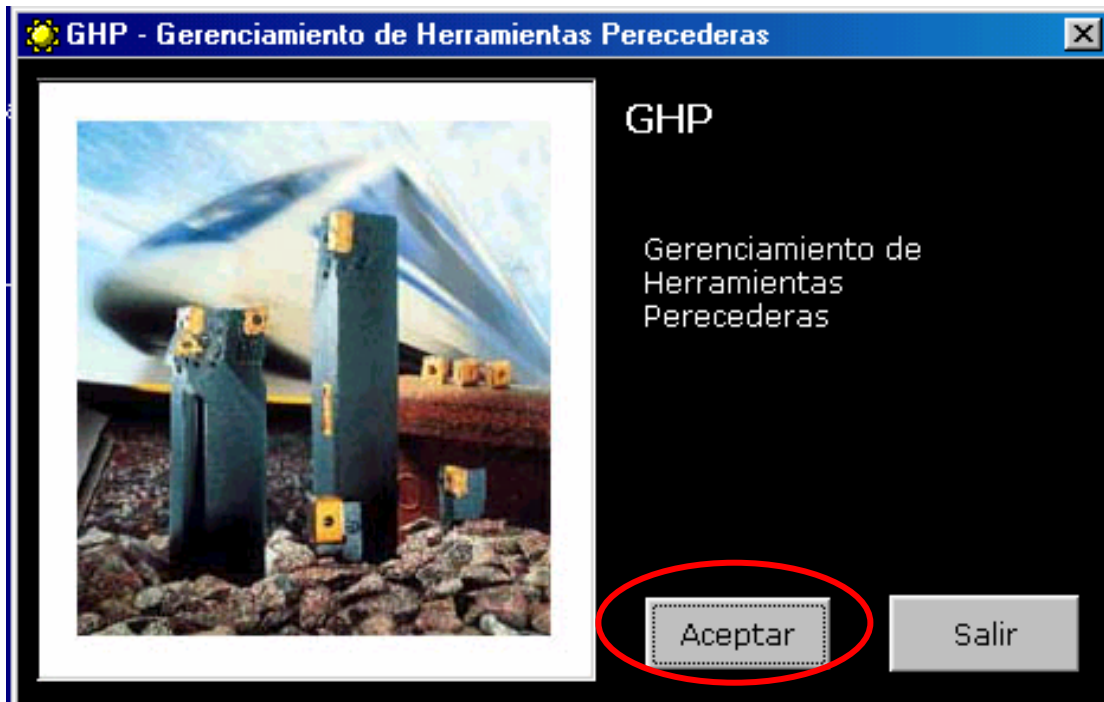
(a)



(b)

En el momento de ingresar se observará una pantalla como la mostrada en la figura 91, esta pantalla brinda la opción de entrar al programa “Aceptar” ó rechazar el acceso con el botón “Salir”, si se elige esta opción se cerrará la aplicación y volverá al escritorio normalmente.

Figura 91. Pantalla de entrada



Después de ejecutar el programa con el botón “Aceptar” ilustrado en la figura 91, se da acceso a la aplicación de Gerenciamiento de Herramientas Perecederas G.H.P y aparecerá un formulario con los campos correspondientes para realizar las consultas requeridas por el usuario; en la figura 92 se observa el formulario de entrada al programa con la identificación de los diferentes campos necesarios, en seguida se dará la descripción de estos campos y se mostrará el proceso de introducción de la información requerida por el programa para arrojar los resultados.

Figura 92. Formulario de entrada al programa.

❖ **Descripción de los campos del formulario de entrada.**

1. Esta casilla selecciona una de las cuatro líneas de mecanizado existentes en THC.
2. Automáticamente se carga la imagen correspondiente a las piezas que fabrica la línea seleccionada.
3. Además de cargarse una lista con todos los números de parte (NP) que fabrica la línea; se debe escoger un NP.
4. Y definir la cantidad que se desea producir de este componente.
5. Efectúa la consulta correspondiente para los datos ingresados.
6. Este campo se llena automáticamente con todas las suboperaciones que lleva la pieza seleccionada.
7. Muestra la herramienta que se usará para efectuar la suboperación del campo 6 con el número total de útiles necesarios para producir la cantidad

del campo 4 (cantidad a producir), además de los parámetros de operación de la herramienta.

8. Con este botón se puede guardar la información consultada.
9. Cada consulta se debe guardar individualmente; cuando se desee se puede hacer uso de de este botón, que quedará activo a partir de la primera consulta, para enviar todos los datos consultados a un formato de Excel.
10. Este es el logo de Transmisiones Homocinéticas de Colombia (THC), siempre va a estar visible durante el proceso.

6.2.4 Información de entrada al programa. La información que se debe ingresar es la correspondiente a las casillas 1, 3 y 4 de la figura 92 que son respectivamente la línea de producción, el número de parte y la cantidad a producir.

❖ **Producción para Marzo de 2005.** En la tabla 12 se muestra la producción que proyectó realizar la empresa durante el mes de marzo del presente año en cada una de las cuatro líneas, esta fue la primer prueba oficial realizada al software motivo de este proyecto; la tabla relaciona los Números de Parte que se van a producir con sus respectivas cantidades, (Estos Números de parte con sus cantidades fueron aportados por los Coordinadores de Producción de cada línea, lo que permitió que se involucrara a más personas en el objetivo de este proyecto). De acuerdo con la información suministrada se procede a dar entrada al programa de los datos señalados por la tabla 12, de esta manera se pueden realizar todas las consultas pertinentes para cada uno de los números de parte.

Tabla 12. Producción para Marzo de 2005.

INTEREJES		JUNTAS FIJAS		TULIPAS		TRIPODES	
NP	CANTIDAD	NP	CANTIDAD	NP	CANTIDAD	NP	CANTIDAD
50188T-1	2555	363313T	2256	350907T	4500	350202T	5500
50188T-2	2429	363806T	1900	350805T	1352	350807T	2500
50245T-1	876	360145T	5994	350806T	1256		
50248T-1	1686	363406T	3600	350238T	4368		
50264T-2	1535	360113T	2134	350207T	1489		
50265T-2	1531	360108T	2000				
50269T-1	1379						
50270T-1	1444						
50275T-1	410						
50275T-2	487						
50276T-1	429						
50277T-1	557						
50282T-1	3177						
50302T-1	1000						
50302T-2	1000						
50309T-1	452						
50309T-2	453						

❖ **Procedimiento de llenado del formulario.** Tomaremos como ejemplo el número de parte 363313T correspondiente a la línea de Juntas fijas cuya cantidad a producir es de 2256 piezas; como primera medida debemos referenciar la línea de producción (figura 93-a), nótese que inmediatamente se carga la imagen de una junta fija. En segunda instancia se debe ubicar el número de parte relacionado, como veremos en la figura 93-b esta junta fija corresponde a la aplicación “Grand Vitara”, dato que aparece en la base del software. Por último se debe digitar la cantidad de piezas estipuladas con anterioridad (2256) en la casilla “cantidad a producir” (figura 93-c); el programa ejecuta esta acción siempre que se haya definido el NP a producir; en otras palabras el programa no registra la cantidad si antes no se ha definido la pieza a fabricar.

Figura 93. Llenado del formulario.

The screenshot shows the 'GHP - Gerenciamiento de Herramientas Perecederas' window. The title bar is blue with a yellow gear icon and a red close button. The main area has a light beige background. On the left, under the heading 'Seleccione la línea de producción', there is a dropdown menu with 'JUNTAS FIJAS' selected and circled in red. Below it is a text input field for 'Determine la cantidad a producir' and a 'Consulta de producción' button. On the right, there is a 3D image of a metal part, the 'THC' logo with 'TRANSELES TRANSMISIONES HOMOCINETICAS DE COLOMBIA S.A.' and 'DANA' below it, and a 'Consulta:' section with two empty boxes labeled 'SubOperaciones' and 'Herramienta a utilizar'. At the bottom right are 'Guardar consulta' and 'Exportar Excel' buttons.

(a)

The screenshot shows the same 'GHP - Gerenciamiento de Herramientas Perecederas' window. The 'Seleccione la línea de producción' dropdown now shows 'JUNTAS FIJAS'. Below it, under the heading 'Seleccione un número de parte', there is a dropdown menu with '363313T - GRAND VITARA' selected and circled in red. Below this is a 'Consulta de producción' button. The rest of the interface, including the 3D image, logos, and 'Consulta:' section, remains the same as in screenshot (a).

(b)

Figura 93. Llenado del formulario.

GHP - Gerenciamiento de Herramientas Percederas

Seleccione la línea de producción
JUNTAS FIJAS

Seleccione un número de parte
363313T - GRAND VITARA

Determine la cantidad a producir
2256

Consulta de producción

Consulta: JUNTAS FIJAS :: 363313T - GRAND VITARA :: 2256

SubOperaciones

- CENTRADO JUNTA FIJA
- REFRENTADO JUNTA FIJA
- DESBASTE ASIENTO BOCIN
- DESBASTE DEL CUERPO
- TERMINADO DEL CUERPO
- DESBASTE INTERIOR
- DESBASTE EXTERIOR
- CENTRADO INTERIOR
- FRESADO DESBASTE
- FRESADO TERMINADO

Herramienta a utilizar

HS Nº4
Vc: N.A
Avce: 0.3 mm/seg
rpm: 750 rpm
No. Htas: 7

Guardar consulta
Exportar Excel

(c)

6.2.5 Información de salida del programa. Siguiendo con el ejemplo del Grand Vitara cuya cantidad a producir fue de 2256, al efectuar la consulta de producción mediante el botón que lleva su nombre se deben activar los valores de los campos 6 y 7 de la figura 92 que corresponden a las suboperaciones que se le realizan a este número de parte y la herramienta utilizada en cada suboperación respectivamente.

Es de notar que cuando se realiza la consulta de producción en la parte central derecha del formulario se activa una especie de resumen de la consulta realizada; en el caso de la figura 94 se resaltó el diálogo “*Consulta: Juntas Fijas :: 363313T-GRAND VITARA :: 2256*” este resumen permite que el programador verifique la veracidad de los datos introducidos para evitar las equivocaciones; sí se está seguro se procederá a realizar la operación de guardar consulta, para continuar con una nueva consulta o sencillamente para terminar la aplicación realizada.

Otro aspecto a resaltar es que el programador podrá navegar por las suboperaciones correspondientes a algún número de parte si lo que le interesa es consultar la herramienta que se utiliza en alguna de ellas; en el caso particular que estamos tratando, la información que nos está brindando el programa en la figura 94 se puede observar que en la operación de “centrado junta fija” se utiliza la herramienta HS N°4 (que corresponde a una broca), además nos muestra los parámetros de operación y la cantidad de herramientas para esta suboperación (No. Htas: 7).

Figura 94. Información de salida del programa.

❖ **Guardar consulta.** Como ya se mencionó, cuando el programador esté seguro de haber introducido correctamente los datos de producción podrá hacer uso del botón “Guardar consulta” ubicado en la parte inferior derecha del formulario. Al realizar esta operación aparecerá el número de consultas que hasta el momento haya realizado; como es la primera consulta aparecerá “1/1” en la esquina inferior izquierda, además aparecerán dos botones para

desplazarse por las consultas realizadas (cuando se haya realizado más de una consulta), esto con el fin de que pueda revisar cuáles fueron las consultas anteriores y no incurrir en un error al repetir alguna consulta. Cuando la consulta ha sido guardada el programa ejecuta un diálogo donde comunica que la operación ha sido exitosa como se muestra en la figura 95.

Figura 95. Guardar Consulta.



❖ **Exportar a Excel.** Este es un botón que se activa una vez haya sido registrada la primera consulta, a partir de este momento se puede enviar a un formato en Excel para observar toda la información arrojada por el programa; este botón se usará cuando se terminen de realizar todas las consultas que estén presupuestadas (en el caso de la producción de marzo, hasta realizar todas las consultas correspondientes a la tabla 12). Cuando se usa el botón “Exportar Excel”, aparece un diálogo que pide introducir el nombre del programador (ver figura 96), dato que será utilizado en los informes

generales del programa; además aparecen dos botones, uno para aceptar el valor ingresado en el campo de programador y el otro para rechazarlo (cancelar), cuando se hace click en Aceptar, empieza el proceso de exportación, donde se copia el formato de informe cuantas veces se haya registrado alguna consulta, realiza un barrido copiando la información guardada para cada una de esas consultas, este proceso puede tardar algunos segundos, mientras realiza esta operación nos muestra una barra de avance del proceso (ver figura 97). Al finalizar esta todo listo para observar los datos guardados que por defecto quedarán en la carpeta “Mis Consultas”, la ruta de esta carpeta es Disco Local C/Archivos de Programa/GHP/Mis Consultas; estas consultas quedan con el nombre del planificador o programador, la fecha y hora en que se realizó y un nombre de archivo común.

Figura 96. Exportar a Excel.



❖ **Informe.** Las consultas ejecutadas, guardadas y exportadas se pueden mostrar en un informe como el mencionado anteriormente, este informe esta diseñado en un formato de Excel; en la figura 94. se muestra dicho formato.

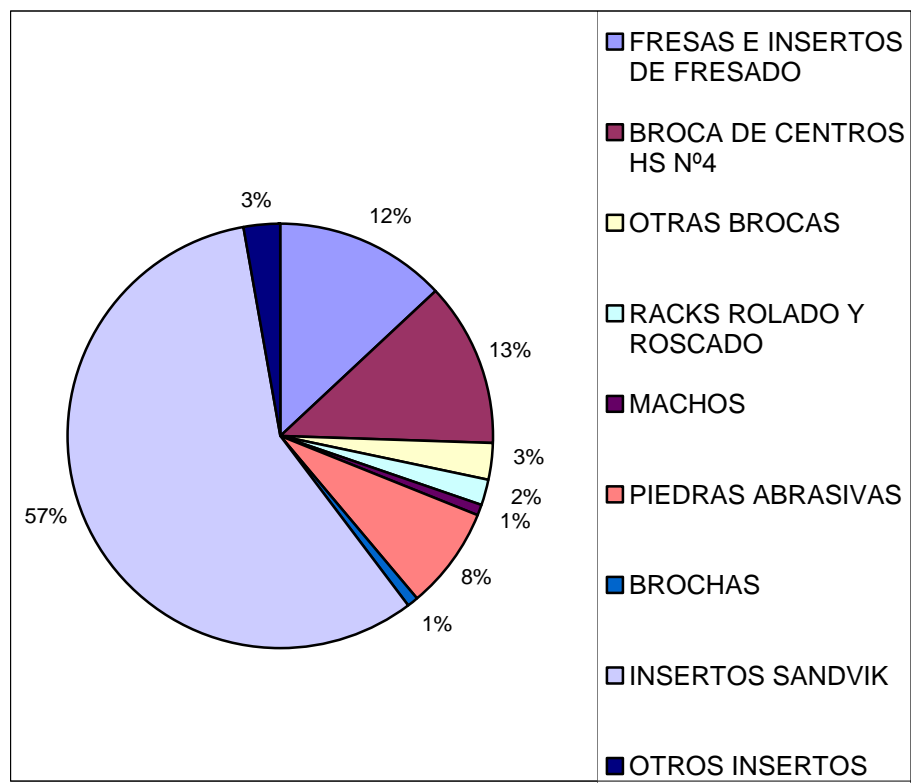
1. Fecha: Fecha en la cuál fueron realizadas la consultas.
2. Planificador: Nombre de la persona que realizó las consultas.
3. Línea: Línea de mecanizado de piezas ó línea de producción.
4. NP: Número de parte o pieza fabricada.
5. Aplicación: Modelo referente a la marca o referencia del carro para el cual se mecaniza la pieza.
6. Cantidad: Número de piezas mecanizadas.
7. Item: Posición en la lista de herramientas.
8. Suboperación: Mecanizado que se realiza.
9. Herramienta: Nombre o código de la herramienta utilizada.
10. Tipo de Hta: Clase de herramienta de mecanizado.
11. Cantidad: Valor estipulado para producir cierta cantidad de piezas.

Como se dijo con anterioridad los informes se pueden presentar individualmente para cada número de parte; una muestra de estos informes se puede observar en las siguientes páginas donde se mostrarán dos de las consultas realizadas para la producción de marzo (tabla 12), estas consultas fueron seleccionados al azar entre todos los números de parte relacionados en dicha tabla. En el Anexo F se muestra el informe completo de las consultas individuales de todos los números de parte relacionados en la tabla 12 además de un Inventario general de todas las herramientas que deberán estar disponibles en el momento de la producción.

		<p style="text-align: center;">CONSULTA DE PRODUCCION</p>		Hoja 1 de 26	
				FECHA: Marzo 18 de 2005	
PLANIFICADOR:	JORGE A. RODRIGUEZ	LINEA:	JUNTAS FIJAS		
IIP:	363313T	APLICACIÓN:	GRAID VITARA	CAANTIDAD:	2256
ITEM	SUBOPERACION	HERRAMIENTA	TIPO DE HERRAMIENTA	CAANTIDAD	
1	CENTRADO JUNTA FIJA	HS N°4	BROCA	7	
2	REFRENTADO JUNTA FIJA	TPMR-160304-4025	INSERTO	7	
3	DESBASTE ASIENTO BOCIN	CNMG-120416-4025	INSERTO	6	
4	DESBASTE DEL CUERPO	TNMG-220416-4015	INSERTO	4	
5	TERMINADO DEL CUERPO	DNMG-150412-4015	INSERTO	7	
6	DESBASTE INTERIOR	TNMG-220416-4025	INSERTO	5	
7	DESBASTE EXTERIOR	CNMG-120416-4025	INSERTO	6	
8	CENTRADO INTERIOR	HS N°4	BROCA	7	
9	FRESADO DESBASTE	INSERTO D=25.00mm	INSERTO	15	
10	FRESADO TERMINADO	INSERTO D=18.00mm	INSERTO	12	
11	ROLADO JUNTA FIJA	FH-080031T	RACK ROLADO	1	
12	ROSCADO JUNTA FIJA	FH-0800001T	RACK ROSCADO	1	
13	RANURADO	BG-154.91-3	INSERTO	6	
14	RECTIF. EXT. CON P. ABRASIVA	FH-110002T-1	ABRASIVO	1	
15	RECTIF. EXT. CON DIAMANTE	FD-180W	DIAMANTE	1	
16	RECTIF. CANASTILLA P. CLINDRICA	FH-120003T	ABRASIVO	4	
17	RECTIF. CANASTILLA P. RADIAL	FH-120004T-3	ABRASIVO	4	
18	RECTIF. CANASTILLA DIAMANTE	EW 01 403	DIAMANTE	1	
19	RECTIF. PISTAS P. ABRASIVA	FH-130005T-2	ABRASIVO	4	
20	RECTIF. PISTAS CON DIAMANTE	EW 01 402	DIAMANTE	1	
21	ROSCADO INTERIOR	FH-143006T	MACHO	6	

❖ **Estadística.** Una manera de facilitar la toma de decisiones es mediante la información registrada en diagramas, los diagramas permiten ilustrar de una manera simplificada la información contenida en documentos, tablas o como en este caso las consultas realizadas para la producción de marzo; en la figura 99 se observa una gráfica con los valores porcentuales de las principales herramientas requeridas para mecanizar las piezas correspondientes la producción mencionada anteriormente.

Figura 99. Porcentaje de herramientas necesarias para mecanizar la producción del mes de Marzo de 2005.



7. 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 refiere a la norma ISO/TS 16949.
- ❖ Es importante para la empresa tener la información centralizada en este tipo de ayudas computacionales puesto que esto redundará en la eficiencia y mayor capacidad productiva de los individuos además de ofrecer herramientas de trabajo más eficaces que las tradicionales.
- ❖ THC-TRANSEJES S.A cuenta ahora con un programa que permite consultar la información de los procesos y las herramientas utilizados para mecanizar cada una de las piezas que produce haciendo que el tiempo de búsqueda sea reducido enormemente.
- ❖ Mediante la implementación de este software se logra determinar de una manera rápida, sencilla y eficaz el consumo de herramientas percederas teniendo en cuenta los lotes de producción definidos para periodos de tiempo y de esta manera mantener un nivel de inventarios acorde a las necesidades inmediatas de producción.
- ❖ Los beneficios que se obtendrán a mediano y largo plazo para la organización después de implantar el software se reflejan en la mejora

de la imagen de la empresa, satisfacción de los clientes, y obtención de la certificación ISO/TS-16949.

- ❖ 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.

BIBLIOGRAFIA

- **ANAYA MEJIA, Luis Alberto, Martínez Landínez, Fabio Alberto; Gonzalez Jaimes, Isnardo, dir.** Determinación de la capacidad de producción de las herramientas en las empresas metalmeccánicas. Bucaramanga, 2002, 251 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Área de Mecánica.
- **ASTUDILLO JIMENEZ, Fidel.** Máquinas herramienta, organización y sistemas. México: Representaciones y servicios de Ingeniería S.A., 1983.
- **BERGEMAN, Miron y AMSTEAD B.H.** Procesos de Fabricación. México: Compañía editorial continental S.A., 1982.
- **CARDENAS, Humberto.** Análisis de productividad para herramientas de carburos metálicos en el mecanizado de materiales ferrosos. Bucaramanga, 1992.
- **CORNELL, Gary.** Manual de Visual Basic para Windows. España: Mac Graw-Hill, 1999.

- **CORNELL, Gary.** Manual de Microsoft Access para Windows. España: Mac Graw-Hill, 2000.
- **GONZALEZ JAIMES, Isnardo.** Conferencia “El gerenciamiento de Herramientas y su Contribución a la Automatización Industrial”. III Congreso nacional de estudiantes de Ingeniería Mecánica. UIS, Marzo de 1998.
- **GROOVER, Mikell P.** Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales Procesos y Sistemas. Newark: Prentice - Hall, 1997. 1184 p.
- **ISO/TS 16949:2002.**
- **PLANES DE CONTROL.** Aseguramiento de Calidad y Procesos. Transejes Colombia.
- **SANDVIK, Coromant .** Catálogo Corokey 2004.

DIRECCIONES ELECTRONICAS

- ✓ [http:// www.nortonabrasives.com](http://www.nortonabrasives.com)
- ✓ [http:// www.coromant.sandvik.com](http://www.coromant.sandvik.com)
- ✓ [http:// www.iscar.com](http://www.iscar.com)
- ✓ [http:// www.production-tool.com](http://www.production-tool.com)
- ✓ [http:// www.lexcut.com](http://www.lexcut.com)
- ✓ [http:// www.dana.com](http://www.dana.com)
- ✓ [http:// www.iscar.com](http://www.iscar.com)
- ✓ [http:// www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)
- ✓ [http:// www.msonline.com](http://www.msonline.com)

ANEXO A.
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA NORMA ISO/TS 16949:2002

Quality management systems —

**Particular requirements for the application
of ISO 9001:2000 for automotive production
and relevant service part organizations**

Systèmes de management de la qualité —

*Exigences particulières pour l'application de l'ISO 9001:2000 pour la
production de série et de pièces de rechange dans l'industrie automobile*



Reference number
ISO/TS 16949:2002(E)

© ISO 2002

PDF disclaimer

This PDF file may contain embedded typefaces. In accordance with Adobe's licensing policy, this file may be printed or viewed but shall not be edited unless the typefaces which are embedded are licensed to and installed on the computer performing the editing. In downloading this file, parties accept therein the responsibility of not infringing Adobe's licensing policy. The ISO Central Secretariat accepts no liability in this area.

Adobe is a trademark of Adobe Systems Incorporated.

Details of the software products used to create this PDF file can be found in the General Info relative to the file; the PDF-creation parameters were optimized for printing. Every care has been taken to ensure that the file is suitable for use by ISO member bodies. In the unlikely event that a problem relating to it is found, please inform the Central Secretariat at the address given below.

© ISO 2002

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Printed in Switzerland

The content inside the boxed text of this document is ISO 9001:2000 text and is protected by the above copyright statement.

The text outside the boxes has been originated by the International Automotive Task Force. Copyright for this text is held by ANFIA, CCFA/FIEV, SMMT, VDA (see below) and the car manufacturers DaimlerChrysler, Ford Motor Company, General Motors Corp.

Neither this Technical Specification nor any extract from it may be reproduced in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise without prior written permission being secured.

Requests for permission to reproduce and/or translate non-boxed text should be addressed to one of the addresses below:

- International Automotive Oversight Bureau (IAOB/USA)
- Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche (ANFIA/Italy)
- Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA/France)
- Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules (FIEV/France)
- Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT/UK)
- Verband der Automobilindustrie - Qualitätsmanagement Center (VDA-QMC/Germany)

Contents

	Page
Foreword	vii
<i>Remarks for certification</i>	<i>viii</i>
Introduction	ix
0.1 General	ix
0.2 Process approach	ix
0.3 Relationship with ISO 9004	xi
0.3.1 <i>IATF Guidance to ISO/TS 16949:2000</i>	<i>xi</i>
0.4 Compatibility with other management systems	xi
0.5 <i>Goal of this Technical Specification</i>	<i>xii</i>
1 Scope	1
1.1 General	1
1.2 Application	1
2 Normative reference	2
3 Terms and definitions	2
3.1 <i>Terms and definitions for the automotive industry</i>	2
4 Quality management system	3
4.1 General requirements	3
4.1.1 <i>General requirements — Supplemental</i>	4
4.2 Documentation requirements	4
4.2.1 General	4
4.2.2 Quality manual	5
4.2.3 Control of documents	5
4.2.3.1 <i>Engineering specifications</i>	5
4.2.4 Control of records	6
4.2.4.1 <i>Records retention</i>	6
5 Management responsibility	6
5.1 Management commitment	6
5.1.1 <i>Process efficiency</i>	6
5.2 Customer focus	7
5.3 Quality policy	7
5.4 Planning	7
5.4.1 Quality objectives	7
5.4.1.1 <i>Quality objectives — Supplemental</i>	7
5.4.2 Quality management system planning	7
5.5 Responsibility, authority and communication	8
5.5.1 Responsibility and authority	8
5.5.1.1 <i>Responsibility for quality</i>	8
5.5.2 Management representative	8
5.5.2.1 <i>Customer representative</i>	8
5.5.3 Internal communication	8
5.6 Management review	9
5.6.1 General	9
5.6.1.1 <i>Quality management system performance</i>	9

ISO/TS 16949:2002(E)

5.6.2	Review input	9
5.6.2.1	<i>Review input — Supplemental</i>	9
5.6.3	Review output	10
6	Resource management	10
6.1	Provision of resources	10
6.2	Human resources	10
6.2.1	General	10
6.2.2	Competence, awareness and training	10
6.2.2.1	<i>Product design skills</i>	11
6.2.2.2	<i>Training</i>	11
6.2.2.3	<i>Training on the job</i>	11
6.2.2.4	<i>Employee motivation and empowerment</i>	11
6.3	Infrastructure	11
6.3.1	<i>Plant, facility and equipment planning</i>	11
6.3.2	<i>Contingency plans</i>	12
6.4	Work environment	12
6.4.1	<i>Personnel safety to achieve product quality</i>	12
6.4.2	<i>Cleanliness of premises</i>	12
7	Product realization	12
7.1	Planning of product realization	12
7.1.1	<i>Planning of product realization — Supplemental</i>	13
7.1.2	<i>Acceptance criteria</i>	13
7.1.3	<i>Confidentiality</i>	13
7.1.4	<i>Change control</i>	13
7.2	Customer-related processes	13
7.2.1	Determination of requirements related to the product	13
7.2.1.1	<i>Customer-designated special characteristics</i>	14
7.2.2	Review of requirements related to the product	14
7.2.2.1	<i>Review of requirements related to the product — Supplemental</i>	14
7.2.2.2	<i>Organization manufacturing feasibility</i>	14
7.2.3	Customer communication	14
7.2.3.1	<i>Customer communication — Supplemental</i>	15
7.3	Design and development	15
7.3.1	Design and development planning	15
7.3.1.1	<i>Multidisciplinary approach</i>	15
7.3.2	Design and development inputs	15
7.3.2.1	<i>Product design input</i>	16
7.3.2.2	<i>Manufacturing process design input</i>	16
7.3.2.3	<i>Special characteristics</i>	16
7.3.3	Design and development outputs	16
7.3.3.1	<i>Product design outputs — Supplemental</i>	17
7.3.3.2	<i>Manufacturing process design output</i>	17
7.3.4	Design and development review	17
7.3.4.1	<i>Monitoring</i>	17
7.3.5	Design and development verification	18
7.3.6	Design and development validation	18
7.3.6.1	<i>Design and development validation — Supplemental</i>	18

7.3.6.2	<i>Prototype programme</i>	18
7.3.6.3	<i>Product approval process</i>	18
7.3.7	Control of design and development changes	19
7.4	Purchasing	19
7.4.1	Purchasing process	19
7.4.1.1	<i>Regulatory conformity</i>	19
7.4.1.2	<i>Supplier quality management system development</i>	19
7.4.1.3	<i>Customer-approved sources</i>	19
7.4.2	Purchasing information	20
7.4.3	Verification of purchased product	20
7.4.3.1	<i>Incoming product quality</i>	20
7.4.3.2	<i>Supplier monitoring</i>	20
7.5	Production and service provision	21
7.5.1	Control of production and service provision	21
7.5.1.1	<i>Control plan</i>	21
7.5.1.2	<i>Work instructions</i>	21
7.5.1.3	<i>Verification of job set-ups</i>	21
7.5.1.4	<i>Preventive and predictive maintenance</i>	22
7.5.1.5	<i>Management of production tooling</i>	22
7.5.1.6	<i>Production scheduling</i>	22
7.5.1.7	<i>Feedback of information from service</i>	22
7.5.1.8	<i>Service agreement with customer</i>	22
7.5.2	Validation of processes for production and service provision	23
7.5.2.1	<i>Validation of processes for production and service provision — Supplemental</i>	23
7.5.3	Identification and traceability	23
7.5.3.1	<i>Identification and traceability — Supplemental</i>	23
7.5.4	Customer property	24
7.5.4.1	<i>Customer-owned production tooling</i>	24
7.5.5	Preservation of product	24
7.5.5.1	<i>Storage and inventory</i>	24
7.6	Control of monitoring and measuring devices	24
7.6.1	<i>Measurement system analysis</i>	25
7.6.2	<i>Calibration/verification records</i>	25
7.6.3	<i>Laboratory requirements</i>	25
7.6.3.1	<i>Internal laboratory</i>	25
7.6.3.2	<i>External laboratory</i>	25
8	Measurement, analysis and improvement	26
8.1	General	26
8.1.1	<i>Identification of statistical tools</i>	26
8.1.2	<i>Knowledge of basic statistical concepts</i>	26
8.2	Monitoring and measurement	26
8.2.1	Customer satisfaction	26
8.2.1.1	<i>Customer satisfaction — Supplemental</i>	26
8.2.2	Internal audit	27
8.2.2.1	<i>Quality management system audit</i>	27
8.2.2.2	<i>Manufacturing process audit</i>	27
8.2.2.3	<i>Product audit</i>	27

ISO/TS 16949:2002(E)

8.2.2.4	<i>Internal audit plans</i>	27
8.2.2.5	<i>Internal auditor qualification</i>	28
8.2.3	Monitoring and measurement of processes	28
8.2.3.1	<i>Monitoring and measurement of manufacturing processes</i>	28
8.2.4	Monitoring and measurement of product	29
8.2.4.1	<i>Layout inspection and functional testing</i>	29
8.2.4.2	<i>Appearance items</i>	29
8.3	Control of nonconforming product	29
8.3.1	<i>Control of nonconforming product — Supplemental</i>	30
8.3.2	<i>Control of reworked product</i>	30
8.3.3	<i>Customer information</i>	30
8.3.4	<i>Customer waiver</i>	30
8.4	Analysis of data	30
8.4.1	<i>Analysis and use of data</i>	31
8.5	Improvement	31
8.5.1	Continual improvement	31
8.5.1.1	<i>Continual improvement of the organization</i>	31
8.5.1.2	<i>Manufacturing process improvement</i>	31
8.5.2	Corrective action	31
8.5.2.1	<i>Problem solving</i>	32
8.5.2.2	<i>Error-proofing</i>	32
8.5.2.3	<i>Corrective action impact</i>	32
8.5.2.4	<i>Rejected product test/analysis</i>	32
8.5.3	Preventive action	32
Annex A (normative)	Control plan	33
A.1	<i>Phases of the control plan</i>	33
A.2	<i>Elements of the control plan</i>	33
	Bibliography	34

NOTE In this table of contents, ISO 9001:2000 headings are normal type face, IATF headings are in italics.

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 3.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

In other circumstances, particularly when there is an urgent market requirement for such documents, a technical committee may decide to publish other types of normative document:

- an ISO Publicly Available Specification (ISO/PAS) represents an agreement between technical experts in an ISO working group and is accepted for publication if it is approved by more than 50 % of the members of the parent committee casting a vote;
- an ISO Technical Specification (ISO/TS) represents an agreement between the members of a technical committee and is accepted for publication if it is approved by 2/3 of the members of the committee casting a vote.

An ISO/PAS or ISO/TS is reviewed after three years with a view to deciding whether it should be confirmed for a further three years, revised to become an International Standard, or withdrawn. In the case of a confirmed ISO/PAS or ISO/TS, it is reviewed again after six years at which time it has to be either transposed into an International Standard or withdrawn.

ISO/TS 16949:2002 was prepared by the International Automotive Task Force (IATF) and Japan Automobile Manufacturers Association, Inc. (JAMA), with support from ISO/TC 176, *Quality management and quality assurance*

This second edition of ISO/TS 16949 cancels and replaces the first edition (ISO/TS 16949:1999), which has been technically revised.

Boxed text is original ISO 9001:2000 text. The sector-specific supplemental requirements are outside the boxes.

In this Technical Specification, the word "shall" indicates a requirement. The word "should" indicates a recommendation. Paragraphs marked "NOTE" are for guidance in understanding or clarifying the associated requirement.

Where the term "such as" is used, any suggestions given are for guidance only.

Annex A forms a normative part of this Technical Specification.

ISO/TS 16949:2002(E)

Remarks for certification

The certification to this Technical Specification, including customer-specific requirements if any, is recognized by the customer members of IATF when achieved according to the IATF certification scheme (see the "Rules for achieving IATF recognition").

Details can be obtained at the addresses of the local oversight bodies of IATF cited below:

Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche (ANFIA)

Web site: www.anfia.it e-mail: anfia@anfia.it

International Automotive Oversight Bureau (IAOB)

Web site: www.iaob.org e-mail: quality@iaob.org

Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules (FIEV)

Comité des Constructeurs Français d'Automobiles (CCFA)

Web site: www.iatf-france.com e-mail: iatf@iatf-France.com

Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd. (SMMT Ltd.)

Web site: www.smmt.co.uk e-mail: quality@smmt.co.uk

Verband der Automobilindustrie Qualitätsmanagement Center (VDA-QMC)

Web site: www.vda-qmc.de e-mail: info@vda-qmc.de

Introduction

0.1 General

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

Introduction

0.1 General

The adoption of a quality management system should be a strategic decision of an organization. The design and implementation of an organization's quality management system is influenced by varying needs, particular objectives, the products provided, the processes employed and the size and structure of the organization. It is not the intent of this International Standard to imply uniformity in the structure of quality management systems or uniformity of documentation.

The quality management system requirements specified in this International Standard are complementary to requirements for products. Information marked "NOTE" is for guidance in understanding or clarifying the associated requirement.

This International Standard can be used by internal and external parties, including certification bodies, to assess the organization's ability to meet customer, regulatory and the organization's own requirements.

The quality management principles stated in ISO 9000 and ISO 9004 have been taken into consideration during the development of this International Standard.

0.2 Process approach

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

0.2 Process approach

This International Standard promotes the adoption of a process approach when developing, implementing and improving the effectiveness of a quality management system, to enhance customer satisfaction by meeting customer requirements.

For an organization to function effectively, it has to identify and manage numerous linked activities. An activity using resources, and managed in order to enable the transformation of inputs into outputs, can be considered as a process. Often the output from one process directly forms the input to the next.

The application of a system of processes within an organization, together with the identification and interactions of these processes, and their management, can be referred to as the "process approach".

An advantage of the process approach is the ongoing control that it provides over the linkage between the individual processes within the system of processes, as well as over their combination and interaction.

When used within a quality management system, such an approach emphasizes the importance of

- a) understanding and meeting requirements,
- b) the need to consider processes in terms of added value,
- c) obtaining results of process performance and effectiveness, and
- d) continual improvement of processes based on objective measurement.

The model of a process-based quality management system shown in Figure 1 illustrates the process linkages presented in clauses 4 to 8. This illustration shows that customers play a significant role in defining requirements as inputs. Monitoring of customer satisfaction requires the evaluation of information relating to customer perception as to whether the organization has met the customer requirements. The model shown in Figure 1 covers all the requirements of this International Standard, but does not show processes at a detailed level.

NOTE In addition, the methodology known as "Plan-Do-Check-Act" (PDCA) can be applied to all processes. PDCA can be briefly described as follows.

Plan: establish the objectives and processes necessary to deliver results in accordance with customer requirements and the organization's policies.

Do: implement the processes.

Check: monitor and measure processes and product against policies, objectives and requirements for the product and report the results.

Act: take actions to continually improve process performance.

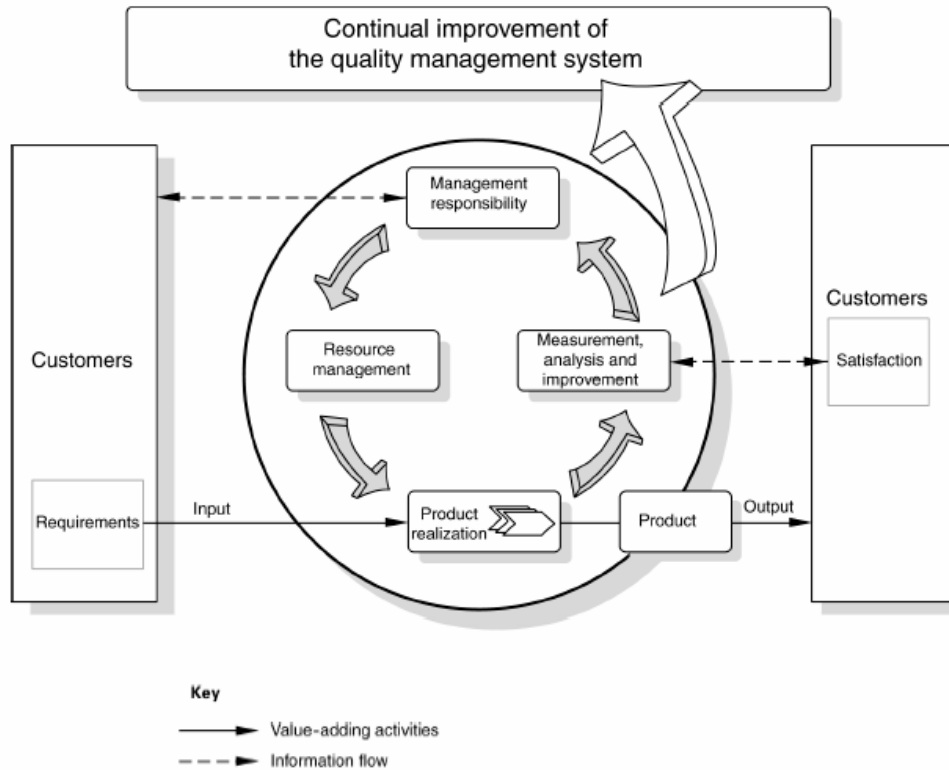


Figure 1 — Model of a process-based quality management system

0.3 Relationship with ISO 9004

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

0.3 Relationship with ISO 9004

The present editions of ISO 9001 and ISO 9004 have been developed as a consistent pair of quality management system standards which have been designed to complement each other, but can also be used independently.

Although the two International Standards have different scopes, they have similar structures in order to assist their application as a consistent pair.

ISO 9001 specifies requirements for a quality management system that can be used for internal application by organizations, or for certification, or for contractual purposes. It focuses on the effectiveness of the quality management system in meeting customer requirements.

ISO 9004 gives guidance on a wider range of objectives of a quality management system than does ISO 9001, particularly for the continual improvement of an organization's overall performance and efficiency, as well as its effectiveness. ISO 9004 is recommended as a guide for organizations whose top management wishes to move beyond the requirements of ISO 9001, in pursuit of continual improvement of performance. However, it is not intended for certification or for contractual purposes.

NOTE The knowledge and use of the eight quality management principles referred to in ISO 9000:2000 and ISO 9004:2000 should be demonstrated and cascaded through the organization by top management.

0.3.1 IATF Guidance to ISO/TS 16949:2000

"IATF Guidance to ISO/TS 16949:2002" is a document containing recommended automotive industry practices, examples, illustrations and explanations, and provides assistance in the application to conform to the requirements of this Technical Specification.

This IATF Guidance document is not intended for certification or for contractual purposes

0.4 Compatibility with other management systems

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

0.4 Compatibility with other management systems

This International Standard has been aligned with ISO 14001:1996 in order to enhance the compatibility of the two standards for the benefit of the user community.

This International Standard does not include requirements specific to other management systems, such as those particular to environmental management, occupational health and safety management, financial management or risk management. However, this International Standard enables an organization to align or integrate its own quality management system with related management system requirements. It is possible for an organization to adapt its existing management system(s) in order to establish a quality management system that complies with the requirements of this International Standard.

ISO/TS 16949:2002(E)

0.5 Goal of this Technical Specification

The goal of this Technical Specification is the development of a quality management system that provides for continual improvement, emphasizing defect prevention and the reduction of variation and waste in the supply chain.

This Technical Specification, coupled with applicable customer-specific requirements, defines the fundamental quality management system requirements for those subscribing to this document.

This Technical Specification is intended to avoid multiple certification audits and provide a common approach to a quality management system for automotive production, and relevant service part organizations.

Quality management systems — Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations

1 Scope

1.1 General

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements**1 Scope****1.1 General**

This International Standard specifies requirements for a quality management system where an organization

- a) needs to demonstrate its ability to consistently provide product that meets customer and applicable regulatory requirements, and
- b) aims to enhance customer satisfaction through the effective application of the system, including processes for continual improvement of the system and the assurance of conformity to customer and applicable regulatory requirements.

NOTE In this International Standard, the term "product" applies only to the product intended for, or required by, a customer.

This Technical Specification, in conjunction with ISO 9001:2000, defines the quality management system requirements for the design and development, production and, when relevant, installation and service of automotive-related products.

This Technical Specification is applicable to sites of the organization where customer-specified parts, for production and/or service, are manufactured.

Supporting functions, whether on-site or remote (such as design centres, corporate headquarters and distribution centres), form part of the site audit as they support the site, but cannot obtain stand-alone certification to this Technical Specification.

This Technical Specification can be applied throughout the automotive supply chain.

1.2 Application

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements**1.2 Application**

All requirements of this International Standard are generic and are intended to be applicable to all organizations, regardless of type, size and product provided.

Where any requirement(s) of this International Standard cannot be applied due to the nature of an organization and its product, this can be considered for exclusion.

Where exclusions are made, claims of conformity to this International Standard are not acceptable unless these exclusions are limited to requirements within clause 7, and such exclusions do not affect the organization's ability, or responsibility, to provide product that meets customer and applicable regulatory requirements.

ISO/TS 16949:2002(E)

The only permitted exclusions for this Technical Specification relate to 7.3 where the organization is not responsible for product design and development.

Permitted exclusions do not include manufacturing process design.

2 Normative reference

The following normative document contains provisions, which, through reference in this text, constitute provisions of this Technical Specification. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this Technical Specification are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative document indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 9000:2000, *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*

3 Terms and definitions

ISO 9001:2000, *Quality management systems — Requirements*

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the terms and definitions given in ISO 9000 apply.

The following terms, used in this edition of ISO 9001 to describe the supply chain, have been changed to reflect the vocabulary currently used:

supplier → organization → customer

The term "organization" replaces the term "supplier" used in ISO 9001:1994, and refers to the unit to which this International Standard applies. Also, the term "supplier" now replaces the term "subcontractor".

Throughout the text of this International Standard, wherever the term "product" occurs, it can also mean "service".

3.1 Terms and definitions for the automotive industry

For the purposes of this Technical Specification, the terms and definitions given in ISO 9000:2000 and the following apply.

3.1.1

control plan

documented description of the systems and processes required for controlling product (see annex A)

3.1.2

design responsible organization

organization with authority to establish a new, or change an existing, product specification

NOTE This responsibility includes testing and verification of design performance within the customer's specified application.

3.1.3

error proofing

product and manufacturing process design and development to prevent manufacture of nonconforming products

3.1.4

laboratory

facility for inspection, test or calibration that may include, but is not limited to, chemical, metallurgical, dimensional, physical, electrical or reliability testing

3.1.5

laboratory scope

controlled document containing

- specific tests, evaluations and calibrations that a laboratory is qualified to perform,
- list of the equipment which it uses to perform the above, and
- list of methods and standards to which it performs the above

3.1.6

manufacturing

process of making or fabricating

- production materials,
- production or service parts,
- assemblies, or
- heat treating, welding, painting, plating or other finishing services

3.1.7

predictive maintenance

activities based on process data aimed at the avoidance of maintenance problems by prediction of likely failure modes

3.1.8

preventive maintenance

planned action to eliminate causes of equipment failure and unscheduled interruptions to production, as an output of the manufacturing process design

3.1.9

premium freight

extra costs or charges incurred additional to contracted delivery

NOTE This can be caused by method, quantity, unscheduled or late deliveries, etc.

3.1.10

remote location

location that supports sites and at which non-production processes occur

3.1.11

site

location at which value-added manufacturing processes occur

3.1.12

special characteristic

product characteristic or manufacturing process parameter which can affect safety or compliance with regulations, fit, function, performance or subsequent processing of product

4 Quality management system

4.1 General requirements

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

4 Quality management system

4.1 General requirements

The organization shall establish, document, implement and maintain a quality management system and continually improve its effectiveness in accordance with the requirements of this International Standard.

The organization shall

- a) identify the processes needed for the quality management system and their application throughout the organization (see 1.2),
- b) determine the sequence and interaction of these processes,
- c) determine criteria and methods needed to ensure that both the operation and control of these processes are effective,
- d) ensure the availability of resources and information necessary to support the operation and monitoring of these processes,
- e) monitor, measure and analyse these processes, and
- f) implement actions necessary to achieve planned results and continual improvement of these processes.

These processes shall be managed by the organization in accordance with the requirements of this International Standard.

Where an organization chooses to outsource any process that affects product conformity with requirements, the organization shall ensure control over such processes. Control of such outsourced processes shall be identified within the quality management system.

NOTE Processes needed for the quality management system referred to above should include processes for management activities, provision of resources, product realization and measurement.

4.1.1 General requirements — Supplemental

Ensuring control over outsourced processes shall not absolve the organization of the responsibility of conformity to all customer requirements.

NOTE See also 7.4.1 and 7.4.1.3.

4.2 Documentation requirements

4.2.1 General

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

4.2 Documentation requirements

4.2.1 General

The quality management system documentation shall include

- a) documented statements of a quality policy and quality objectives,
- b) a quality manual,
- c) documented procedures required by this International Standard,
- d) documents needed by the organization to ensure the effective planning, operation and control of its processes, and
- e) records required by this International Standard (see 4.2.4).

NOTE 1 Where the term “documented procedure” appears within this International Standard, this means that the procedure is established, documented, implemented and maintained.

NOTE 2 The extent of the quality management system documentation can differ from one organization to another due to

- a) the size of organization and type of activities,
- b) the complexity of processes and their interactions, and
- c) the competence of personnel.

NOTE 3 The documentation can be in any form or type of medium.

4.2.2 Quality manual

ISO 9001:2000, Quality management system — Requirements

4.2.2 Quality manual

The organization shall establish and maintain a quality manual that includes

- a) the scope of the quality management system, including details of and justification for any exclusions (see 1.2),
- b) the documented procedures established for the quality management system, or reference to them, and
- c) a description of the interaction between the processes of the quality management system.

4.2.3 Control of documents

ISO 9001:2000, Quality management system — Requirements

4.2.3 Control of documents

Documents required by the quality management system shall be controlled. Records are a special type of document and shall be controlled according to the requirements given in 4.2.4.

A documented procedure shall be established to define the controls needed

- a) to approve documents for adequacy prior to issue,
- b) to review and update as necessary and re-approve documents,
- c) to ensure that changes and the current revision status of documents are identified,
- d) to ensure that relevant versions of applicable documents are available at points of use,
- e) to ensure that documents remain legible and readily identifiable,
- f) to ensure that documents of external origin are identified and their distribution controlled, and
- g) to prevent the unintended use of obsolete documents, and to apply suitable identification to them if they are retained for any purpose.

4.2.3.1 Engineering specifications

The organization shall have a process to assure the timely review, distribution and implementation of all customer engineering standards/specifications and changes based on customer-required schedule. Timely review should be as soon as possible, and shall not exceed two working weeks.

ISO/TS 16949:2002(E)

The organization shall maintain a record of the date on which each change is implemented in production. Implementation shall include updated documents.

NOTE A change in these standards/specifications requires an updated record of customer production part approval when these specifications are referenced on the design record or if they affect documents of production part approval process, such as control plan, FMEAs, etc.

4.2.4 Control of records

ISO 9001:2000, Quality management system — Requirements

4.2.4 Control of records

Records shall be established and maintained to provide evidence of conformity to requirements and of the effective operation of the quality management system. Records shall remain legible, readily identifiable and retrievable. A documented procedure shall be established to define the controls needed for the identification, storage, protection, retrieval, retention time and disposition of records.

NOTE 1 "Disposition" above includes disposal.

NOTE 2 "Records" also include customer-specified records.

4.2.4.1 Records retention

The control of records shall satisfy regulatory and customer requirements.

5 Management responsibility

5.1 Management commitment

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5 Management responsibility

5.1 Management commitment

Top management shall provide evidence of its commitment to the development and implementation of the quality management system and continually improving its effectiveness by

- a) communicating to the organization the importance of meeting customer as well as statutory and regulatory requirements,
- b) establishing the quality policy,
- c) ensuring that quality objectives are established,
- d) conducting management reviews, and
- e) ensuring the availability of resources.

5.1.1 Process efficiency

Top management shall review the product realization processes and the support processes to assure their effectiveness and efficiency.

5.2 Customer focus

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.2 Customer focus

Top management shall ensure that customer requirements are determined and are met with the aim of enhancing customer satisfaction (see 7.2.1 and 8.2.1).

5.3 Quality policy

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.3 Quality policy

Top management shall ensure that the quality policy

- a) is appropriate to the purpose of the organization,
- b) includes a commitment to comply with requirements and continually improve the effectiveness of the quality management system,
- c) provides a framework for establishing and reviewing quality objectives,
- d) is communicated and understood within the organization, and
- e) is reviewed for continuing suitability.

5.4 Planning

5.4.1 Quality objectives

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.4 Planning

5.4.1 Quality objectives

Top management shall ensure that quality objectives, including those needed to meet requirements for product [see 7.1 a)] are established at relevant functions and levels within the organization. The quality objectives shall be measurable and consistent with the quality policy.

5.4.1.1 Quality objectives — Supplemental

Top management shall define quality objectives and measurements that shall be included in the business plan and used to deploy the quality policy.

NOTE Quality objectives should address customer expectations and be achievable within a defined time period.

5.4.2 Quality management system planning

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.4.2 Quality management system planning

Top management shall ensure that

- a) the planning of the quality management system is carried out in order to meet the requirements given in 4.1, as well as the quality objectives, and
- b) the integrity of the quality management system is maintained when changes to the quality management system are planned and implemented.

ISO/TS 16949:2002(E)

5.5 Responsibility, authority and communication

5.5.1 Responsibility and authority

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.5 Responsibility, authority and communication

5.5.1 Responsibility and authority

Top management shall ensure that the responsibilities and authorities are defined and communicated within the organization.

5.5.1.1 Responsibility for quality

Managers with responsibility and authority for corrective action shall be promptly informed of products or processes which do not conform to requirements.

Personnel responsible for product quality shall have the authority to stop production to correct quality problems.

Production operations across all shifts shall be staffed with personnel in charge of, or delegated responsibility for, ensuring product quality.

5.5.2 Management representative

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.5.2 Management representative

Top management shall appoint a member of management who, irrespective of other responsibilities, shall have responsibility and authority that includes

- a) ensuring that processes needed for the quality management system are established, implemented and maintained,
- b) reporting to top management on the performance of the quality management system and any need for improvement, and
- c) ensuring the promotion of awareness of customer requirements throughout the organization.

NOTE The responsibility of a management representative can include liaison with external parties on matters relating to the quality management system.

5.5.2.1 Customer representative

Top management shall designate personnel with responsibility and authority to ensure that customer requirements are addressed. This includes selection of special characteristics, setting quality objectives and related training, corrective and preventive actions, product design and development.

5.5.3 Internal communication

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.5.3 Internal communication

Top management shall ensure that appropriate communication processes are established within the organization and that communication takes place regarding the effectiveness of the quality management system.

5.6 Management review

5.6.1 General

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.6 Management review

5.6.1 General

Top management shall review the organization's quality management system, at planned intervals, to ensure its continuing suitability, adequacy and effectiveness. This review shall include assessing opportunities for improvement and the need for changes to the quality management system, including the quality policy and quality objectives.

Records from management reviews shall be maintained (see 4.2.4).

5.6.1.1 Quality management system performance

These reviews shall include all requirements of the quality management system and its performance trends as an essential part of the continual improvement process.

Part of the management review shall be the monitoring of quality objectives, and the regular reporting and evaluation of the cost of poor quality (see 8.4.1 and 8.5.1).

These results shall be recorded to provide, as a minimum, evidence of the achievement of

- the quality objectives specified in the business plan, and
- customer satisfaction with product supplied.

5.6.2 Review input

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.6.2 Review input

The input to management review shall include information on

- a) results of audits,
- b) customer feedback,
- c) process performance and product conformity,
- d) status of preventive and corrective actions,
- e) follow-up actions from previous management reviews,
- f) changes that could affect the quality management system, and
- g) recommendations for improvement.

5.6.2.1 Review input — Supplemental

Input to management review shall include an analysis of actual and potential field-failures and their impact on quality, safety or the environment.

5.6.3 Review output

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

5.6.3 Review output

The output from the management review shall include any decisions and actions related to

- a) improvement of the effectiveness of the quality management system and its processes,
- b) improvement of product related to customer requirements, and
- c) resource needs.

6 Resource management

6.1 Provision of resources

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

6 Resource management

6.1 Provision of resources

The organization shall determine and provide the resources needed

- a) to implement and maintain the quality management system and continually improve its effectiveness, and
- b) to enhance customer satisfaction by meeting customer requirements.

6.2 Human resources

6.2.1 General

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

6.2 Human resources

6.2.1 General

Personnel performing work affecting product quality shall be competent on the basis of appropriate education, training, skills and experience.

6.2.2 Competence, awareness and training

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

6.2.2 Competence, awareness and training

The organization shall

- a) determine the necessary competence for personnel performing work affecting product quality,
- b) provide training or take other actions to satisfy these needs,
- c) evaluate the effectiveness of the actions taken,
- d) ensure that its personnel are aware of the relevance and importance of their activities and how they contribute to the achievement of the quality objectives, and
- e) maintain appropriate records of education, training, skills and experience (see 4.2.4).

6.2.2.1 Product design skills

The organization shall ensure that personnel with product design responsibility are competent to achieve design requirements and are skilled in applicable tools and techniques.

Applicable tools and techniques shall be identified by the organization.

6.2.2.2 Training

The organization shall establish and maintain documented procedures for identifying training needs and achieving competence of all personnel performing activities affecting product quality. Personnel performing specific assigned tasks shall be qualified, as required, with particular attention to the satisfaction of customer requirements.

NOTE 1 This applies to all employees having an effect on quality at all levels of the organization.

NOTE 2 An example of the customer specific requirements is the application of digitized mathematically based data.

6.2.2.3 Training on the job

The organization shall provide on-the-job training for personnel in any new or modified job affecting product quality, including contract or agency personnel. Personnel whose work can affect quality shall be informed about the consequences to the customer of nonconformity to quality requirements.

6.2.2.4 Employee motivation and empowerment

The organization shall have a process to motivate employees to achieve quality objectives, to make continual improvements, and to create an environment to promote innovation. The process shall include the promotion of quality and technological awareness throughout the whole organization.

The organization shall have a process to measure the extent to which its personnel are aware of the relevance and importance of their activities and how they contribute to the achievement of the quality objectives [see 6.2.2 d)].

6.3 Infrastructure**ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements****6.3 Infrastructure**

The organization shall determine, provide and maintain the infrastructure needed to achieve conformity to product requirements. Infrastructure includes, as applicable

- a) buildings, workspace and associated utilities,
- b) process equipment (both hardware and software), and
- c) supporting services (such as transport or communication).

6.3.1 Plant, facility and equipment planning

The organization shall use a multidisciplinary approach (see 7.3.1.1) for developing plant, facility and equipment plans. Plant layouts shall optimize material travel, handling and value-added use of floor space, and shall facilitate synchronous material flow. Methods shall be developed and implemented to evaluate and monitor the effectiveness of existing operations.

NOTE These requirements should focus on lean manufacturing principles and the link to the effectiveness of the quality management system.

ISO/TS 16949:2002(E)

6.3.2 Contingency plans

The organization shall prepare contingency plans to satisfy customer requirements in the event of an emergency such as utility interruptions, labour shortages, key equipment failure and field returns.

6.4 Work environment

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

6.4 Work environment

The organization shall determine and manage the work environment needed to achieve conformity to product requirements.

6.4.1 Personnel safety to achieve product quality

Product safety and means to minimize potential risks to employees shall be addressed by the organization, especially in the design and development process and in manufacturing process activities.

6.4.2 Cleanliness of premises

The organization shall maintain its premises in a state of order, cleanliness and repair consistent with the product and manufacturing process needs.

7 Product realization

7.1 Planning of product realization

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7 Product realization

7.1 Planning of product realization

The organization shall plan and develop the processes needed for product realization. Planning of product realization shall be consistent with the requirements of the other processes of the quality management system (see 4.1).

In planning product realization, the organization shall determine the following, as appropriate:

- a) quality objectives and requirements for the product;
- b) the need to establish processes, documents, and provide resources specific to the product;
- c) required verification, validation, monitoring, inspection and test activities specific to the product and the criteria for product acceptance;
- d) records needed to provide evidence that the realization processes and resulting product meet requirements (see 4.2.4).

The output of this planning shall be in a form suitable for the organization's method of operations.

NOTE 1 A document specifying the processes of the quality management system (including the product realization processes) and the resources to be applied to a specific product, project or contract, can be referred to as a quality plan.

NOTE 2 The organization may also apply the requirements given in 7.3 to the development of product realization processes.

NOTE Some customers refer to project management or advanced product quality planning as a means to achieve product realization. Advanced product quality planning embodies the concepts of error prevention and continual improvement as contrasted with error detection, and is based on a multidisciplinary approach.

7.1.1 Planning of product realization — Supplemental

Customer requirements and references to its technical specifications shall be included in the planning of product realization as a component of the quality plan.

7.1.2 Acceptance criteria

Acceptance criteria shall be defined by the organization and, where required, approved by the customer.

For attribute data sampling, the acceptance level shall be zero defects (see 8.2.3.1).

7.1.3 Confidentiality

The organization shall ensure the confidentiality of customer-contracted products and projects under development, and related product information.

7.1.4 Change control

The organization shall have a process to control and react to changes that impact product realization. The effects of any change, including those changes caused by any supplier, shall be assessed, and verification and validation activities shall be defined, to ensure compliance with customer requirements. Changes shall be validated before implementation.

For proprietary designs, impact on form, fit and function (including performance and/or durability) shall be reviewed with the customer so that all effects can be properly evaluated.

When required by the customer, additional verification/identification requirements, such as those required for new product introduction, shall be met.

NOTE 1 Any product realization change affecting customer requirements requires notification to, and agreement from, the customer.

NOTE 2 The above requirement applies to product and manufacturing process changes.

7.2 Customer-related processes

7.2.1 Determination of requirements related to the product

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.2 Customer-related processes

7.2.1 Determination of requirements related to the product

The organization shall determine

- a) requirements specified by the customer, including the requirements for delivery and post-delivery activities,
- b) requirements not stated by the customer but necessary for specified or intended use, where known,
- c) statutory and regulatory requirements related to the product, and
- d) any additional requirements determined by the organization.

NOTE 1 Post-delivery activities include any after-sales product service provided as part of the customer contract or purchase order.

NOTE 2 This requirement includes recycling, environmental impact and characteristics identified as a result of the organization's knowledge of the product and manufacturing processes (see 7.3.2.3).

NOTE 3 Compliance to item c) includes all applicable government, safety and environmental regulations, applied to acquisition, storage, handling, recycling, elimination or disposal of materials.

ISO/TS 16949:2002(E)

7.2.1.1 Customer-designated special characteristics

The organization shall demonstrate conformity to customer requirements for designation, documentation and control of special characteristics.

7.2.2 Review of requirements related to the product

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.2.2 Review of requirements related to the product

The organization shall review the requirements related to the product. This review shall be conducted prior to the organization's commitment to supply a product to the customer (e.g. submission of tenders, acceptance of contracts or orders, acceptance of changes to contracts or orders) and shall ensure that

- a) product requirements are defined,
- b) contract or order requirements differing from those previously expressed are resolved, and
- c) the organization has the ability to meet the defined requirements.

Records of the results of the review and actions arising from the review shall be maintained (see 4.2.4).

Where the customer provides no documented statement of requirement, the customer requirements shall be confirmed by the organization before acceptance.

Where product requirements are changed, the organization shall ensure that relevant documents are amended and that relevant personnel are made aware of the changed requirements.

NOTE In some situations, such as internet sales, a formal review is impractical for each order. Instead the review can cover relevant product information such as catalogues or advertizing material.

7.2.2.1 Review of requirements related to the product — Supplemental

Waiving the requirement stated in 7.2.2 for a formal review (see note) shall require customer authorization.

7.2.2.2 Organization manufacturing feasibility

The organization shall investigate, confirm and document the manufacturing feasibility of the proposed products in the contract review process, including risk analysis.

7.2.3 Customer communication

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.2.3 Customer communication

The organization shall determine and implement effective arrangements for communicating with customers in relation to

- a) product information,
- b) enquiries, contracts or order handling, including amendments, and
- c) customer feedback, including customer complaints.

7.2.3.1 Customer communication — Supplemental

The organization shall have the ability to communicate necessary information, including data, in a customer-specified language and format (e.g. computer-aided design data, electronic data exchange).

7.3 Design and development

NOTE The requirements of 7.3 include product and manufacturing process design and development, and focus on error prevention rather than detection.

7.3.1 Design and development planning

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.3 Design and development

7.3.1 Design and development planning

The organization shall plan and control the design and development of product.

During the design and development planning, the organization shall determine

- a) the design and development stages,
- b) the review, verification and validation that are appropriate to each design and development stage, and
- c) the responsibilities and authorities for design and development.

The organization shall manage the interfaces between different groups involved in design and development to ensure effective communication and clear assignment of responsibility.

Planning output shall be updated, as appropriate, as the design and development progresses.

7.3.1.1 Multidisciplinary approach

The organization shall use a multidisciplinary approach to prepare for product realization, including

- development/finalization and monitoring of special characteristics,
- development and review of FMEAs, including actions to reduce potential risks, and
- development and review of control plans.

NOTE A multidisciplinary approach typically includes the organization's design, manufacturing, engineering, quality, production and other appropriate personnel.

7.3.2 Design and development inputs

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.3.2 Design and development inputs

Inputs relating to product requirements shall be determined and records maintained (see 4.2.4).

These inputs shall include

- a) functional and performance requirements,
- b) applicable statutory and regulatory requirements,
- c) where applicable, information derived from previous similar designs, and
- d) other requirements essential for design and development.

ISO/TS 16949:2002(E)

These inputs shall be reviewed for adequacy. Requirements shall be complete, unambiguous and not in conflict with each other.

NOTE Special characteristics (see 7.2.1.1) are included in this requirement.

7.3.2.1 Product design input

The organization shall identify, document and review the product design inputs requirements, including the following:

- customer requirements (contract review) such as special characteristics (see 7.3.2.3), identification, traceability and packaging;
- use of information: the organization shall have a process to deploy information gained from previous design projects, competitor analysis, supplier feedback, internal input, field data, and other relevant sources, for current and future projects of a similar nature;
- targets for product quality, life, reliability, durability, maintainability, timing and cost.

7.3.2.2 Manufacturing process design input

The organization shall identify, document and review the manufacturing process design input requirements, including

- product design output data,
- targets for productivity, process capability and cost,
- customers requirements, if any, and
- experience from previous developments.

NOTE The manufacturing process design includes the use of error-proofing methods to a degree appropriate to the magnitude of the problems and commensurate with the risks encountered.

7.3.2.3 Special characteristics

The organization shall identify special characteristics [see 7.3.3 d)] and

- include all special characteristics in the control plan,
- comply with customer-specified definitions and symbols, and
- identify process control documents including drawings, FMEAs, control plans, and operator instructions with the customer's special characteristic symbol or the organization's equivalent symbol or notation to include those process steps that affect special characteristics.

NOTE Special characteristics can include product characteristics and process parameters.

7.3.3 Design and development outputs

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.3.3 Design and development outputs

The outputs of design and development shall be provided in a form that enables verification against the design and development input and shall be approved prior to release.

Design and development outputs shall

- a) meet the input requirements for design and development,
- b) provide appropriate information for purchasing, production and for service provision,
- c) contain or reference product acceptance criteria, and
- d) specify the characteristics of the product that are essential for its safe and proper use.

7.3.3.1 Product design outputs — Supplemental

The product design output shall be expressed in terms that can be verified and validated against product design input requirements. The product design output shall include

- design FMEA, reliability results,
- product special characteristics and specifications,
- product error-proofing, as appropriate,
- product definition including drawings or mathematically based data,
- product design reviews results, and
- diagnostic guidelines where applicable.

7.3.3.2 Manufacturing process design output

The manufacturing process design output shall be expressed in terms that can be verified against manufacturing process design input requirements and validated. The manufacturing process design output shall include

- specifications and drawings,
- manufacturing process flow chart/layout,
- manufacturing process FMEAs,
- control plan (see 7.5.1.1),
- work instructions,
- process approval acceptance criteria,
- data for quality, reliability, maintainability and measurability,
- results of error-proofing activities, as appropriate, and
- methods of rapid detection and feedback of product/manufacturing process nonconformities.

7.3.4 Design and development review

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.3.4 Design and development review

At suitable stages, systematic reviews of design and development shall be performed in accordance with planned arrangements (see 7.3.1)

- a) to evaluate the ability of the results of design and development to meet requirements, and
- b) to identify any problems and propose necessary actions.

Participants in such reviews shall include representatives of functions concerned with the design and development stage(s) being reviewed. Records of the results of the reviews and any necessary actions shall be maintained (see 4.2.4).

NOTE These reviews are normally coordinated with the design phases and include manufacturing process design and development.

7.3.4.1 Monitoring

Measurements at specified stages of design and development shall be defined, analysed and reported with summary results as an input to management review.

NOTE These measurements include quality risks, costs, lead-times, critical paths and others, as appropriate.

7.3.5 Design and development verification

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.3.5 Design and development verification

Verification shall be performed in accordance with planned arrangements (see 7.3.1) to ensure that the design and development outputs have met the design and development input requirements. Records of the results of the verification and any necessary actions shall be maintained (see 4.2.4).

7.3.6 Design and development validation

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.3.6 Design and development validation

Design and development validation shall be performed in accordance with planned arrangements (see 7.3.1) to ensure that the resulting product is capable of meeting the requirements for the specified application or intended use, where known. Wherever practicable, validation shall be completed prior to the delivery or implementation of the product. Records of the results of validation and any necessary actions shall be maintained (see 4.2.4).

NOTE 1 The validation process normally includes an analysis of field reports for similar products.

NOTE 2 The requirements of 7.3.5 and 7.3.6 above apply to both product and manufacturing processes.

7.3.6.1 Design and development validation — Supplemental

Design and development validation shall be performed in accordance with customer requirements including programme timing.

7.3.6.2 Prototype programme

When required by the customer, the organization shall have a prototype programme and control plan. The organization shall use, wherever possible, the same suppliers, tooling and manufacturing processes as will be used in production.

All performance-testing activities shall be monitored for timely completion and conformity to requirements.

While services may be outsourced, the organization shall be responsible for the outsourced services, including technical leadership.

7.3.6.3 Product approval process

The organization shall conform to a product and manufacturing process approval procedure recognized by the customer.

NOTE Product approval should be subsequent to the verification of the manufacturing process.

This product and manufacturing process approval procedure shall also be applied to suppliers.

7.3.7 Control of design and development changes

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.3.7 Control of design and development changes

Design and development changes shall be identified and records maintained. The changes shall be reviewed, verified and validated, as appropriate, and approved before implementation. The review of design and development changes shall include evaluation of the effect of the changes on constituent parts and product already delivered.

Records of the results of the review of changes and any necessary actions shall be maintained (see 4.2.4).

NOTE Design and development changes include all changes during the product programme life (see 7.1.4).

7.4 Purchasing

7.4.1 Purchasing process

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.4 Purchasing

7.4.1 Purchasing process

The organization shall ensure that purchased product conforms to specified purchase requirements. The type and extent of control applied to the supplier and the purchased product shall be dependent upon the effect of the purchased product on subsequent product realization or the final product.

The organization shall evaluate and select suppliers based on their ability to supply products in accordance with the organization's requirements. Criteria for selection, evaluation, and re-evaluation shall be established. Records of the results of evaluations and any necessary actions arising from the evaluation shall be maintained (see 4.2.4)

NOTE 1 Purchased products above include all products and services that affect customer requirements such as sub-assembly, sequencing, sorting, rework and calibration services.

NOTE 2 When there are mergers, acquisitions or affiliations associated with suppliers, the organization should verify the continuity of the supplier's quality management system and its effectiveness.

7.4.1.1 Regulatory conformity

All purchased products or materials used in product shall conform to applicable regulatory requirements.

7.4.1.2 Supplier quality management system development

The organization shall perform supplier quality management system development with the goal of supplier conformity with this Technical Specification. Conformity with ISO 9001:2000 is the first step in achieving this goal.

NOTE The prioritization of suppliers for development depends upon, for example, the supplier's quality performance and the importance of the product supplied.

Unless otherwise specified by the customer, suppliers to the organization shall be third party registered to ISO 9001:2000 by an accredited third-party certification body.

7.4.1.3 Customer-approved sources

Where specified by the contract (e.g. customer engineering drawing, specification), the organization shall purchase products, materials or services from approved sources.

ISO/TS 16949:2002(E)

The use of customer-designated sources, including tool/gauge suppliers, does not relieve the organization of the responsibility for ensuring the quality of purchased products.

7.4.2 Purchasing information

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.4.2 Purchasing information

Purchasing information shall describe the product to be purchased, including where appropriate

- a) requirements for approval of product, procedures, processes and equipment,
- b) requirements for qualification of personnel, and
- c) quality management system requirements.

The organization shall ensure the adequacy of specified purchase requirements prior to their communication to the supplier.

7.4.3 Verification of purchased product

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.4.3 Verification of purchased product

The organization shall establish and implement the inspection or other activities necessary for ensuring that purchased product meets specified purchase requirements.

Where the organization or its customer intends to perform verification at the supplier's premises, the organization shall state the intended verification arrangements and method of product release in the purchasing information.

7.4.3.1 Incoming product quality

The organization shall have a process to assure the quality of purchased product (see 7.4.3) utilizing one or more of the following methods:

- receipt of, and evaluation of, statistical data by the organization;
- receiving inspection and/or testing such as sampling based on performance;
- second- or third-party assessments or audits of supplier sites, when coupled with records of acceptable delivered product quality;
- part evaluation by a designated laboratory;
- another method agreed with the customer.

7.4.3.2 Supplier monitoring

Supplier performance shall be monitored through the following indicators:

- delivered product quality;
- customer disruptions including field returns;
- delivery schedule performance (including incidents of premium freight);
- special status customer notifications related to quality or delivery issues.

The organization shall promote supplier monitoring of the performance of their manufacturing processes.

7.5 Production and service provision

7.5.1 Control of production and service provision

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.5 Production and service provision

7.5.1 Control of production and service provision

The organization shall plan and carry out production and service provision under controlled conditions. Controlled conditions shall include, as applicable

- a) the availability of information that describes the characteristics of the product,
- b) the availability of work instructions, as necessary,
- c) the use of suitable equipment,
- d) the availability and use of monitoring and measuring devices,
- e) the implementation of monitoring and measurement, and
- f) the implementation of release, delivery and post-delivery activities.

7.5.1.1 Control plan

The organization shall

- develop control plans (see annex A) at the system, subsystem, component and/or material level for the product supplied, including those for processes producing bulk materials as well as parts, and
- have a control plan for pre-launch and production that takes into account the design FMEA and manufacturing process FMEA outputs.

The control plan shall

- list the controls used for the manufacturing process control,
- include methods for monitoring of control exercised over special characteristics (see 7.3.2.3) defined by both the customer and the organization,
- include the customer-required information, if any, and
- initiate the specified reaction plan (see 8.2.3.1) when the process becomes unstable or not statistically capable.

Control plans shall be reviewed and updated when any change occurs affecting product, manufacturing process, measurement, logistics, supply sources or FMEA (see 7.1.4).

NOTE Customer approval may be required after review or update of the control plan.

7.5.1.2 Work instructions

The organization shall prepare documented work instructions for all employees having responsibilities for the operation of processes that impact product quality. These instructions shall be accessible for use at the work station.

These instructions shall be derived from sources such as the quality plan, the control plan and the product realization process.

7.5.1.3 Verification of job set-ups

Job set-ups shall be verified whenever performed, such as an initial run of a job, material changeover or job change.

ISO/TS 16949:2002(E)

Work instructions shall be available for set-up personnel. The organization shall use statistical methods of verification where applicable.

NOTE Last-off-part comparisons are recommended.

7.5.1.4 Preventive and predictive maintenance

The organization shall identify key process equipment and provide resources for machine/equipment maintenance and develop an effective planned total preventive maintenance system. As a minimum, this system shall include the following:

- planned maintenance activities;
- packaging and preservation of equipment, tooling and gauging;
- availability of replacement parts for key manufacturing equipment;
- documenting, evaluating and improving maintenance objectives.

The organization shall utilize predictive maintenance methods to continually improve the effectiveness and the efficiency of production equipment.

7.5.1.5 Management of production tooling

The organization shall provide resources for tool and gauge design, fabrication and verification activities.

The organization shall establish and implement a system for production tooling management including:

- maintenance and repair facilities and personnel;
- storage and recovery;
- set-up;
- tool-change programmes for perishable tools;
- tool design modification documentation, including engineering change level;
- tool modification and revision to documentation;
- tool identification, defining the status, such as production, repair or disposal.

The organization shall implement a system to monitor these activities if any work is outsourced.

NOTE This requirement also applies to the availability of tools for vehicle service parts.

7.5.1.6 Production scheduling

Production shall be scheduled in order to meet customer requirements, such as just-in-time supported by an information system that permits access to production information at key stages of the process and is order driven.

7.5.1.7 Feedback of information from service

A process for communication of information on service concerns to manufacturing, engineering and design activities shall be established and maintained.

NOTE The intent of the addition of "service concerns" to this subclause is to ensure that the organization is aware of nonconformities that occur external to its organization.

7.5.1.8 Service agreement with customer

When there is a service agreement with the customer, the organization shall verify the effectiveness of

- any organization service centres,
- any special-purpose tools or measurement equipment, and
- the training of service personnel.

7.5.2 Validation of processes for production and service provision

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.5.2 Validation of processes for production and service provision

The organization shall validate any processes for production and service provision where the resulting output cannot be verified by subsequent monitoring or measurement. This includes any processes where deficiencies become apparent only after the product is in use or the service has been delivered.

Validation shall demonstrate the ability of these processes to achieve planned results.

The organization shall establish arrangements for these processes including, as applicable

- a) defined criteria for review and approval of the processes,
- b) approval of equipment and qualification of personnel,
- c) use of specific methods and procedures,
- d) requirements for records (see 4.2.4), and
- e) revalidation.

7.5.2.1 Validation of processes for production and service provision — Supplemental

The requirements of 7.5.2 shall apply to all processes for production and service provision.

7.5.3 Identification and traceability

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.5.3 Identification and traceability

Where appropriate, the organization shall identify the product by suitable means throughout product realization.

The organization shall identify the product status with respect to monitoring and measurement requirements.

Where traceability is a requirement, the organization shall control and record the unique identification of the product (see 4.2.4).

NOTE In some industry sectors, configuration management is a means by which identification and traceability are maintained.

NOTE Inspection and test status is not indicated by the location of product in the production flow unless inherently obvious, such as material in an automated production transfer process. Alternatives are permitted, if the status is clearly identified, documented and achieves the designated purpose.

7.5.3.1 Identification and traceability — Supplemental

The words "Where appropriate" in 7.5.3 shall not apply.

7.5.4 Customer property

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.5.4 Customer property

The organization shall exercise care with customer property while it is under the organization's control or being used by the organization. The organization shall identify, verify, protect and safeguard customer property provided for use or incorporation into the product. If any customer property is lost, damaged or otherwise found to be unsuitable for use, this shall be reported to the customer and records maintained (see 4.2.4).

NOTE Customer property can include intellectual property.

NOTE Customer-owned returnable packaging is included in this clause.

7.5.4.1 Customer-owned production tooling

Customer-owned tools, manufacturing, test, inspection tooling and equipment shall be permanently marked so that the ownership of each item is visible, and can be determined.

7.5.5 Preservation of product

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.5.5 Preservation of product

The organization shall preserve the conformity of product during internal processing and delivery to the intended destination. This preservation shall include identification, handling, packaging, storage and protection. Preservation shall also apply to the constituent parts of a product.

7.5.5.1 Storage and inventory

In order to detect deterioration, the condition of product in stock shall be assessed at appropriate planned intervals.

The organization shall use an inventory management system to optimize inventory turns over time and assure stock rotation, such as "first-in-first-out" (FIFO). Obsolete product shall be controlled in a similar manner to nonconforming product.

7.6 Control of monitoring and measuring devices

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

7.6 Control of monitoring and measuring devices

The organization shall determine the monitoring and measurement to be undertaken and the monitoring and measuring devices needed to provide evidence of conformity of product to determined requirements (see 7.2.1).

The organization shall establish processes to ensure that monitoring and measurement can be carried out and are carried out in a manner that is consistent with the monitoring and measurement requirements.

Where necessary to ensure valid results, measuring equipment shall

- a) be calibrated or verified at specified intervals, or prior to use, against measurement standards traceable to international or national measurement standards; where no such standards exist, the basis used for calibration or verification shall be recorded;
- b) be adjusted or re-adjusted as necessary;
- c) be identified to enable the calibration status to be determined;
- d) be safeguarded from adjustments that would invalidate the measurement result;
- e) be protected from damage and deterioration during handling, maintenance and storage.

In addition, the organization shall assess and record the validity of the previous measuring results when the equipment is found not to conform to requirements. The organization shall take appropriate action on the equipment and any product affected. Records of the results of calibration and verification shall be maintained (see 4.2.4).

When used in the monitoring and measurement of specified requirements, the ability of computer software to satisfy the intended application shall be confirmed. This shall be undertaken prior to initial use and reconfirmed as necessary.

NOTE See ISO 10012-1 and ISO 10012-2 for guidance.

NOTE A number or other identifier traceable to the device calibration record meets the intent of requirement c) above.

7.6.1 Measurement system analysis

Statistical studies shall be conducted to analyse the variation present in the results of each type of measuring and test equipment system. This requirement shall apply to measurement systems referenced in the control plan. The analytical methods and acceptance criteria used shall conform to those in customer reference manuals on measurement systems analysis. Other analytical methods and acceptance criteria may be used if approved by the customer.

7.6.2 Calibration/verification records

Records of the calibration/verification activity for all gauges, measuring and test equipment, needed to provide evidence of conformity of product to determined requirements, including employee- and customer-owned equipment, shall include

- equipment identification, including the measurement standard against which the equipment is calibrated,
- revisions following engineering changes,
- any out-of-specification readings as received for calibration/verification,
- an assessment of the impact of out-of-specification condition,
- statements of conformity to specification after calibration/verification, and
- notification to the customer if suspect product or material has been shipped.

7.6.3 Laboratory requirements

7.6.3.1 Internal laboratory

An organization's internal laboratory facility shall have a defined scope that includes its capability to perform the required inspection, test or calibration services. This laboratory scope shall be included in the quality management system documentation. The laboratory shall specify and implement, as a minimum, technical requirements for

- adequacy of the laboratory procedures,
- competency of the laboratory personnel,
- testing of the product,
- capability to perform these services correctly, traceable to the relevant process standard (such as ASTM, EN, etc.), and
- review of the related records.

NOTE Accreditation to ISO/IEC 17025 may be used to demonstrate supplier in-house laboratory conformity to this requirement but is not mandatory.

7.6.3.2 External laboratory

External/commercial/independent laboratory facilities used for inspection, test or calibration services by the organization shall have a defined laboratory scope that includes the capability to perform the required inspection, test or calibration, and either

ISO/TS 16949:2002(E)

- there shall be evidence that the external laboratory is acceptable to the customer, or
- the laboratory shall be accredited to ISO/IEC 17025 or national equivalent.

NOTE 1 Such evidence may be demonstrated by customer assessment, for example, or by customer-approved second-party assessment that the laboratory meets the intent of ISO/IEC 17025 or national equivalent.

NOTE 2 When a qualified laboratory is not available for a given piece of equipment, calibration services may be performed by the equipment manufacturer. In such cases, the organization should ensure that the requirements listed in 7.6.3.1 have been met.

8 Measurement, analysis and improvement

8.1 General

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8 Measurement, analysis and improvement

8.1 General

The organization shall plan and implement the monitoring, measurement, analysis and improvement processes needed

- a) to demonstrate conformity of the product,
- b) to ensure conformity of the quality management system, and
- c) to continually improve the effectiveness of the quality management system.

This shall include determination of applicable methods, including statistical techniques, and the extent of their use.

8.1.1 Identification of statistical tools

Appropriate statistical tools for each process shall be determined during advance quality planning and included in the control plan.

8.1.2 Knowledge of basic statistical concepts

Basic statistical concepts, such as variation, control (stability), process capability and over-adjustment shall be understood and utilized throughout the organization.

8.2 Monitoring and measurement

8.2.1 Customer satisfaction

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.2 Monitoring and measurement

8.2.1 Customer satisfaction

As one of the measurements of the performance of the quality management system, the organization shall monitor information relating to customer perception as to whether the organization has met customer requirements. The methods for obtaining and using this information shall be determined.

NOTE Consideration should be given to both internal and external customers.

8.2.1.1 Customer satisfaction — Supplemental

Customer satisfaction with the organization shall be monitored through continual evaluation of performance of the realization processes. Performance indicators shall be based on objective data and include, but not be limited to:

- delivered part quality performance,
- customer disruptions including field returns,
- delivery schedule performance (including incidents of premium freight), and
- customer notifications related to quality or delivery issues.

The organization shall monitor the performance of manufacturing processes to demonstrate compliance with customer requirements for product quality and efficiency of the process.

8.2.2 Internal audit

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.2.2 Internal audit

The organization shall conduct internal audits at planned intervals to determine whether the quality management system

- a) conforms to the planned arrangements (see 7.1), to the requirements of this International Standard and to the quality management system requirements established by the organization, and
- b) is effectively implemented and maintained.

An audit programme shall be planned, taking into consideration the status and importance of the processes and areas to be audited, as well as the results of previous audits. The audit criteria, scope, frequency and methods shall be defined. Selection of auditors and conduct of audits shall ensure objectivity and impartiality of the audit process. Auditors shall not audit their own work.

The responsibilities and requirements for planning and conducting audits, and for reporting results and maintaining records (see 4.2.4) shall be defined in a documented procedure.

The management responsible for the area being audited shall ensure that actions are taken without undue delay to eliminate detected nonconformities and their causes. Follow-up activities shall include the verification of the actions taken and the reporting of verification results (see 8.5.2).

NOTE See ISO 10011-1, ISO 10011-2 and ISO 10011-3 for guidance.

8.2.2.1 Quality management system audit

The organization shall audit its quality management system to verify compliance with this Technical Specification and any additional quality management system requirements.

8.2.2.2 Manufacturing process audit

The organization shall audit each manufacturing process to determine its effectiveness.

8.2.2.3 Product audit

The organization shall audit products at appropriate stages of production and delivery to verify conformity to all specified requirements, such as product dimensions, functionality, packaging and labelling, at a defined frequency.

8.2.2.4 Internal audit plans

Internal audits shall cover all quality management related processes, activities and shifts, and shall be scheduled according to an annual plan.

ISO/TS 16949:2002(E)

When internal/external nonconformities or customer complaints occur, the audit frequency shall be appropriately increased.

NOTE Specific checklists should be used for each audit.

8.2.2.5 Internal auditor qualification

The organization shall have internal auditors who are qualified to audit the requirements of this Technical Specification(see 6.2.2.2).

8.2.3 Monitoring and measurement of processes

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.2.3 Monitoring and measurement of processes

The organization shall apply suitable methods for monitoring and, where applicable, measurement of the quality management system processes. These methods shall demonstrate the ability of the processes to achieve planned results. When planned results are not achieved, correction and corrective action shall be taken, as appropriate, to ensure conformity of the product.

8.2.3.1 Monitoring and measurement of manufacturing processes

The organization shall perform process studies on all new manufacturing (including assembly or sequencing) processes to verify process capability and to provide additional input for process control. The results of process studies shall be documented with specifications, where applicable, for means of production, measurement and test, and maintenance instructions. These documents shall include objectives for manufacturing process capability, reliability, maintainability and availability, as well as acceptance criteria.

The organization shall maintain manufacturing process capability or performance as specified by the customer part approval process requirements. The organization shall ensure that the control plan and process flow diagram are implemented, including adherence to the specified

- measurement techniques,
- sampling plans,
- acceptance criteria, and
- reaction plans when acceptance criteria are not met.

Significant process events, such as tool change or machine repair, shall be recorded.

The organization shall initiate a reaction plan from the control plan for characteristics that are either not statistically capable or are unstable. These reaction plans shall include containment of product and 100 % inspection as appropriate. A corrective action plan shall then be completed by the organization, indicating specific timing and assigned responsibilities to assure that the process becomes stable and capable. The plans shall be reviewed with and approved by the customer when so required.

The organization shall maintain records of effective dates of process changes.

8.2.4 Monitoring and measurement of product

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.2.4 Monitoring and measurement of product

The organization shall monitor and measure the characteristics of the product to verify that product requirements have been met. This shall be carried out at appropriate stages of the product realization process in accordance with the planned arrangements (see 7.1).

Evidence of conformity with the acceptance criteria shall be maintained. Records shall indicate the person(s) authorizing release of product (see 4.2.4).

Product release and service delivery shall not proceed until all the planned arrangements (see 7.1) have been satisfactorily completed, unless otherwise approved by a relevant authority, and where applicable by the customer.

NOTE When selecting product parameters to monitor compliance to specified internal and external requirements, the organization determines the types of product characteristics, leading to

- the types of measurement,
- suitable measurement means, and
- the capability and skills required.

8.2.4.1 Layout inspection and functional testing

A layout inspection and a functional verification to applicable customer engineering material and performance standards shall be performed for each product as specified in the control plans. Results shall be available for customer review.

NOTE Layout inspection is the complete measurement of all product dimensions shown on the design records.

8.2.4.2 Appearance items

For organizations manufacturing parts designated by the customer as "appearance items", the organization shall provide

- appropriate resources including lighting for evaluation,
- masters for colour, grain, gloss, metallic brilliance, texture, distinctness of image (DOI), as appropriate,
- maintenance and control of appearance masters and evaluation equipment, and
- verification that personnel making appearance evaluations are competent and qualified to do so.

8.3 Control of nonconforming product

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.3 Control of nonconforming product

The organization shall ensure that product which does not conform to product requirements is identified and controlled to prevent its unintended use or delivery. The controls and related responsibilities and authorities for dealing with nonconforming product shall be defined in a documented procedure.

The organization shall deal with nonconforming product by one or more of the following ways:

- a) by taking action to eliminate the detected nonconformity;
- b) by authorizing its use, release or acceptance under concession by a relevant authority and, where applicable, by the customer;
- c) by taking action to preclude its original intended use or application.

Records of the nature of nonconformities and any subsequent actions taken, including concessions obtained, shall be maintained (see 4.2.4).

When nonconforming product is corrected it shall be subject to re-verification to demonstrate conformity to the requirements.

When nonconforming product is detected after delivery or use has started, the organization shall take action appropriate to the effects, or potential effects, of the nonconformity.

8.3.1 Control of nonconforming product — Supplemental

Product with unidentified or suspect status shall be classified as nonconforming product (see 7.5.3).

8.3.2 Control of reworked product

Instructions for rework, including re-inspection requirements, shall be accessible to and utilized by the appropriate personnel.

8.3.3 Customer information

Customers shall be informed promptly in the event that nonconforming product has been shipped.

8.3.4 Customer waiver

The organization shall obtain a customer concession or deviation permit prior to further processing whenever the product or manufacturing process is different from that which is currently approved.

The organization shall maintain a record of the expiration date or quantity authorized. The organization shall also ensure compliance with the original or superseding specifications and requirements when the authorization expires. Material shipped on an authorization shall be properly identified on each shipping container.

This applies equally to purchased product. The organization shall agree with any requests from suppliers before submission to the customer.

8.4 Analysis of data

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.4 Analysis of data

The organization shall determine, collect and analyse appropriate data to demonstrate the suitability and effectiveness of the quality management system and to evaluate where continual improvement of the effectiveness of the quality management system can be made. This shall include data generated as a result of monitoring and measurement and from other relevant sources.

The analysis of data shall provide information relating to

- a) customer satisfaction (see 8.2.1),
- b) conformity to product requirements (see 7.2.1),
- c) characteristics and trends of processes and products including opportunities for preventive action, and
- d) suppliers.

8.4.1 Analysis and use of data

Trends in quality and operational performance shall be compared with progress toward objectives and lead to action to support the following:

- development of priorities for prompt solutions to customer-related problems;
- determination of key customer-related trends and correlation for status review, decision-making and longer term planning;
- an information system for the timely reporting of product information arising from usage.

NOTE Data should be compared with those of competitors and/or appropriate benchmarks.

8.5 Improvement

8.5.1 Continual improvement

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.5 Improvement

8.5.1 Continual improvement

The organization shall continually improve the effectiveness of the quality management system through the use of the quality policy, quality objectives, audit results, analysis of data, corrective and preventive actions and management review.

8.5.1.1 Continual improvement of the organization

The organization shall define a process for continual improvement (see examples in annex B of ISO 9004:2000).

8.5.1.2 Manufacturing process improvement

Manufacturing process improvement shall continually focus upon control and reduction of variation in product characteristics and manufacturing process parameters.

NOTE 1 Controlled characteristics are documented in the control plan.

NOTE 2 Continual improvement is implemented once manufacturing processes are capable and stable, or product characteristics are predictable and meet customer requirements.

8.5.2 Corrective action

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.5.2 Corrective action

The organization shall take action to eliminate the cause of nonconformities in order to prevent recurrence.

Corrective actions shall be appropriate to the effects of the nonconformities encountered.

A documented procedure shall be established to define requirements for

- a) reviewing nonconformities (including customer complaints),
- b) determining the causes of nonconformities,
- c) evaluating the need for action to ensure that nonconformities do not recur,

- d) determining and implementing action needed,
- e) records of the results of action taken (see 4.2.4), and
- f) reviewing corrective action taken.

8.5.2.1 Problem solving

The organization shall have a defined process for problem solving leading to root cause identification and elimination.

If a customer-prescribed problem-solving format exists, the organization shall use the prescribed format.

8.5.2.2 Error-proofing

The organization shall use error-proofing methods in their corrective action process.

8.5.2.3 Corrective action impact

The organization shall apply to other similar processes and products the corrective action, and controls implemented, to eliminate the cause of a nonconformity.

8.5.2.4 Rejected product test/analysis

The organization shall analyse parts rejected by the customer's manufacturing plants, engineering facilities and dealerships. The organization shall minimize the cycle time of this process. Records of these analyses shall be kept and made available upon request. The organization shall perform analysis and initiate corrective action to prevent recurrence.

NOTE Cycle time related to rejected product analysis should be consistent with the determination of root cause, corrective action and monitoring the effectiveness of implementation.

8.5.3 Preventive action

ISO 9001:2000, Quality management systems — Requirements

8.5.3 Preventive action

The organization shall determine action to eliminate the causes of potential nonconformities in order to prevent their occurrence. Preventive actions shall be appropriate to the effects of the potential problems.

A documented procedure shall be established to define requirements for

- a) determining potential nonconformities and their causes,
- b) evaluating the need for action to prevent occurrence of nonconformities,
- c) determining and implementing action needed,
- d) records of results of action taken (see 4.2.4), and
- e) reviewing preventive action taken.

Annex A (normative)

Control plan

A.1 Phases of the control plan

The control plan shall cover three distinct phases as appropriate.

- a) **Prototype:** a description of the dimensional measurements, material and performance tests that will occur during building of the prototype. The organization shall have a prototype control plan if required by the customer.
- b) **Pre-launch:** a description of the dimensional measurements, material and performance tests that occur after prototype and before full production. Pre-launch is defined as a production phase in the process of product realization which may be required after prototype build.
- c) **Production:** documentation of product/process characteristics, process controls, tests and measurement systems that occur during mass production.

Each part shall have a control plan but, in many cases, family control plans may cover a number of similar parts produced using a common process. Control plans are an output of the quality plan.

A.2 Elements of the control plan

The organization shall develop a control plan that includes, as a minimum, the following contents.

- a) **General data**
 - control plan number,
 - issue date, and revision date, if any,
 - customer information (see customer requirements),
 - organization's name/site designation,
 - part number(s),
 - part name/description,
 - engineering change level,
 - phase covered (prototype, pre-launch, production),
 - key contact,
 - part/process step number,
 - process name/operation description.
- b) **Product control**
 - product-related special characteristics,
 - other characteristics for control (number, product or process),
 - specification/tolerance.
- c) **Process control**
 - process parameters,
 - process-related special characteristics,
 - machines, jigs, fixtures, tools for manufacturing.
- d) **Methods**
 - evaluation measurement technique,
 - error-proofing,
 - sample size and frequency,
 - control method.
- e) **Reaction plan and corrective actions**
 - reaction plan (include or reference),
 - corrective action.

Bibliography

- [1] ISO 9004:2000, *Quality management systems — Guidelines for performance improvements*
- [2] ISO 10011-1:1990, *Guidelines for auditing quality systems — Part 1: Auditing*¹⁾
- [3] ISO 10011-2:1991, *Guidelines for auditing quality systems — Part 2: Qualification criteria for quality systems auditors*¹⁾
- [4] ISO 10011-3:1991, *Guidelines for auditing quality systems — Part 3: Management of audit programmes*¹⁾
- [5] ISO 10012-1:1992, *Quality assurance requirements for measuring equipment — Part 1: Metrological confirmation system for measuring equipment*
- [6] ISO 10012-2:1997, *Quality assurance for measuring equipment — Part 2: Guidelines for control of measurement processes*
- [7] ISO/IEC 17025:1999, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*²⁾
- [8] IATF Guidance to ISO/TS 16949:2002

1) Now revised as ISO 19011, *Guidelines on quality and/or environmental management systems auditing*.

2) Formerly designated ISO/IEC Guide 25.

ANEXO B.
COMPARACION DE REQUERIMIENTOS ISO/TS 16949 Vs QS-9000

Comparison of Requirements ISO/TS 16949:2001 vs. ISO/TS 16949:1999 & QS-9000

“A Road Map to 21st Century Automotive Quality,” Table 1

by Radley M. Smith

Requirement	ISO/TS 16949:2002 Reference	ISO/TS 16949:1999 Reference	QS-9000 Reference	ISO/TS 16949:2002 Content	Impact vs. QS-9000
INTRODUCTION					
Process Approach	0.2	None	None	New (ISO 9001:2000)	RETHINK ENTIRE QMS
Relationship with ISO 9004*	0.3	None	None	New (ISO 9001:2000)	No new requirements
Compatibility with Other Management Systems (ISO 14001)	0.4	None	None	New (ISO 9001:2000)	No new requirements
Goal of this Technical Specification – QMS Continuous Improvement	0.5	4.1.1.4	4.2.5	Same (as 1999 edition)	New: Continually improve QMS
SCOPE					
Scope—General	1.1	None	None	New (ISO 9001:2000)	No new requirements
Application (exclusions)	1.2	None	None	New (ISO 9001:2000)	No new requirements
NORMATIVE REFERENCE					
TERMS AND DEFINITIONS					
3	3; Annex A	Glossary	New (ISO 9001:2000)	No new requirements	
QUALITY MANAGEMENT SYSTEM					
General Requirements	4.1	4.2.1	4.2.1	New (ISO 9001:2000)	New: Continually improve QMS; determine sequence and interaction of QMS processes
Documentation Requirements—General	4.2.1	4.2.2	4.2.2	Same	No change
Documentation Requirements	4.2.1	4.2.1	4.2.1	Same	No change
Quality System Procedures	4.2.2 Note	4.2.2.2	4.2.2	New (TS 16949:1999)	All requirements of standard to be addressed in QMS documentation
Quality Manual	4.2.2	4.2.1	4.2.1	New (ISO 9001:2000)	New: Describe interaction of process
Control of Documents	4.2.3	4.5.1; 4.5.2; 4.5.3	4.5.1; 4.5.2; 4.5.3	Same	No change
Engineering Specifications	4.2.3.1	4.5.2.2	4.5.2.1	New (TS 16949:2002)	New: The period for “timely review” is defined as not more than two working weeks
Control of Records	4.2.4	4.16	4.16	Same	No change
Records Retention	4.2.4.1	4.16.2	4.16.1	Same	No change
MANAGEMENT RESPONSIBILITY					
Management Commitment	5.1	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Management to provide evidence of commitment to QMS and its continual improvement
Process Efficiency	5.1.1	None	5.1.1	New Requirement	New: Management to monitor efficiency of product realization process
Customer Focus	5.2	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Management to pursue enhancement of customer satisfaction
Quality Policy	5.3	4.1.1.1	4.1.1	Modified in ISO 9001:2000	Modification: Policy to include commitment to continually improve QMS
Planning—Quality Objectives + Supplemental	5.4.1; 5.4.1.1	4.1.1.1; 4.1.1.2	4.1.4 (business plan may include)	New (ISO 9001:2000); minor TS 16949 interpretation	New: Establish quality objectives for relevant functions and levels; objectives to be measurable
Quality Management System Planning	5.4.2	4.2.3.1a; 4.2.3.2 (expansion)	4.2.3a	Management responsible for ensuring QMS planning	Preparation of “quality plans” not specified
Responsibility, Authority and communication—Responsibility and Authority	5.5.1	4.1.2.1.1	4.1.2	Simplification of earlier requirement	Documentation requirements removed, greater flexibility
Responsibility for Quality—Quality Responsible	5.5.1.1	4.1.2.1.1	4.1.2.1.1	Same	No change
Information to Management	5.5.1.1	4.1.2.1.3	4.1.2.5	Same	No change
Stopping Production for Quality Concerns	5.5.1.1	4.1.2.1.3	Note to 4.1.2.1.a recommends	Same	No change
Shift Resources	5.5.1.1	4.1.2.2.2 (expansion)	None	Same	Modification: May require Quality personnel on all shifts

© MRI, Inc., 2001					
Requirement	ISO/TS 16949:2002 Reference	ISO/TS 16949:1999 Reference	QS-9000 Reference	ISO/TS 16949:2002 Content	Impact vs. QS-9000
Management Representative	5.5.2	4.1.2.3	4.1.2.3	New (ISO 9001:2000)	New: Representative to ensure promotion of awareness of customer requirements
Customer Representative	5.5.2.1	4.1.2.1.2	None	New Requirement	New: Management to designate individual(s) to represent customer needs on QMS requirements
Internal Communication	5.5.3	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Management to ensure internal communication processes are created and used to address QMS effectiveness
Registrar Notification	None	None	4.1.6.1	Not Required	Requirement that registrar is notified of an OEM 'downgrade' of supplier's status not specified
Management Review	5.6.1	4.1.3.1 (partially new)	4.1.3; 4.1.3.1	New (ISO 9001:2000)	Expanded: Review to include QMS improvement opportunities and need for changes
Quality Management System Performance	5.6.1.1	4.1.3.2; 4.1.5; 4.2.8	4.1.3.1; 4.1.5	Both editions go beyond QS-9000 "company level data" requirement	New: Review evidence of achievement of quality policy, business plan objectives and customer satisfaction; benchmarking and competitive data comparisons not specified
Review Input	5.6.2	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Specifies information on sources to be included as inputs
Review Input—Supplemental	5.6.2.1	4.14.2.3	4.14.2.1	Derived from QS-9000	New: Analysis of actual and potential field failures and effect on quality, <u>safety</u> or <u>environment</u> to be input
Review Output	5.6.3	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Specifies information on sources to be included as outputs
RESOURCE MANAGEMENT					
Provision of Resources	6.1	4.1.2.2.1	4.1.2.2	New (ISO 9001:2000)	New: Provide resources for continual improvement of QMS effectiveness
Human Resources—General	6.2.1	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Personnel to be competent based on education, training, skills, experience
Competence, Awareness and Training	6.2.2	4.18.1; 4.18.2	4.18; 4.18.1	ISO 9001:2000 adopts QS-9000 requirement for training effectiveness	New: Actions besides training may be needed; personnel to be aware of the importance of their activities and contributions to meeting quality objectives
Product Design Skills	6.2.2.1	4.4.2.2	4.4.2.1	Less specific than 1999 edition requirements	No change; list of required skills is deleted—organization must determine what skills are required
Training	6.2.2.2	4.18.1; 4.18.2	4.18; 4.18.1	Same (as 1999 edition)	Limits application to personnel affecting product quality; deletes note on review methods
Training on the Job	6.2.2.3	4.18.3	None	Same	New: Provide OJT for personnel in new/modified jobs affecting product quality
Employee Motivation and Empowerment	6.2.2.4	4.1.6	None	Expansion of 1999 edition	New: Process to motivate quality objective achievement, continual improvements and environment for innovation, with measurement process
Infrastructure	6.3	4.1.2.2.1	4.1.2.2	Semantics only	ISO 9001:2000 adopts QS-9000 additional requirements
Plant, Facility and Equipment Planning	6.3.1	4.2.5	4.2.6	Deletes 6 factors	No change; note recommends lean manufacturing focus instead of effectiveness metrics
Contingency Plans	6.3.2	4.9.1.3	4.9.b.2	"Field returns" added	No longer excludes natural disasters
Work Environment	6.4	None	None	Semantics only	No change; summarizes QS-9000 additional requirements
Personnel Safety	6.4.1	4.1.7.1	4.2.3.4	Deletes recommended internal safety awareness	No change
Cleanliness of Premises	6.4.2	4.9.1.2	4.9.b.1	Same	No change
PRODUCT REALIZATION					
Planning of Product Realization + Supplemental	7.1; 7.1.1	4.2.3.1; 4.2.4.1; 4.10.1.1	4.2.3.1; 4.10.1	Expands on 1999 edition	New: Quality objectives to be determined for product
Acceptance Criteria	7.1.2	4.10.1.2	4.10.1.1	Requires defined, not documented criteria	No change
Confidentiality	7.1.3	None	4.4.11	New (from QS-9000)	No change

Requirement	ISO/TS 16949:2002 Reference	ISO/TS 16949:1999 Reference	QS-9000 Reference	ISO/TS 16949:2002 Content	Impact vs. QS-9000
Change Control	7.1.4	4.4.9.1; 4.4.9.2	4.4.9; 4.4.9.1; 4.4.9.2	Expands on 1999 edition (see also 7.3.7)	Expands to require processes to control and react to changes affecting product realization
Customer-Related Processes—Determination of Requirements Related to Product	7.2.1	4.3.2.1; 4.4.4.1	4.3.2; 4.4.4	Expands on 1999 edition	New: Requirements not stated by customer but necessary to be determined
Customer-Designated Special Characteristics	7.2.1.1	4.2.4.7	4.2.3.2	Generic requirement to meet customer requirements	No change
Review of Requirements Related to the Product	7.2.2	4.3.2.1	4.3.2	Expands on 1999 edition	No change; ISO 9001:2000 note refers to review of Internet situations
Organization Manufacturing Feasibility	7.2.2.1	4.2.4.8	4.2.3.3	Adds risk analysis	New: Must document feasibility and include risk analysis
Customer Communication	7.2.3	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: To have process to communicate with customer
Customer Communication—Supplemental	7.2.3.1	4.2.4.6 (Partially new)	4.4.4.1	Less specific than 1999 edition on CAD applicability	No change
Design and Development—Design and Development Planning	7.3.1	4.4.2.1	4.4.2	Deletes list of required skills	No change
Multidisciplinary Approach	7.3.1.1	4.2.4.4	4.2.3.7	Both editions expand the QS-9000 requirement	New (minor): Use approach to determine SCs and develop FMEAs as well as control plans
Design and Development Inputs	7.3.2	4.4.4.1	4.4.4	Adds list of inputs	New: Lists inputs to be included
Product Design Input	7.3.2.1	4.4.4.2; 4.4.4.3	None	Expands on 1999 edition	New: Inputs to be identified, documented and reviewed
Manufacturing Process Design Input	7.3.2.2	4.2.4.9.2	None	New requirement in 1999 edition	New: Identify, document and review the identified inputs
Special Characteristics	7.3.2.3	4.2.4.7	4.2.3.2	Same	No change
Design and Development Outputs	7.3.3	4.4.5.1	4.4.5	Adds requirement	New: Appropriate information to purchasing, production and for service provision
Product Design Outputs—Supplemental	7.3.3.1	4.4.5.2	4.4.5.1	Rewritten	No change
Manufacturing Process Design Output	7.3.3.2	4.2.4.9.3	4.2.3.1; 4.2.3.5; 4.2.3.6	Rewritten	New: Specific outputs to be included
Design and Development Review	7.3.4	4.4.6	4.4.6	Rewritten; note added	Design reviews should include manufacturing process design and development
Monitoring	7.3.4.1	None	None	New requirement	New: Measurements at specified stages to be management review input
Design and Development Verification	7.3.5	4.4.7	4.4.7	Same	No change
Design and Development Validation + Supplemental	7.3.6; 7.3.6.1	4.4.8.1; 4.4.8.2	4.4.8	Expanded in 1999 edition	New: To be conducted to customer requirements (e.g., program timing)
Prototype Programme	7.3.6.2	4.4.8.3	4.4.10	Same	No change
Product Approval Process	7.3.6.3	4.2.4.11	4.2.4	QS-9000 recommendation now requirement	New: PPAP to be applied to suppliers
Control of Design and Development Changes	7.3.7	4.4.9	4.4.9; 4.4.9.1; 4.4.9.2	Same	No change
Purchasing—Purchasing Process	7.4.1	4.6.1.1; 4.6.2.2	4.6.1; 4.6.2	Adds note in line with IASG Interpretations	Note adds verification of supplier system if its ownership changes
Regulatory Compliance	7.4.1.1	4.6.1.3	4.6.1.2	Same	No change
Supplier Quality Management System Development	7.4.1.2	4.6.2.2	4.6.2.1	Changed into new requirement	New: Suppliers to be registered to ISO 9001:2000 and comply with TS, but customer may mandate alternatives
Customer-Approved Sources	7.4.1.3	4.6.1.2	4.6.1.1; 4.6.2.1	Same	No change
Purchasing Information	7.4.2	4.6.3	4.6.3	Same	No change
Verification of Purchased Products	7.4.3	4.6.4.1; 4.6.4.2; 4.10.2	4.6.4.1; 4.6.4.2; 4.10.2	Simplified per ISO 9001:2000	No change; deletes specified requirements for release for urgent production
Incoming Product Quality	7.4.3.1	4.10.2.4	4.10.2.4	Option added by 2002 edition	New: Customer may specify alternative methods
Supplier Monitoring	7.4.3.2	4.6.2.3	4.6.2.2	Expands QS-9000 required monitoring	New: Performance to be monitored by indicators beyond delivery performance
Production and Service Provision—Control of Production and Service Provision	7.5.1	4.9.1.1	4.9	Same	No change
Control Plan	7.5.1.1	4.2.4.10	4.2.3.7	Rewritten	No change
Work Instructions	7.5.1.2	4.9.2	4.9.1	Deletes list of items to be included	No change
Verification of Job Set-ups	7.5.1.3	4.9.4	4.9.4	Same	No change

© MRI, Inc., 2001					
Requirement	ISO/TS 16949:2002 Reference	ISO/TS 16949:1999 Reference	QS-9000 Reference	ISO/TS 16949:2002 Content	Impact vs. QS-9000
Preventive and Predictive Maintenance	7.5.1.4	4.9.1.5	4.9.g.1	Removes information on predictive maintenance methods	No change
Management of Production Tooling	7.5.1.5	4.2.6	4.2.6.2	1999 edition added a tool identification requirement, including status	New: Tool identification to be covered by tooling management system
Production Scheduling	7.5.1.6	4.15.6.3	4.15.6.2	Rewritten	No change
Feedback of Information from Service	7.5.1.7	4.19.2	4.19.1	Same	No change
Servicing Agreement With Customer	7.5.1.8	4.19.3	None	1999 edition added new subclause	New: Effectiveness in servicing customer to be verified if servicing agreement exists
Validation of Processes for Production and Service Provision + Supplemental	7.5.2; 7.5.2.1	4.9.1.1	4.9	ISO 9001:2000 specifies arrangements to be established; 2002 edition expands applicability	New: Validation to apply to all processes, not just those that cannot be verified by monitoring and measurement
Identification and Traceability + Supplemental	7.5.3; 7.5.3.1	4.8	4.8	Same	No change
Customer Property	7.5.4	4.7.1	4.7	Same	Documentation of procedures not required
Customer-Owned Production Tooling	7.5.4.1	4.7.2	4.7.1	Same	No change
Preservation of Product	7.5.5	4.15	4.15	Covers ISO 9001:1994 Clause 4.15	No change
Storage and Inventory	7.5.5.1	4.15.3.1; 4.15.3.2	4.15.3; 4.15.3.1	Repeats 4.15.3 of ISO 9001:1994	No change
Control of Monitoring and Measuring Devices	7.6	4.11.1.1; 4.11.2	4.11.1; 4.11.2	Simplified language in 2002 edition	No change
Measurement System Analysis	7.6.1	4.11.1.2	4.11.4	Does not refer to MSA manual in either edition	No change
Calibration Records	7.6.2	4.11.3	4.11.3	2002 adds items to be included in records	New: Records to include equipment identification, revisions following engineering changes and assessment of out-of-specification impacts
Laboratory Requirements— Internal Laboratory	7.6.3.1	4.10.6	4.10.6	Rewritten	No change
External Laboratory	7.6.3.2	4.10.6	4.10.7	Expanded	New: Lab to be accredited to ISO/IEC 17025 or acceptable via customer-approved 2nd-party audit
MEASUREMENT, ANALYSIS AND IMPROVEMENT					
General	8.1			New (ISO 9001:2000)	New: Organization to plan and implement the processes needed
Identification of Statistical Tools	8.1.1	4.20.3	4.20.3	Same	No change
Knowledge of Basic Statistical Concepts	8.1.2	4.20.4	4.20.4	Added (ISO 9001:2000)	New: Concepts to be used as well (as "understood") throughout the organization
Monitoring and Measurement— Customer Satisfaction + Supplemental	8.2.1; 8.2.1.1	4.1.1.3; 4.1.5	4.1.5; 4.1.6	Expanded (ISO 9001:2000)	New: Methods and monitor customer perception of quality
Internal Audit	8.2.2	4.17.1	4.17	Clarification (ISO 9001:2000)	New: Auditor not to audit his/her own work; otherwise, no change
Quality Management System Audit	8.2.2.1	4.17.2.2	4.17	Added to account for ISO 9001:2000	New: Audit must verify QMS compliance with TS 16949:2002
Manufacturing Process Audit	8.2.2.2	4.17.2.3	None	New requirement in 1999 edition	New: Audit each manufacturing process for effectiveness
Product Audit	8.2.2.3	4.17.2.4	4.10.2.4;	1999 edition expanded QS-9000 requirement	New: Audits to include in-process as well as final product audit
Internal Audit Plans	8.2.2.4	4.17.2.1; 4.17.2.2	4.17.1	Expanded (IASG Interpretations and 1999 edition)	New: Audits must cover all shifts and QMS activities per an annual schedule
Internal Auditor Qualification	8.2.2.5	4.17.3	None	Modification of 1999 edition requirement	New: Auditors to be qualified to audit against TS 16949:2000
Monitoring and Measurement of Processes	8.2.3	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Monitor and/or measure effectiveness of QMS processes and take corrective action to ensure product conformity
Monitoring and Measurement of Manufacturing Processes	8.2.3.1	4.9.3	4.9.2	Same	No change
Monitoring and Measurement of Product	8.2.4	4.10.2; 4.10.3; 4.10.4	4.10.2; 4.10.3; 4.10.4	Rewritten; expanded (ISO 9001:2000)	New: Records to indicate who authorized release
Layout Inspection and Functional Testing	8.2.4.1	4.10.4.2	4.10.4.1	Same	No change

Requirement	ISO/TS 16949:2002 Reference	ISO/TS 16949:1999 Reference	QS-9000 Reference	ISO/TS 16949:2002 Content	Impact vs. QS-9000
Appearance Items	8.2.4.2	4.9.5	4.9.6	Same	No change
Control of Nonconforming Product + Supplement	8.3; 8.3.1	4.13.1.1; 4.13.1.2; 4.13.2	4.13.1; 4.13.2	Simplified (ISO 9001:2000)	New: document and segregate nonconforming product not specified
Control of Reworked Product	8.3.2	4.13.3	4.13.3	Simplified (2002 edition)	Prohibition of rework visibility not specified
Customer Information	8.3.3	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Customer to be alerted if nonconforming product was shipped
Customer Waiver	8.3.4	4.13.4	4.13.4	Same	No change
Analysis of Data	8.4	4.20.1; 4.20.2	4.20.1; 4.20.2	New (ISO 9001:2000)	New: Collect and analyze data to verify QMS suitability and effectiveness and evaluate improvement opportunities; lists what analysis will relate to
Analysis and Use of Data	8.4.1	4.1.5	4.1.5	Expanded (1999 edition)	New: Trends to support information system to report data from product usage
Improvement—Continual Improvement	8.5.1	4.1.1.4; 4.1.3.2	4.2.5	ISO 9001:2000 modification of QS-9000	New: QMS effectiveness to be continually improved through various QMS elements
Continual Improvement of the Organization	8.5.1.1	None	None	New (ISO 9001:2000)	New: Process for continual improvement of organization to be defined
Manufacturing Process Improvement	8.5.1.2	4.2.7	4.2.5.1; 4.2.5.2	Modified	New: Focus to be on control and reduction of variation; deletes references to improvement in cost, delivery, timing
Corrective Action	8.5.2	4.14.1.1; 4.14.2.1	4.14.1; 4.14.2	Rewritten (ISO 9001:2000)	No change
Problem Solving	8.5.2.1	4.14.1.2	4.14.1.1	Modified (1999 edition)	New: Customer-prescribed format to be used if one exists
Error-Proofing	8.5.2.2	4.14.1.3	4.14.1.2	Minor change	Applying methods "to the degree appropriate" not mentioned
Corrective Action Impact	8.5.2.3	4.14.2.2	4.14.2.2	Same	No change
Rejected Product Test/Analysis	8.5.2.4	4.14.2.3	4.14.2.1	Modified (1999 edition)	New: Cycle time (of analysis) to be minimized
Preventive Action	8.5.3	4.14.3	4.14.3	Rewritten for clarity (ISO 9001:2000)	No change

*0.3.1, IATF Guidance to ISO/TS 16949:2002, refers users to a document of the same title developed by the IATF along with ISO/TS 16949:2002 to provide assistance to suppliers on applying the second edition of this TS.

Radley M. Smith is Associate Director – Quality Systems of Management Resources International Inc., a training and consulting organization in Saline, MI. He previously served for seven years as Director of the Automotive Division of KPMG Quality Registrar, based in Detroit. Prior to joining KPMG, Mr. Smith had an extensive career with Ford Motor Company, where he served as the co-author of the first edition of QS-9000. He is also author of The QS-9000 Answer Book, currently in its third edition, which is published by Paton Press, and is a member of THE OUTLOOK's Editorial Advisory Board.

This matrix originally appeared in the November 2001 issue of "The INFORMED OUTLOOK" newsletter. For more information about "The INFORMED OUTLOOK," visit www.informintl.com or telephone (703) 680-1436.

Copyright 2001 by Management Resources International. All rights reserved. For more information about MRI, visit www.mri-inc.com or telephone (734) 429-0747.

ANEXO C.

MODELOS PRODUCIDOS EN LA LINEA DE JUNTAS FIJAS

NP	APLICACION
36008T	R18/21 2L
36009T	R18/21 SERV
360104T	R18/12 DACIA
360105T	FIAT UNO VEN
360108T	M323
360109T	R4/R6
360110T	R9
360112T	R4/R6 SERV
360113T	R9
360115T	FORD CORCEL
36011T	M626
36012T	MONZA
360145T	OPEL CORSA
360148T	R19/TWINGO/CLIO
360155T	DAEWOO
360157T	FIESTA 1.25
360158T	HYUNDAI
360164T	SWIFT 1.3
360201T	SPRINT
360204T	FIESTA 1.3
360206T	SPRINT
360208T	ESTEEM
360209T	TICO

NP	APLICACION
360210T	MATIZ
36026T	M626
363101T	FORD EXPLORER U 207
363102T	FORD EXPLORER U 152
363103T	TOYOTA HILUX
363104T	TOYOTA PRADO
363105T	TRAIL BLAZER
363211T	DEL REY
363311T	ASTRA
363313T	GRAND VITARA
363316T	ECOSPORT
363402T	TOYOTA COROLLA
363403T	NEON 2300i
363406T	OPTRA
363407T	ECOSPORT
363408T	T200 1.6L
363802T	CLIO II
363803T	FIESTA 1.6
363804T	R19
363805T	ESTEEM
363806T	ACCENT 1.3
363807T	WAGON/ALTO
363812T	GOL
363815T	ECOSPORT 4X4
363817T	SWIFT 1.3 SERV.
363818T	M323 SERV.
363819T	DAEWOO SERV.

ANEXO D.
MODELOS PRODUCIDOS EN LA LINEA DE INTEREJES.

NP	APLICACIÓN
50002T	M626
50006T	R9/R19
50007T	R9/R19
50009T	SPRINT
5001008T	MEGANE/SYMBOL DER.
5001009T	MEGANE SYMBOL IZQ.
50011T	R4/R6
50013T	M626 2L
50014T	M323
50015T	M323 IZQ.
50018T	R4/R6
50019T	R12/R18/DACIA
50020T	MONZA
50021T	R21 RS DER.
50023T	TROOPER
50024T	M323
50025T	M323
50029T	R9/R19 DER.
50030T	R9/R19 IZQ.
50035T	M323
50040T	R12/R18 2L

NP	APLICACIÓN
50041T	R21 RS DER.
50042T	R21 RS IZQ.
50043T	M626 2L
50044T	M626 1.8L
50046T	R21
50052T	SWIFT 1.3
50058T	R4/R6
50067T	R21 RX
50074T	SWIFT 1.3 VEN.
50134T	CORSA
50136T	M323 DER
50137T	M323 IZQ
50139T	R19 DER
50140T	R19 IZQ
50148T	MATSURI
50149T	MATSURI
50152T	ALLEGRO SEDAN DER
50153T	ALLEGRO 5PTAS DER
50154T	ALLEGRO 4/5PTAS IZQ
50174T	M323 ALLEGRO
50185T	CHEROKEE
50186T	NEON DER
50187T	NEON IZQ
50188T	CORSA
50197T	M323 DER
50198T	M323 IZQ

NP	APLICACIÓN
50200T	FIESTA 1.3 (96)
50201T	FIESTA 1.25 (96)
50206T	DAEWOO
50207T	HYUNDAI
50209T	PALIO DER
50210T	PALIO IZQ
50211T	NEON DER
50212T	NEON IZQ
50213T	M323 IZQ
50214T	M323 DER
50216T	ALLEGRO DER 1.6
50222T	FESTIVA
50223T	SPRINT/SWIFT/ESTEEM
50226T	PALIO RH
50227T	SWIFT 1.3 SERV
50234T	NEON 2000 RH (ATX/MTX)
50235T	NEON 2000 LH ATX
50236T	FIAT UNO IZQ
50237T	FIAT UNO DER
50239T	FORD FESTIVA
50240T	CHEROKEE WJ
50243T	SWIFT 1.3 DER/IZQ
50244T	SWIFT 1.3 DER/IZQ
50245T	EXPLORER U152 RH/LH
50246T	TOYOTA HILUX
50247T	MEGANE 1.4/1.6 IZQ MTX

NP	APLICACIÓN
50248T	TOYOTA PRADO
50249T	MEGANE 1.4/1.6 DER MTX
50251T	SPRINT 1.0
50252T	SWIFT 1.3 SINC
50253T	MEGANE 1.4/1.6 DER MTX
50254T	NEON 2000 RH (ATX/MTX)
50255T	NEON 2000 LH (ATX/MTX)
50256T	MEGANE 1.4/1.6 IZQ MTX
50257T	CLIO DER
50258T	CLIO II DER
50259T	CLIO II IZQ
50262T	FIESTA 1.4/1.6 RH/LH
50264T	R19/TWINGO DER
50265T	R19/TWINGO IZQ
50268T	R19/TWINGO
50269T	COROLLA RH
50270T	COROLLA LH
50271T	NEON 2300i RH
50272T	NEON 2300i LH
50273T	MAZDA 323 RH
50274T	MAZDA 323 LH
50275T	ACCENT 1.5 DER/IZQ
50276T	ACCENT 1.3 DER
50277T	ACCENT 1.3 IZQ
50278T	MEGANE RH 1.4/1.6L
50279T	MEGANE LH 1.4/1.6L

NP	APLICACIÓN
50280T	CLIO II RH 1.4L DER
50281T	CLIO II LH 1.4L IZQ
50285T	ESTEEM 1.6 RH/LH MEC
50286T-1	WAGON R IZQ ATX
50286T-2	WAGON R DER ATX
50286T-3	WAGON R IZQ MTX
50286T-4	WAGON R DER MTX
50287T-1	ALTO IZQ
50287T-2	ALTO DER
50302T	FORD Ka 1.0/1.6L
50308T-4	OPTRA/T2001.6L LH MTX
50308T-5	OPTRA/T2001.6L RH ATX
50308T-6	OPTRA/T2001.6L LH ATX
50309T-1	J200 1.8L RH ATX/MTX
50309T-2	J200 1.8L LH ATX
50309T-3	J200 1.8L LH MTX
50320T-1	M323 RH ECUADOR
50320T-2	M323 LH
50321T	HYUNDAI
50322T	M323 SERV ECUADOR
50324T	ATOS
50325T	M323 ECUADOR

ANEXO F.
MODELOS PRODUCIDOS EN LA LINEA DE TULIPAS.

NP	APLICACION
350207T	R9/R12/R18/R21
350208T	SPRINT
350214T	SWIFT 1.3 DER
350215T	SWIFT 1.3 IZQ
350237T	ESTEEM IZQ
350238T	MEGANE 1.4
350239T	WAGON R/ALTO
350241T	R9/R18 1.4L/R21 RS
350805T	GRAND VITARA
350806T	GRAND VITARA
350808T	J200 1.4/T200 1.6 MTX
350809T	J200 1.8L ATX
350810T	T200 1.6L
350811T	J200 1.8L MTX
350812T	ECOSPORT 2L 4X2 LH FOCUS
350813T	ECOSPORT 2L 4X2 RH FOCUS
350907T	AMAZON 1.6L LH
350910T	AMAZON 1.6L RH
353701T	NEON 2000
353703T	NEON 2000

ANEXO F.

**INFORME TOTAL DEL PROGRAMA PARA LA PRODUCCION
DE MARZO DE 2005 EN THC-TRANSEJES**

		CONSULTA DE PRODUCCION		Hoja 1 de 26	
				FECHA: Marzo 18 de 2005	
PLANIFICADOR: JORGE A. RODRIGUEZ		LINEA: JUITAS FIJAS			
NIP: 363313T		APLICACIÓN: GRAID VITARA		CAANTIDAD: 2256	
ITEM	SUBOPERACION	HERRAMIENTA	TIPO DE HERRAMIENTA	CAANTIDAD	
1	CENTRADO JUNTA FIJA	HS N°4	BROCA	7	
2	REFRENTADO JUNTA FIJA	TPMR-160304-4025	INSERTO	7	
3	DESBASTE ASIENTO BOCIN	CNMG-120416-4025	INSERTO	6	
4	DESBASTE DEL CUERPO	TNMG-220416-4015	INSERTO	4	
5	TERMINADO DEL CUERPO	DNMG-150412-4015	INSERTO	7	
6	DESBASTE INTERIOR	TNMG-220416-4025	INSERTO	5	
7	DESBASTE EXTERIOR	CNMG-120416-4025	INSERTO	6	
8	CENTRADO INTERIOR	HS N°4	BROCA	7	
9	FRESADO DESBASTE	INSERTO D=25.00mm	INSERTO	15	
10	FRESADO TERMINADO	INSERTO D=18.00mm	INSERTO	12	
11	ROLADO JUNTA FIJA	FH-080031T	RACK ROLADO	1	
12	ROSCADO JUNTA FIJA	FH-080001T	RACK ROSCADO	1	
13	RANURADO	BG-154.91-3	INSERTO	6	
14	RECTIF. EXT. CON P. ABRASIVA	FH-110002T-1	ABRASIVO	1	
15	RECTIF. EXT. CON DIAMANTE	FD-180W	DIAMANTE	1	
16	RECTIF. CANASTILLA P. CILINDRICA	FH-120003T	ABRASIVO	4	
17	RECTIF. CANASTILLA P. RADIAL	FH-120004T-3	ABRASIVO	4	
18	RECTIF. CANASTILLA DIAMANTE	BW 01 403	DIAMANTE	1	
19	RECTIF. PISTAS P. ABRASIVA	FH-130005T-2	ABRASIVO	4	
20	RECTIF. PISTAS CON DIAMANTE	BW 01 402	DIAMANTE	1	
21	ROSCADO INTERIOR	FH-143006T	MACHO	6	

CONSULTA DE PRODUCCION

				Hoja 3 de 26	
				FECHA: Marzo 18 de 2005	
PLANIFICADOR:	JORGE A. RODRIGUEZ	LINEA:	JUNITAS FIJAS	CANTIDAD:	5994
NP:	360145T	APLICACIÓN:	OPEL CORSA		
ITEM	SUBOPERACION	HERRAMIENTA	TIPO DE HERRAMIENTA	CANTIDAD	
1	CENTRADO JUNTA FIJA	HS N°4	BROCA	19	
2	REFRENTADO JUNTA FIJA	TNMG-160408-4025	INSERTO	19	
3	DESBASTE ASIENTO BOCIN	CNMG-120416-4025	INSERTO	15	
4	DESBASTE DEL CUERPO	TNMG-220416-4035	INSERTO	34	
5	TERMINADO DEL CUERPO	DNMG-150412-4015	INSERTO	17	
6	DESBASTE INTERIOR	TNMG-220416-4025	INSERTO	11	
7	DESBASTE EXTERIOR	CNMG-120416-4025	INSERTO	15	
8	FRESADO DESBASTE	INSERTO D=21.00mm	INSERTO	38	
9	FRESADO TERMINADO	INSERTO D=15.72mm	INSERTO	30	
10	ROLADO JUNTA FIJA	FH-080020T	RACK ROLADO	1	
11	ROSCADO JUNTA FIJA	FH-080001T	RACK ROSCADO	1	
12	RECTIF. EXT. CON P. ABRASIVA	FH-110002T-2	ABRASIVO	1	
13	RECTIF. EXT. CON DIAMANTE	FD-180W	DIAMANTE	2	
14	RECTIF. CANASTILLA P. CILINDRICA	FH-120001T-2	ABRASIVO	10	
15	RECTIF. CANASTILLA P. RADIAL	FH-120001T-3	ABRASIVO	10	
16	RECTIF. CANASTILLA DIAMANTE	EW 01 403	DIAMANTE	2	
17	RECTIF. PISTAS P. ABRASIVA	FH-130005T-1	ABRASIVO	9	
18	RECTIF. PISTAS CON DIAMANTE	EW 01 402	DIAMANTE	1	
19	PERFORADO HUECO PIN	FH-143001T-4	BROCA	3	

THC		CONSULTA DE PRODUCCION		Hoja 4 de 26	
TRANSMISORES TRANSMISIONES HIDRODINAMICAS DE COLOMBIA S.A.				FECHA: Marzo 18 de 2005	
PLANIFICADOR:	JORGE A. RODRIGUEZ	LINEA:	JUNITAS FIJAS	CAANTIDAD:	3600
IMP:	363406T	APLICACION:	OPTRA		
ITEM	SUBOPERACION	HERRAMIENTA	TIPO DE HERRAMIENTA	CAANTIDAD	
1	CENTRADO JUNTA FIJA	HS N°4	BROCA	12	
2	REFRENTADO JUNTA FIJA	TNMG-160408-4025	INSERTO	12	
3	DESBASTE ASIEN TO BOCIN	CNMG-120416-4025	INSERTO	10	
4	DESBASTE DEL CUERPO	TNMG-220416-4035	INSERTO	21	
5	TERMINADO DEL CUERPO	DNMG-150412-4015	INSERTO	11	
6	DESBASTE INTERIOR	TNMG-220416-4025	INSERTO	7	
7	DESBASTE EXTERIOR	CNMG-120416-4025	INSERTO	10	
8	CENTRADO INTERIOR	HS N°4	BROCA	12	
9	FRESADO DESBASTE	INSERTO D=25.00mm	INSERTO	23	
10	FRESADO TERMINADO	INSERTO D=25.00mm	INSERTO	23	
11	FRESADO RANURA	FH-070002T-2	FRESA	1	
12	ROLADO JUNTA FIJA	FH-080032T	RACK ROLADO	1	
13	ROSCADO JUNTA FIJA	FH-080043T	RACK ROSCADO	1	
14	RECTIF. EXT. CON P. ABRASIVA	FH-110002T-2	ABRASIVO	1	
15	RECTIF. EXT. CON DIAMANTE	FD-180W	DIAMANTE	2	
16	RECTIF. CANASTILLA P. CILINDRICA	FH-120003T	ABRASIVO	5	
17	RECTIF. CANASTILLA P. RADIAL	FH-120004T-3	ABRASIVO	5	
18	RECTIF. CANASTILLA DIAMANTE	EW 01 403	DIAMANTE	2	
19	RECTIF. PISTAS P. ABRASIVA	FH-130005T-5	ABRASIVO	17	
20	RECTIF. PISTAS CON DIAMANTE	EW 01 402	DIAMANTE	1	



TRANSMISORES
HIDRODINAMICOS DE COLOMBIA S.A.

CONSULTA DE PRODUCCION

Hoja 6 de 26

FECHA: **Marzo 18 de 2005**

PLANIFICADOR: **JORGE A. RODRIGUEZ**
 IP: **360108T**

LINEA: **JUITAS FIJAS**
 APLICACIÓN: **M323**

CAANTIDAD: **2000**

ITEM	SUBOPERACION	HERRAMIENTA	TIPO DE HERRAMIENTA	CAANTIDAD
1	CENTRADO JUNTA FIJA	HS Nº4	BROCA	7
2	REFRENTADO JUNTA FIJA	TNMG-160408-4025	INSERTO	7
3	DESBASTE ASIENTO BOCIN	CNMG-120416-4025	INSERTO	6
4	DESBASTE DEL CUERPO	TNMG-220416-4035	INSERTO	12
5	TERMINADO DEL CUERPO	DNMG-150412-4015	INSERTO	6
6	DESBASTE INTERIOR	TNMG-220416-4025	INSERTO	4
7	DESBASTE EXTERIOR	CNMG-120416-4025	INSERTO	6
8	RANURA 2	BG-154.91-5	INSERTO	11
9	FRESADO DESBASTE	INSERTO D=21.00mm	INSERTO	13
10	FRESADO TERMINADO	INSERTO D=15.72mm	INSERTO	11
11	ROLADO JUNTA FIJA	FH-080030T	RACK ROLADO	1
12	ROSCADO JUNTA FIJA	FH-080006T-2	RACK ROSCADO	1
13	RECTIF. EXT. CON P. ABRASIVA	FH-110002T-2	ABRASIVO	1
14	RECTIF. EXT. CON DIAMANTE	FD-180W	DIAMANTE	1
15	RECTIF. CANASTILLA P. CILINDRICA	FH-120001T-2	ABRASIVO	4
16	RECTIF. CANASTILLA P. RADIAL	FH-120001T-3	ABRASIVO	4
17	RECTIF. CANASTILLA DIAMANTE	EW 01 403	DIAMANTE	1
18	RECTIF. PISTAS P. ABRASIVA	FH-130005T-1	ABRASIVO	3
19	RECTIF. PISTAS CON DIAMANTE	EW 01 402	DIAMANTE	1

INVENTARIO DE HERRAMIENTAS A UTILIZAR	
Nombre de Herramientas a utilizar	Cantidad
HS N°4	213
TPMR-160304-4025	50
CNMG-120416-4025	96
TNMG-220416-4015	4
DNMG-150412-4015	53
TNMG-220416-4025	35
INSERTO D=25.00mm	61
INSERTO D=18.00mm	12
FH-080031T	2
FH-080001T	2
BG-154.91-3	6
FH-110002T-1	1
FD-180W	15
FH-120003T	9
FH-120004T-3	9
EW 01 403	11
FH-130005T-2	4
EW 01 402	6
FH-143006T	6
TNMG-160408-4025	74
TNMG-220416-4035	142
INSERTO D=21.00mm	77
INSERTO D=15.72mm	62
FH-080015T	1
FH-080006T-2	3
FH-110002T-2	5
FH-120001T-2	21
FH-120001T-3	21
FH-130005T-1	19
FH-143001T-4	4
FH-080020T	12
FH-070002T-2	1
FH-080032T	1
FH-080043T	1
FH-130005T-5	17
FH-080023T	1
BG-154.91-5	19
FH-080030T	1
KNUX-160405-4025	11
G 1732-D2	27
DG-154.91-3	36
DG-154.91-5	113
TPMR-160308-4025	6
CNMG-120408-4035	45

INVENTARIO DE HERRAMIENTAS A UTILIZAR	
IH-060002T	4
IH-060004T	2
VE-871204 (CM4125)	3
IH-060009T	2
IH-060007T	2
BG 154.91-5	2
IH-110003T	1
IH-060015T	1
IH-060023T	2
IH-060016T	2
HS N°15	16
TPMR 160308-4025	49
TNMG-220412-4025	15
DNMG-150408-4025	54
DNMG-150612-4035	29
TNMG-220412-4035	3
BC-154.91-5 S4 P30	23
FH-080008T	1
DH-12501T	1
HS N°14	25
N151.2-185-20-46235	14
DH-1200023T	4
LCMX-040308-531020	7
DH-040004T	2
R156.3-22 370-54	4
LCMX-030308-531020	8
CNMG-090304-4015	24
RH-020001T-1	1
CCMT-09T-308 VM-VN8	22
RH-090003T	2
RH-020001T-4	1

ANEXO G.
CARTA DE ACEPTACION Y CONFORMIDAD
DE THC-TRANSEJES

Bucaramanga, Mayo 23 de 2005

Ingeniero

EXPEDITO LOZANO

Director Escuela de Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Ciudad

Apreciado Ingeniero,

La empresa **THC-TRANSEJES COLOMBIA**, interesada en fomentar las relaciones Industria - Universidad y para ello, después de un estudio de sus principales procesos de producción, encargó al estudiante de último nivel, **JORGE ARTURO RODRIGUEZ CADENA**, el diseño de un programa para determinar el consumo de herramientas percederas de acuerdo con la producción de las líneas de mecanizado, trabajo que fue realizado de acuerdo a las necesidades fundamentales de la empresa.

El estudiante ha cumplido nuestras exigencias y aceptamos de conformidad el proyecto realizado, teniendo en cuenta los beneficios alcanzados tanto por la empresa como por el estudiante en su formación como ingeniero, y que esto redunde a favor de nuestra relación interinstitucional.

Cordialmente,

ING. LUIS ALBERTO SANTOS

Gerente de Procesos