

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE  
EN EL ÁREA DE TRANSMISION DE POTENCIA POR ENGRANAJES PARA  
EL LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO**

**JORGE MARIO DE LA ROSA CAMPO**

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

**2015**

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE  
EN EL ÁREA DE TRANSMISION DE POTENCIA POR ENGRANAJES PARA  
EL LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO**

**JORGE MARIO DE LA ROSA CAMPO**

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

**Director**

**RICARDO ALFONSO JAIMES ROLON**

**Ingeniero Mecánico Msc.**

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

**2015**

## **DEDICATORIA**

A Dios.

A mi madre por brindarme constantemente su apoyo y cariño incondicional, por ser un ejemplo en mi vida, motor de fuerza, motivación y perseverancia con su amor para que todo sea posible.

A mi padre por ser un ejemplo e icono en mi desarrollo personal, por creer en mí y brindarme constantemente su apoyo

A mis hermanos Iván y Luis.

A mis abuelitas María y Rebeca ejemplos de sabiduría.

A dos ángeles en el cielo Edmundo y Víctor porque sus enseñanzas y valores aun hoy en día perduran.

A un amigo que temprano se nos fue en este proyecto de vida, con tu apoyo en las batallas siempre he de recordar.

A mis familiares y amigos quienes constantemente han estado siempre brindándome su apoyo y palabras de aliento en todo momento presente, porque siempre creyeron en mí.

**JORGE MARIO DE LA ROSA CAMPO.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Ricardo Jaimes, Ingeniero Mecánico, director del proyecto, por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A Henry Cruz, amigo y gran colaborador con su trabajo en la culminación de este proyecto.

A mis amigos por sus constantes consejos y colaboración especial en cada momento de necesidad.

A mi familia por el respaldo incondicional.

**JORGE MARIO DE LA ROSA CAMPO**

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	22
1. PRELIMINARES.....	24
1.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	25
1.2 JUSTIFICACION PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA.....	25
1.3 OBJETIVOS.....	26
1.3.1 Objetivo General.....	26
1.3.2 Objetivos Específicos.....	26
2. MARCO CONCEPTUAL.....	29
2.1 INTRODUCCION.....	29
2.2 DEFINICIONES GEOMÉTRICAS GENERALES.....	31
2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ENGRANAJES.....	36
2.3.1 Ejes Paralelos.....	37
2.3.1.1 Engranajes Cilíndricos de Dientes Rectos.....	37
2.3.1.2 Engranajes Cilíndricos de Dientes Helicoidales.....	40
2.3.1.3 Engranajes Helicoidales Dobles.....	43
2.3.2 Engranajes de Ejes Perpendiculares.....	44
2.3.2.1 Engranajes Helicoidales de Ejes Cruzados.....	44
2.3.2.2 Engranajes Cónicos.....	45
2.3.2.2.1 Engranajes Cónicos de Dientes Rectos.....	45
2.3.2.2.2 Engranajes Cónicos de Dientes Helicoidales.....	48
2.3.2.2.3 Engranajes Cónicos Hipoide.....	48
2.3.3 Engranajes Helicoidales que se Cruzan.....	49
2.3.3.1 Tornillo Sinfín Corona.....	50
2.3.4 Por Aplicaciones Especiales.....	52
2.3.4.1 Planetarios.....	52

2.3.4.2 De Cremallera.....	52
2.3.5 Por la Forma de Transmitir su Movimiento.....	53
2.3.5.1 Engranaje Loco o Intermedio.....	53
2.3.6 Transmisión Mediante Cadena o Polea Dentada.....	54
2.3.6.1 Mecanismo Piñón – Cadena.....	54
2.3.6.2 Polea Dentada.....	55
2.4 REPRESENTACION CONVENCIONAL DE ENGRANAJES .....	55
2.4.1 Líneas Convencionales.....	55
2.4.2 Dibujos de Detalle (ruedas aisladas).....	57
2.4.2.1 Contornos y aristas.....	57
2.4.2.2 Superficie Primitiva de Funcionamiento.....	58
2.4.2.3 Superficie de la Raíz.....	58
2.4.2.4 Dentado.....	59
2.4.2.5 Orientación de los Dientes.....	60
2.4.3 Dibujos De ensamble (Engranajes).....	62
2.4.3.1 Engranaje Exterior de ruedas Cilíndricas.....	64
2.4.3.2 Engranaje Interior de Ruedas.....	64
2.4.3.3 Engranaje de Rueda con Cremallera.....	65
2.4.3.4 Engranaje de Piñones.....	65
2.4.3.5 Engranaje de Rueda con Tornillo Sinfín.....	66
2.4.3.6 Ruedas de Cadena.....	66
2.5 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA O SIMBÓLICA DE ENGRANAJES.....	67
2.5.1 Rueda Dentada Cilíndrica.....	67

2.5.2	Engranajes Cilíndricos.....	67
2.5.3	Engranajes Cónicos.....	68
2.5.4	Rueda de Fricción.....	69
2.5.5	Engranajes Cilíndricos con Relación a su Eje.....	69
2.6	ACOTACIÓN.....	71
2.6.1	DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES.....	74
2.6.2	Dibujos de Trabajo de Engranajes Rectos.....	75
2.6.3	Dibujos de Trabajo de Engranajes Cónicos.....	76
2.6.4	Dibujos de Trabajo de Tornillo Sinfín y Engranajes de Tornillo Sinfín.....	77
3.	REVISION PARA REDISEÑO DE LA PRÁCTICA DE ENGRANAJES.....	79
3.1	INTRODUCCIÓN.....	79
3.2	MANUALES DE PRÁCTICA.....	79
3.3	METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS.....	80
3.3.1	Distribución de prácticas.....	80
3.3.2	Consulta previa del manual y normatividad.....	80
3.3.3	Consulta de dudas e inquietudes.....	80
3.3.4	Realización de la práctica, medición y toma de datos.....	80
3.3.5	Entrega de la plantilla de informes y socialización.....	80
3.3.6	Entrega de proyectos desarrollados en CAD.....	80
3.4	DISEÑO DEL MANUAL DE LABORATORIO Y DE LA PLANTILLA DE INFORMES.....	81
3.5	PRÁCTICA DE ENGRANAJES.....	82
3.5.1	Objetivo General.....	82
3.5.2	Objetivos Específicos.....	82
3.5.3	Elementos preestablecidos.....	83
3.5.4	Desarrollo de la práctica.....	84
4.	REDISEÑO DE LA PRÁCTICA DE TRANSMISION DE POTENCIA POR ELEMENTOS RIGIDOS (ENGRANAJES).....	86
4.1	METODOLOGÍA IMPLEMENTADA.....	86
4.2	RECURSOS DEL PLANTEAMIENTO.....	90
4.2.1	Proceso documentación conceptual.....	91

4.2.2	Proceso reconocimiento del banco.....	94
4.2.3	Proceso montaje y desmontaje.....	98
4.2.4	Proceso medir y consignar.....	101
4.2.5	Proceso representación.....	103
5.	TICS DE APRENDIZAJE PARA LA PRÁCTICA DE ENGRANAJES.....	104
5.1	INTRODUCCION.....	104
5.2	OBJETIVOS.....	104
5.3	DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS.....	105
5.3.1	Pagina web.....	105
5.3.2	Video tutoriales.....	106
6.	PRUEBA PILOTO EN LA PRÁCTICA DE ENGRANAJES.....	107
6.1	INTRODUCCION.....	107
6.2	PROPOSITOS DE LA SIMULACION.....	108
6.3	SELECCIÓN DE ESTUDIANTES.....	108
6.4	ENSAYO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....	108
6.5	CORRECCIONES REALIZADAS DESPUÉS DE LA PRÁCTICA DE PRUEBA.....	113
7.	CONCLUSIONES.....	114
8.	RECOMENDACIONES.....	115
	BIBLIOGRAFIA.....	116
	ANEXOS.....	119

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Forma de aplicación de los engranajes.....	30
Figura 2 Rueda y piñón de un engranaje.....	30
Figura 3 Engranajes de una caja diferencial.....	31
Figura 4 Parámetros de un diente de engranaje.....	32
Figura 5 Flancos de un diente de engranaje.....	32
Figura 6 Evolvente de la circunferencia.....	33
Figura 7 Circunferencia y diámetro base de un engranaje.....	34
Figura 8 Perfil de los flancos de un diente de engranaje.....	34
Figura 9 Relación entre ruedas de fricción y engranajes por medio de la circunferencia primitiva.....	35
Figura 10 Esquema de un engranaje.....	36
Figura 11 Construcción de la curva involuta.....	38
Figura 12 Circunferencias primitivas de un engranaje de dientes rectos.....	38
Figura 13 Parámetros de un engranaje de dientes rectos.....	39
Figura 14 Líneas de rodadura de un engranaje.....	40
Figura 15 Engranaje cilíndrico de dientes helicoidales.....	40
Figura 16 Flanco, Helice primitiva y cilindro primitivo de un engranaje helicoidal.....	41
Figura 17 Angulo de helice, paso aparente y paso real de un engranaje helicoidal.....	42
Figura 18 Engranaje Helicoidal doble.....	43
Figura 19 Engranaje tipo “espina de pescado”.....	44
Figura 20 Engranaje Helicoidal de ejes cruzados.....	44

Figura 21 Engranaje Cónico.....	45
Figura 22 Engranaje conico de dientes rectos.....	46
Figura 23 Parámetros de un engranaje cónico de dientes rectos.....	47
Figura 24 Engranaje cónico de dientes helicoidales.....	48
Figura 25 Engranaje cónico hipoide.....	48
Figura 26 Vista en corte de engranajes helicoidales cruzados.....	50
Figura 27 Tornillo sinfín corona.....	50
Figura 28 Características del tornillo.....	51
Figura 29 Características de la rueda.....	51
Figura 30 Engranajes planetarios.....	52
Figura 31 Engranaje de cremallera.....	53
Figura 32 Engranaje loco o intermedio.....	54
Figura 33 Engranaje piñón-cadena.....	54
Figura 34 Engranaje polea dentada.....	55
Figura 35 Representación de una rueda dentada en vista no cortada.....	57
Figura 36 Representación de una rueda dentada en corte axial.....	57
Figura 37 Representación de una rueda dentada en vista no cortada y corte..	58
Figura 38 Representación de la superficie de raíz en vista no cortada.....	59
Figura 39 Representación del diente en una rueda dentada.....	60
Figura 40 Detalle posición del diente.....	60
Figura 41 Dirección de los dientes de una rueda dentada.....	61
Figura 42 Representación de un engranaje recto.....	62
Figura 43 Representación de un engranaje cónico – Ejes concurrentes.....	63

Figura 44 Representación grafica engranajes rueda dentada y piñón, ángulo recto y ejes no concurrentes.....	63
Figura 45 Representación grafica Rueda dentada y piñón, con ejes no paralelos o cruzados.....	64
Figura 46 Representación grafica exterior de ruedas cilíndricas.....	64
Figura 47 Representación grafica interior de ruedas cilíndricas.....	65
Figura 48 Representación grafica rueda con cremallera.....	65
Figura 49 Representación grafica de piñones cónicos.....	66
Figura 50 Representación grafica rueda con tornillo sinfín.....	66
Figura 51 Representación grafica rueda de cadena.....	67
Figura 52 Representación simbólica de una rueda dentada cilíndrica.....	67
Figura 53 Representación simbólica de engranajes cilíndricos.....	68
Figura 54 Representación simbólica de un engranaje cónico.....	68
Figura 55 Representación simbólica de una rueda de fricción.....	69
Figura 56 Representación simbólica de engranajes cilíndricos con relación a su eje.....	69
Figura 57 Rueda dentada recta.....	72
Figura 58 Rueda dentada cónica.....	73
Figura 59 Nomenclatura de tornillo y engrane sinfín.....	74
Figura 60 Dibujo de engranaje de un engranaje recto.....	76
Figura 61 Dibujo de trabajo de un engranaje cónico.....	77
Figura 62 Dibujo de trabajo y engrane de un tornillo sinfín.....	78
Figura 63 Formato rótulo de portada.....	81
Figura 64 Formato rótulo plantilla de informes.....	82

Figura 65 Plantilla de informes.....	85
Figura 66 Resumen del procedimiento de ejecución de la práctica de engranajes.....	87
Figura 67 Manual conceptual de engranajes: teoría y clasificación.....	92
Figura 68 Tabla de contenido del manual conceptual de engranajes: teoría y clasificación.....	93
Figura 69 Diseño del Banco.....	95
Figura 70 Mecano.....	96
Figura 71 Diferencial.....	97
Figura 72 Elementos y herramientas de medida.....	97
Figura 73 Juego de llaves de apriete.....	98
Figura 74 Destornillador plano.....	99
Figura 75 Llave de expansión.....	99
Figura 76 Llave hexagonal.....	100
Figura 77 Herramientas de medida.....	100
Figura 78 Portada Manual montaje y desmontaje del diferencial.....	101
Figura 79 Portada Manual de Herramientas de medición: calibrador pie de rey y micrómetro de platillos.....	102
Figura 80 Esquema proceso representación de un tornillo sinfín corona.....	103
Figura 81 Esquema proceso representación de un engranaje cónico.....	104
Figura 82 Pantalla principal página web.....	105
Figura 83 Video tutorial.....	107
Figura 84 Desarrollo del procedimiento .....	109
Figura 85 Foto registro de la práctica.....	110

Figura 86 Foto registro desmontaje del diferencial.....	110
Figura 87 Foto registro toma y consignación de datos.....	111
Figura 88 Foto registro del diferencial.....	111
Figura 89 Foto registro Armado del mecano.....	112

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Componentes de la práctica.....	28
Tabla 2 Tipos de línea.....	56
Tabla 3 Orientación de los dientes de una rueda dentada.....	61
Tabla 4 Ejemplos de representación de engranajes.....	70
Tabla 5 Listado de recursos según etapa del procedimiento de la práctica.....	91
Tabla 6 Tiempos de ejecución de la práctica.....	112

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Diseño del Banco de prácticas.....	120
Anexo B. Manual Conceptual de Engranajes: Teoría y Clasificación.....	126
Anexo C. Manual Conceptual de Engranajes: El Diferencial.....	157
Anexo D. Manual Conceptual de Engranajes: Fabricación.....	184
Anexo E. Manual Conceptual de Engranajes: Representación Gráfica.....	210
Anexo F. Manual Herramientas de Medición: Calibrador Pie de Rey y Micrómetro De Platillos.....	229
Anexo G. Manual Mecano: Montaje y Desmontaje.....	249
Anexo H. Manual Montaje y Desmontaje del Diferencial.....	266
Anexo I. Plantilla Práctica Engranajes – Mecano.....	285
Anexo J. Plantilla Práctica Engranajes – El Diferencial.....	293
Anexo K. Plantilla Práctica Engranajes – Verificación de Engranajes.....	300
ANEXO L. Planos.....	308

## GLOSARIO

**CAD:** Es una herramienta que ayuda al diseño de elementos y conjuntos mecánicos. Estas siglas en inglés significan Diseño Asistido por Computador.

**CIRCUNFERENCIA PRIMITIVA DEL ENGRANAJE:** es aquella que, con centro en el centro de cada una de las ruedas, son tangentes entre sí. Sus diámetros son los diámetros primitivos.

**CONJUNTO MECANICO:** Grupo de elementos mecánicos con cierto orden y disposición para cumplir una función específica.

**DIFERENCIAL:** Es un mecanismo formado por un tren planetario de piñones cónicos, el cual permite distintas velocidades de giro en las dos ruedas motrices de los vehículos al tomar una curva.

**DISEÑO GRAFICO:** Conjunto de expresiones escritas mediante bocetos, bosquejos o planos mediante las cuales un sujeto comunica y expresa unas ideas o necesidades de un producto.

**EJE:** Elemento mecánico que sirve para transmitir potencia, velocidad, torque, soportar cargas y que puede girar a determinadas velocidades.

**ENGRANAJE:** Conjunto de dos ruedas dentadas conjugadas de superficie exterior envolvente cilíndrica o cónica, que transmiten movimiento mediante dientes tallados en la superficie de contacto. La mayor del engranaje se llama rueda y la de menor piñón.

**ENGRANAJE DE TORNILLO SIN FIN:** mecanismo formado por una rueda cilíndrica de dentado helicoidal y de un tornillo sinfín que acciona o gira sobre la rueda sin desplazarse.

**MECCANO:** Es un sistema de construcción de modelos consistentes en piezas de diversos tamaños, forma y color construidas en metal con filas de agujeros o canales para sujetarlas a otras piezas por medio de tornillos. Según el modelo puede contener motores eléctricos, ruedas, poleas, engranajes, etc.

**MÓDULO:** es una característica de magnitud que se define como la relación entre la medida del diámetro primitivo de la rueda y su número de dientes. Dato necesario para calcular dimensionalmente un engranaje en función de la potencia a transmitir, esto es, la fuerza que se ejerce y la velocidad que se desarrolla.

## RESUMEN

### TÍTULO:

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN EL ÀREA DE ENGRANAJES PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO<sup>1</sup>**

### AUTOR:

Jorge Mario De La Rosa Campo.<sup>2</sup>

### PALABRAS CLAVES:

Diseño gráfico, engranajes, representación gráfica.

### DESCRIPCIÓN:

Este trabajo de grado es uno de los módulos que conforman el laboratorio de diseño gráfico, el cual, como herramienta pedagógica tiene como objetivo complementar los conocimientos técnicos referentes a los engranajes, mejorar y profundizar el aprendizaje que se pretende otorgar al estudiante en la asignatura de diseño gráfico de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

Por medio de este proyecto se pretende demostrar la aplicación, conformación, procesos de fabricación y representación gráfica estandarizada de los engranajes, donde se permita reconocer características geométricas y parámetros dimensionales de estos a través del diseño gráfico, utilizando normas o convenciones e implementando una práctica, la cual, por medio de experiencias físicas proporcione los conocimientos y aplicaciones de los dibujos de fabricación, de trabajo o de taller que permitan asimilar dicho reconocimiento.

Los elementos que conforman el objeto de aprendizaje estarán constituidos por: manual de prácticas de laboratorio, manuales conceptuales, representaciones gráficas de engranajes, plantillas de informes, página web, en la cual se encuentran los videos-tutoriales y toda la información que podría el estudiante necesitar y finalmente, el banco de prácticas, los cuales conforman un gran conjunto de información diseñada para alcanzar, fortalecer y facilitar el conocimiento en los estudiantes de ingeniería mecánica, específicamente los que se encuentran cursando la asignatura de diseño gráfico, logrando así, contribuir a la formación de estudiantes con alta calidad técnica y profesional.

---

<sup>1</sup>Proyecto de grado

<sup>2</sup>Facultad de Ingenierías Físico - Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Ricardo Jaimes Rolon.

## SUMMARY

**TITLE:**

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A LEARNING TOOL IN THE AREA OF GEARS FOR GRAPHIC DESIGN LAB\***

**AUTHOR:**

Jorge Mario De La Rosa Campo.\*\*

**KEYWORDS:**

Graphic design, gears, graphic representation.

**DESCRIPTION:**

This degree work is one of the modules that will make up the graphic design lab, which as a teaching tool is intended to complement the technical knowledge concerning the gears, enhance and deepen learning to be assigned to the student in the course of graphic design of the School of Mechanical Engineering at the Universidad Industrial of Santander.

Through this project is to demonstrate the application, shaping, manufacturing processes and Graphing standardized gears, where permitted recognizing geometric and dimensional parameters of these through graphic design, using rules or conventions and implementing a practical, which, through physical experiences provide knowledge and applications of fabrication drawings, work or shop assimilate allowing recognition.

The elements of the learning objects hall consist of: laboratory practice manuals, conceptual manuals, graphic representations gear, report template, web page, which have the video tutorials and all the information the student may need and finally a bank internship where you will develop experiences. As all the above elements a large set of information design to achieve, strengthen and facilitate knowledge in mechanical engineering students, specifically those who are pursuing in design graphic. This contributing to the education of students with high quality technical and professional.

---

\*Degree Work

\*\* Physical –Mechanical Engineering Faculty, Mechanical Engineering School, Eng. Ricardo Jaimes Rolon.

## INTRODUCCIÓN

El aprendizaje del diseño gráfico, va de la mano de prácticas de laboratorio como parte esencial del proceso de formación de ingenieros y profesionales, cuyo desempeño está encaminado a la investigación y aplicación del conocimiento técnico. Es en este ámbito donde los conocimientos teóricos y la experiencia se concentran para dar paso a un completo proceso de aprendizaje. Los engranajes representan uno de los métodos más empleados que existen en el mundo en cuanto a la transmisión de potencia se refiere, razón por la cual, se hace indispensable un conocimiento detallado de sus clases, procesos de fabricación y representación gráfica de estos.

Este trabajo de grado titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE TRANSMISION DE POTENCIA POR ENGRANAJES PARA EL LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO”**, pretende dar a conocer las diferentes normas que se utilizan en la construcción de estos elementos, clasificación, forma y representación gráfica de estos en los diferentes tipos de planos, brindando de esta manera una herramienta que el estudiante de ingeniería mecánica utilizará tanto en su ciclo de pregrado como en su desempeño laboral.

El capítulo primero, presenta los aspectos generales que anteceden este proyecto de grado, la identificación del problema, su justificación, objetivos generales y específicos del trabajo de grado.

El segundo capítulo contiene un marco conceptual, definición y clasificación de los engranajes. Contiene además la representación gráfica de los engranajes por medio de normas técnicas, necesarias para el desarrollo de la práctica, su acotación y ejemplos de dibujos de taller de engranajes.

El capítulo tres contiene el análisis realizado a la propuesta de los compañeros Álvaro Javier Duran Martínez y Hernán Darío Mora Jaimes autores del proyecto Diseño para el laboratorio de Diseño Gráfico en la escuela de Ingeniería

Mecánica, examinando a fondo la metodología planteada por ellos indicándose los aspectos que fueron tenidos en cuenta y cuáles no.

El capítulo cuatro define la nueva metodología propuesta para el desarrollo de las prácticas de laboratorio y los recursos que son fundamentales en el desarrollo de la misma.

El capítulo cinco define los complementos del material académico suministrado o herramientas digitales adicionales elaboradas durante el proyecto.

El capítulo seis describe los resultados y observaciones obtenidos durante la prueba piloto de práctica, con el propósito de comprobar objetivos del proyecto, así mismo correcciones que complementaran el resultado final.

Como anexos se incluyen los productos elaborados durante el proyecto los cuales son: cinco manuales conceptuales en donde se desarrolla la fundamentación teórica y tecnológica indispensable para la comprensión del tema de los engranajes. Dos manuales de montaje y desmontaje, el cual describe el correcto despiece y montaje del diferencial y el mecano, con sus recomendaciones necesarias para que en el proceso de desarrollo de la práctica sea un éxito para el estudiante. Finalmente tres plantillas de práctica en donde se presentan los ejercicios que el estudiante deberá desarrollar en el laboratorio, para la comprensión de los engranajes. El contenido del material se podrá encontrar en la página web.

# 1. PRELIMINARES

## 1.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El campo del diseño representa una de las áreas de mayor aplicación si es que no es la más significativa de la ingeniería mecánica y por lo tanto constituye una verdadera opción de interés para el desempeño del futuro profesional, este juega un importante rol en el perfil del ingeniero como un método gráfico de comunicación y expresión apoyados en los procesos de pensamiento de la actividad de diseño.

La escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander (UIS), tiene como propósito formar profesionales estudiantes con altos valores de honestidad, responsabilidad y compromiso social que tengan capacidad de análisis y de síntesis, sentido de lo práctico y lo económico para que en el momento adecuado sean capaces de tomar decisiones acertadas, asumiendo aptitudes de liderazgo, gestión y dirección en el campo profesional, llámese empresa o servicio a la sociedad.

Conscientes de esto se ha venido realizando una propuesta didáctica desde hace algunos años por parte de estudiantes de proyecto de grado y profesores en el área, en la cual se busca realizar que el estudiante tenga un contacto físico con los engranajes para reconocer características geométricas y parámetros dimensionales de estos a través del diseño e implementación de una práctica en la cual se le faciliten los medios para realizar dicho reconocimiento, dando así continuidad al laboratorio de Diseño Gráfico. Dicha continuidad permite además conocer elementos, procesos de fabricación, representación gráfica estandarizada, conformación, funcionamiento de manera individual o en un conjunto donde se encuentre involucrado los engranajes.

Para algunos estudiantes (sobre todo aquellos provenientes de colegios no técnicos) la carencia de estar en contacto con las máquinas, sumado al desconocimiento que se tengan de estas, genera dificultades en cuanto al aprendizaje, sobre todo en materias de niveles superiores en el pensum de la

carrera, incluyendo a esto las desmotivaciones en cuanto a la investigación se refiere por el miedo a entrar en un campo y terreno desconocido

Como se puede ver es urgente suplir esta necesidad que no solo ayude a facilitar el aprendizaje en los estudiantes y fortalecer la calidad técnica de la escuela de ingeniería mecánica sino que además se deja abierta la posibilidad para que futuros estudiantes en niveles de proyecto de grado contribuyan al diseño y construcción de laboratorios de este tipo, enfocados a otras áreas del conocimiento, convirtiéndose esta propuesta en alternativa pedagógica y constructivamente viable.

Es vital observar, que en el proyecto de grado realizado por los ingenieros ALVARO JAVIER DURAN MARTINEZ y HERNAN DARIO MORA JAIMES se realizó el diseño para el montaje y desarrollo de este laboratorio, este trabajo constituye una razón de peso para dar continuidad a la idea expuesta por los compañeros citados con anterioridad, por cual se centrara en la construcción de una experiencia en el área de engranajes, constatando parte del diseño propuesto por los estudiantes y que son de gran importancia, mostrando algunas aplicaciones de los engranajes propiamente dicho en esta área.

## **1.2 JUSTIFICACION PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA**

Contribuyendo con la misión de la universidad industrial de Santander, de formar profesionales con perfil científico, analítico y técnico, se realiza este trabajo de diseñar y construir experiencias de laboratorio por medio de un banco didáctico ubicado en la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander y de esta forma proponer una alternativa que complemente los conocimientos adquiridos específicamente para el área de diseño grafico enfocada en la temática de engranajes, permitiendo fortalecer las capacidades de identificar y comprender las características geométricas y dimensionales que la conforman, su funcionamiento e importancia, así como la adaptación de conceptos y la preparación cuando dado el caso, estén involucrados los engranajes en algunos conjuntos mecánicos que permitan ser de utilidad para los estudiantes en el aula de clases. Este banco didáctico que se pretende realizar en este trabajo de grado, permite mostrar una metodología sencilla y fácil de apreciar donde los estudiantes conozcan, identifiquen y

permitan representarlos engranajes desde una perspectiva enfocada para el diseño gráfico.

Con la realización de este trabajo de grado se busca mejorar el proceso de aprendizaje implementado por la escuela de Ingeniería Mecánica, aportando a los estudiantes herramientas que permitan una mayor adquisición de conocimientos teórico – prácticos generales e indispensables en el campo del diseño mecánico con un desarrollo tecnológico cada vez más avanzado, amplio y en aumento futurista.

### **1.3 OBJETIVOS**

**1.3.1 Objetivo General.** Contribuir al desarrollo del proceso de aprendizaje y la calidad técnica de los estudiantes, con la realización de recursos pedagógicos afines al área del diseño mecánico, mediante la participación en el desarrollo del laboratorio de diseño gráfico, en la escuela de ingeniería mecánica.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

**1.3.2.1** Elaborar y desarrollar una herramienta de aprendizaje, él cual estará constituido por material académico y físico, mediante el cual los estudiantes identifiquen, comprendan y reconozcan las principales características geométricas y parámetros dimensionales de los engranajes, teniendo en cuenta:

- El manejo de herramientas básicas las cuales permitan la representación técnica y grafica de engranajes, características principales, datos de corte, detalles o parametros fundamentales asignados según norma.
- Diseñar un mecano que nos permita reconocer los engranajes como componente de un sistema mecánico según su aplicabilidad.

**1.3.2.2** Desarrollar un material académico el cual será fundamental y necesario como una guía referente de la práctica, la cual consta de lo siguiente:

- Referencia Conceptual: Aquí el estudiante encontrara el material bibliográfico y didáctico necesario para su completa aprehensión de los conceptos básicos de los engranajes como lo son los principios geométricos, cinemáticos y constructivos. Estará conformado por una documentación o información de apoyo previa a la experiencia de engranajes basada en las normas nacionales e internacionales (NTC 1033, 1140,1832; ANSI, ISO y DIN) permitiendo así que el estudiante aborde la práctica de una manera eficaz, además contara con la ayuda de un video tutorial elaborado como complemento.
  
- Referencia Procedimental: Aquí el estudiante encontrara el procedimiento y los pasos que deberá seguir para desarrollar correctamente la experiencia, la cual consta de un manual de práctica para cada una de las experiencias, las cuales servirán como fuentes y complementos del estudiante durante el desarrollo de la misma, así como también la información necesaria para el correcto manejo de los instrumentos de medición y verificación de engranes, desarmado y ensamble del mecano. Posteriormente el estudiante realizara una actividad extra como proyecto con el propósito de realizar modelamiento de engranajes con ayuda del programa CAD **SOLIDWORKS**

**1.3.2.3** Desarrollar el formato de la práctica, constituido por objetivos, introducción de la práctica, breve resumen, cuestionario de conceptos, descripción de la práctica, consignación de datos y representaciones de engranajes las cuales describan el adecuado plasmado de un dibujo de engranajes cuya información estará basada en las normas nacionales e internacionales como una guía teórica para la realización de la práctica.

**1.3.2.4** Construir un banco donde se desarrolle la práctica y adquirir los elementos a utilizar en esta la cual consta de los siguientes:

**Tabla 1. Componentes de la práctica**

<b>COMPONENTES PRACTICA: TRANSMISION DE POTENCIA POR ENGRANAJES</b>	
<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Tornillo sin fin</b>	<b>1</b>
<b>Transmisión cónica</b>	<b>1</b>
<b>Transmisión engranajes rectos</b>	<b>1</b>
<b>Tren planetario</b>	<b>1</b>
<b>Calibrador Pie de Rey</b>	<b>2</b>
<b>Micrómetro de platillos</b>	<b>1</b>
<b>Estructura del mecano</b>	<b>1</b>

**1.3.2.5** Realizar planos bajo las respectivas normas **ICONTEC** de dibujos de fabricación que faciliten la comunicación en el diseño mecánico.

**1.3.2.6** Realizar una prueba piloto a estudiantes actuales de la asignatura con el propósito de verificar los procesos que se desarrollaran en la practica

**1.3.2.7** Desarrollar un formato virtual que incluya la información conceptual y procedimental del tema de engranajes, que facilite la disponibilidad a los estudiantes de la asignatura, así como también la capacidad de enlazarlo con la plataforma moodle de la misma.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

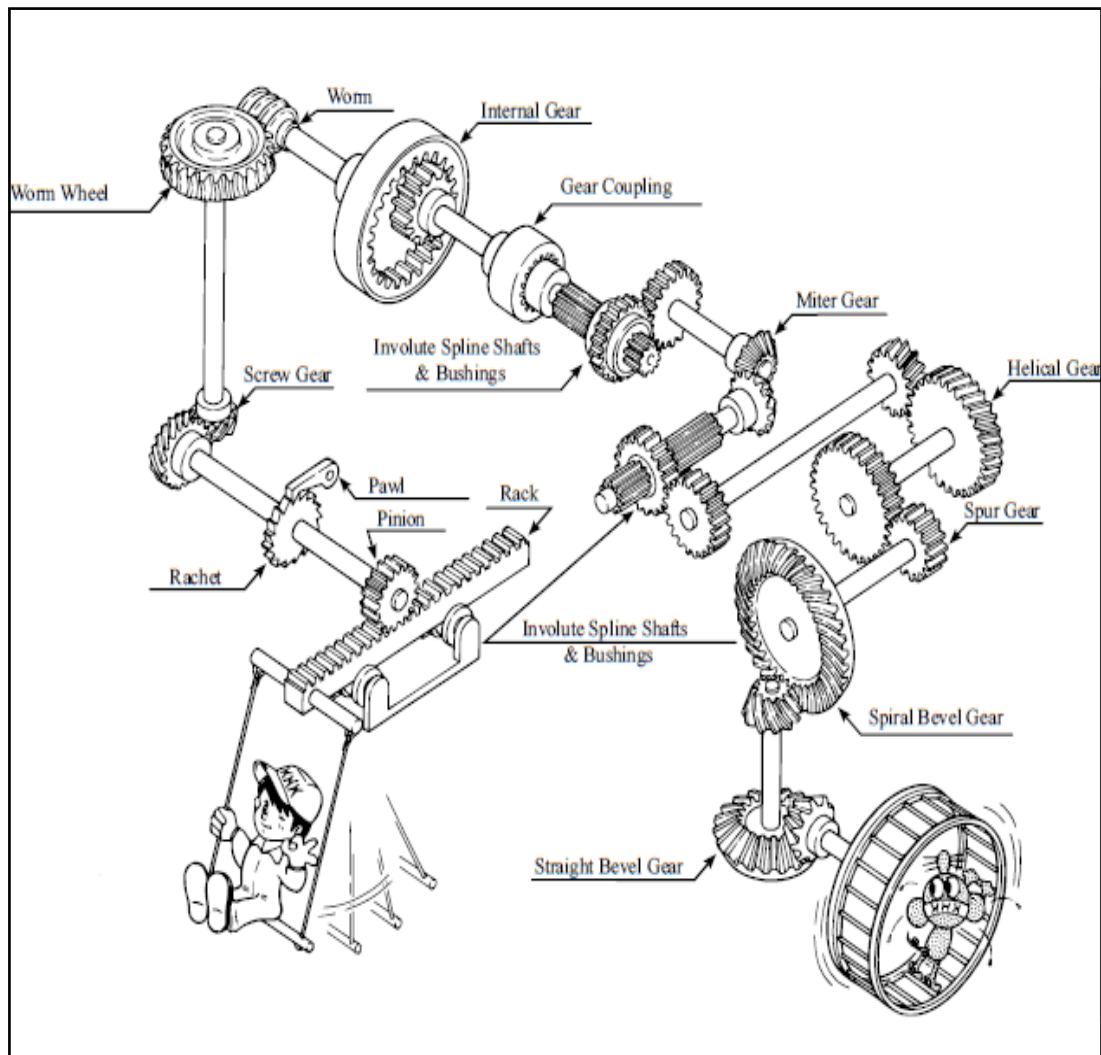
### 2.1 INTRODUCCIÓN

Como primera parte del proceso de aprendizaje en el tema de transmisión de potencia por elementos rígidos, específicamente en el tema de engranajes, se presenta a continuación un marco conceptual, el cual nos presenta su clasificación, definición, importancia, representación grafica y parámetros dimensionales del dibujo de estos. De igual manera se presenta la normatividad existente la cual debe ser tomada en cuenta al momento de plasmarla en los planos de dibujo existentes.

Un engranaje es un mecanismo formado por dos o mas ruedas dentadas que engranan entre si, formando conjuntos mecanicos. Su superficie exterior es cilindrica o cónica; se utilizan para transmitir directamente el movimiento circular de los arboles(ejes) sobre los que estan montados. La transmision de movimiento se verifica sin deslizamiento de las partes moviles, diferenciandolas de las de transmisión por poleas ya que no patinan, con lo que se obtiene exactitud en la relación de transmisión.

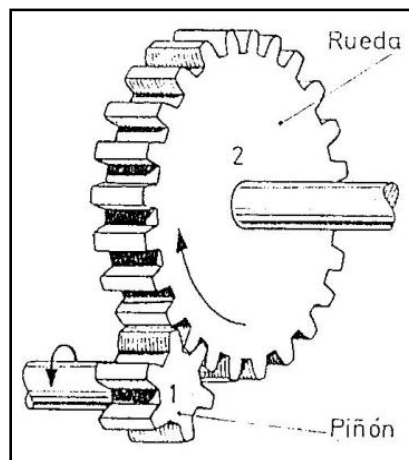
Sus usos y aplicaciones son muy variadas, van desde la industria automotriz hasta aplicaciones en la computacion. Según su aplicación y diseño estos pueden usarse para aumentar o reducir velocidad, transmitir potencia, variar torque, cambiar sentido de rotacion de ejes entre otros (ver figura 1). Un conjunto de dos o más engranajes que transmite el movimiento de un eje a otro se denomina **tren de engranajes**. Los engranajes se utilizan sobre todo para transmitir movimiento giratorio, pero usando engranajes apropiados y piezas dentadas planas pueden transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa. Según el tamaño de los engranajes que se acoplen suele denominarse engranaje al de mayor diametro y piñón al de menor diametro, como se observa en la figura 2.

**Figura 1 Formas de aplicación de los engranajes**



**Fuente:** Introduction to gears, Kohara gear industry co., ltda.

**Figura 2 Rueda y piñón de un engranaje**



**Fuente:** [http://www.usmp.edu.pe/ffia/industrial/separata/DisenoIndustrial/Dis\\_Industr/Contenidos/PDFs/engranajes.pdf](http://www.usmp.edu.pe/ffia/industrial/separata/DisenoIndustrial/Dis_Industr/Contenidos/PDFs/engranajes.pdf)

Los engranajes son los mas durables y resistentes de todos los transmisores mecanicos, por esta razón, se utilizan engranes en lugar de bandas o cadenas en transmisiones automotrices y en la mayoría de transmisiones de maquinas para trabajo pesado.

El diseño de engranajes es muy tedioso, dado que tiene que ver con problemas tales como resistencia, desgaste y selección del material. Normalmente un dibujante selecciona un engrane en un catálogo. La mayoría de los engranes son de hierro fundido o acero, pero se utilizan de latón, bronce o plástico cuando factores tales como desgaste o ruido deben ser considerados.

**Figura 3 Engranajes de una caja diferencial**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

## **2.2 DEFINICIONES GEOMÉTRICAS GENERALES**

A continuación se hace una descripción de los parámetros más importantes referentes al dentado de una rueda dentada perteneciente a un engranaje, independientemente del tipo de rueda utilizada. En sucesivos apartados se estudiarán las particularidades de cada tipo de rueda.

**Rueda conjugada:** cualquiera de las dos ruedas dentadas de un engranaje respecto a la otra.

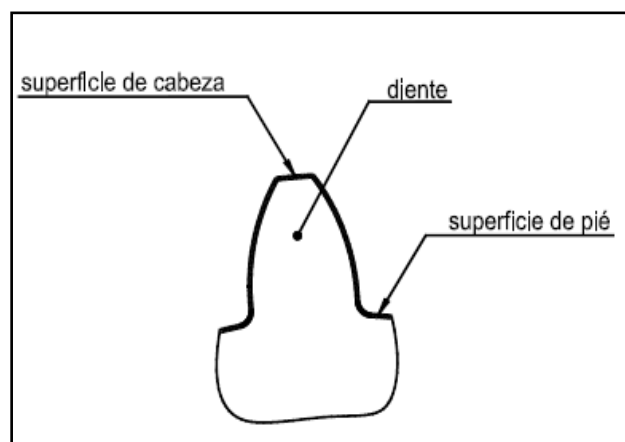
**Diente:** en una rueda dentada, cada uno de los elementos salientes destinados a asegurar, por contacto con los dientes de la rueda conjugada, el arrastre de la rueda por su conjugada.

**Hueco entre dientes:** espacio que separa dos dientes contiguos de una rueda dentada.

**Superficie de cabeza:** superficie coaxial a la rueda dentada que limita las puntas de los dientes.

**Superficie de pié:** superficie coaxial a la rueda dentada que limita el fondo de los huecos entre dientes.

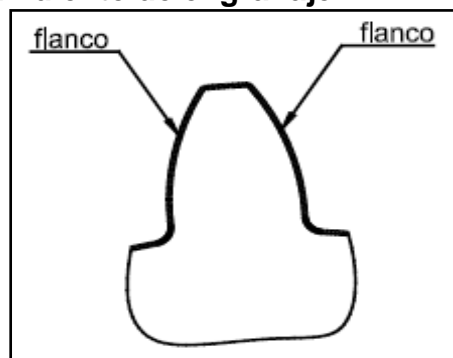
**Figura 4 Parámetros de un diente de engranaje**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Flanco del diente:** porción de la superficie lateral de un diente comprendida entre las superficies de cabeza y de pié. Para establecer la forma del perfil de los flancos de los dientes hay que tener en cuenta los siguientes aspectos: sencillez de su tallado, disminución del rozamiento, resistencia de los dientes, asegurar un funcionamiento silencioso y exento de vibraciones.

**Figura 5 Flancos de un diente de engranaje**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

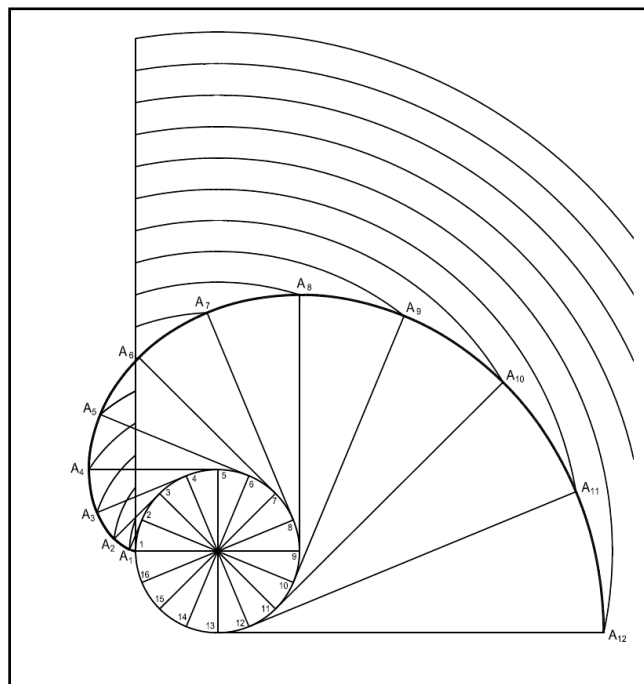
Hay una gran diversidad de formas de dientes, aunque solamente se emplean curvas cíclicas fáciles de realizar, utilizándose el perfil cicloidal y el de evolvente.

El dentado con perfil cicloidal está compuesto por dos curvas, epicicloide en la parte superior del diente e hipocicloide en la parte inferior. Este dentado tiene la ventaja de una perfecta correspondencia en la forma de los dientes, con pequeña presión y, por consiguiente, mínimo desgaste, pero con el inconveniente de precisar un trazado para cada juego de ruedas o engranaje, con la consiguiente dificultad de mecanizado.

El dentado con perfil de evolvente está compuesto por una sola curva. Tiene la ventaja de que todas las ruedas que tienen el mismo paso, ángulo de presión, ajuste de cabeza y de pie de diente, pueden trabajar juntas e intercambiarse, modificando únicamente la distancia entre centros; a su vez, el mecanizado de este tipo de dientes se efectúa mediante herramientas sencillas. Lo anterior justifica la utilización casi exclusiva del dentado con perfil de evolvente.

**Evolvente de la circunferencia:** curva descrita por un punto de una recta que rueda sin deslizar sobre una circunferencia fija (circunferencia base).

**Figura 6 Evolvente de la circunferencia**

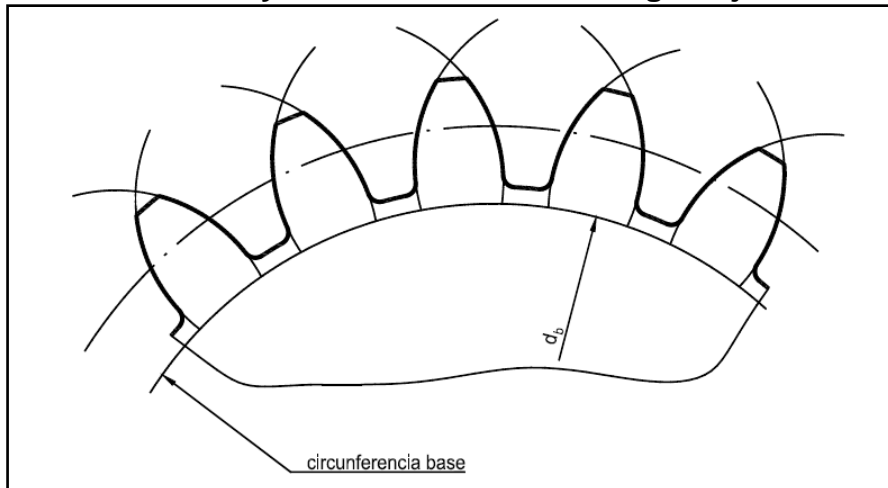


**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Circunferencia base:** es el lugar geométrico de todos los puntos de origen de las evolventes que forman los flancos de los dientes de una rueda dentada.

**Diámetro base ( $d_b$ ):** diámetro de la circunferencia base.

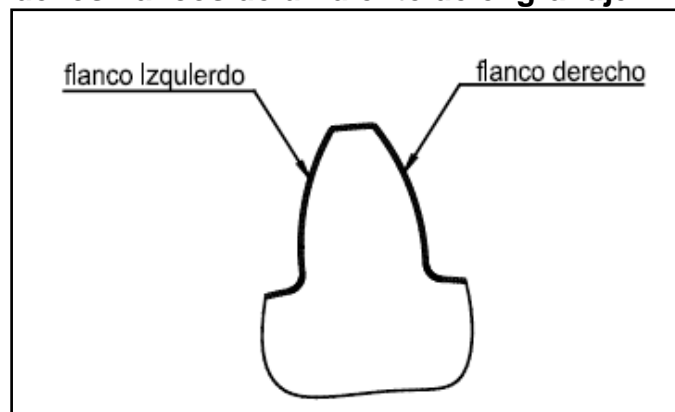
**Figura 7** Circunferencia y diámetro base de un engranaje



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Flanco derecho/izquierdo:** para un observador que mira desde el lado de la rueda dentada convencionalmente elegido como lado de referencia, de los dos flancos, el que está a la derecha/izquierda del diente visto con la cabeza hacia arriba.

**Figura 8** Perfil de los flancos de un diente de engranaje



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Flancos homólogos:** en una rueda dentada, todos los flancos derechos o todos los izquierdos.

**Flanco conjugado:** en un engranaje, uno de los flancos en contacto, considerado con relación al otro.

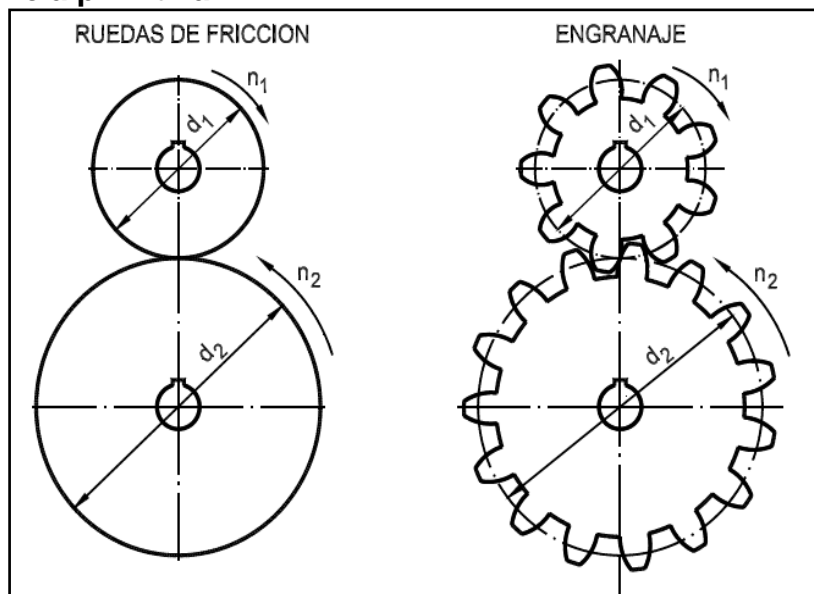
**Flanco activo:** porción del flanco de trabajo sobre el que se efectúa el contacto con los flancos de la rueda conjugada.

**Circunferencia primitiva:** superficie convencional que se toma como referencia para definir las dimensiones del dentado de una rueda dentada, y la posición relativa entre las dos ruedas que constituyen el engranaje.

Desde el punto de vista cinemático representa la sección circular de la rueda de fricción equivalente. Es decir, si en lugar de utilizar un engranaje, utilizamos dos ruedas de fricción, en ambos casos, para una velocidad  $n_1$  de la rueda conductora, obtenemos una velocidad  $n_2$  en la rueda conducida.

**Diámetro primitivo ( $d$ ):** diámetro de la circunferencia primitiva.

**Figura 9 Relación entre ruedas de fricción y engranajes por medio de la circunferencia primitiva**

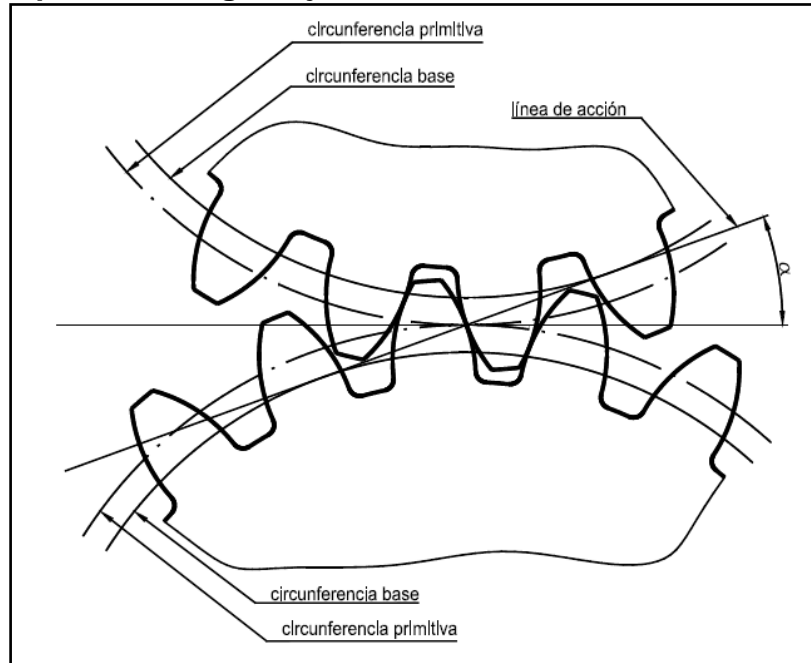


**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Línea de acción:** es la tangente común a las dos circunferencias base del engranaje, y a su vez, representa el lugar geométrico de los sucesivos puntos de contacto de los flancos conjugados.

**Ángulo de presión ( $\alpha$ ):** es el ángulo formado por la línea de acción y la tangente común a las circunferencias primitivas del engranaje; su valor es de  $20^\circ$ .

**Figura 10 Esquema de engranaje**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

### **2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS ENGRANAJES**

La principal clasificación de los engranajes se efectúa según la disposición de sus ejes de rotación y según los tipos de dentado. Según estos criterios existen los siguientes tipos de engranajes:

#### **Ejes paralelos:**

- Cilíndricos de dientes rectos
- Cilíndricos de dientes helicoidales
- Doble helicoidales

#### **Ejes perpendiculares**

- Helicoidales cruzados
- Cónicos de dientes rectos
- Cónicos de dientes helicoidales
- Cónicos hipoides
- De rueda y tornillo sinfín

**Por aplicaciones especiales se pueden citar:**

- Planetarios
- Interiores
- De cremallera

**Por la forma de transmitir el movimiento se pueden citar:**

- Transmisión simple
- Transmisión con engranaje loco
- Transmisión compuesta. Tren de engranajes

**Transmisión mediante cadena o polea dentada**

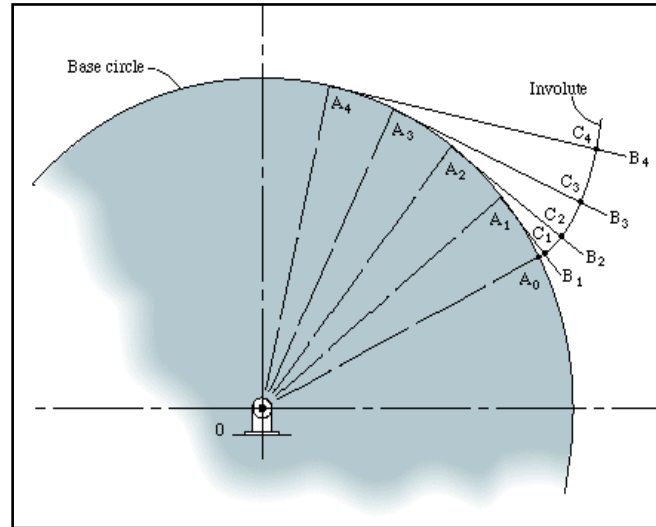
- Mecanismo piñón cadena
- Polea dentada

**2.3.1 Ejes Paralelos**

**2.3.1.1 Engranajes Cilíndricos de Dientes Rectos**

Los engranajes cilíndricos rectos son el tipo de engranaje más simple y corriente que existe. Se utilizan generalmente para velocidades pequeñas y medias; a grandes velocidades, si no son rectificadas, o ha sido corregido su tallado, producen ruido cuyo nivel depende de la velocidad de giro que tengan. Son utilizados entonces para transmitir movimiento y potencia angular constante. La forma específica del engranaje que produce mejor esta velocidad angular constante es la **involuta**. La involuta se describe como la curva trazada por un punto sobre una cuerda tensa que se desarrolla de un círculo. Este se llama círculo base, todo engrane de dientes en involuta tiene solo un círculo base del cual se generan todas las superficies de involuta de sus dientes. Este círculo base no es una parte física del engrane y no puede ser medido directamente. El contacto entre involutas conjugadas ocurre a lo largo de una línea que siempre es tangente a, y que cruza, los dos círculos base. Esta se conoce como la **línea de acción**.

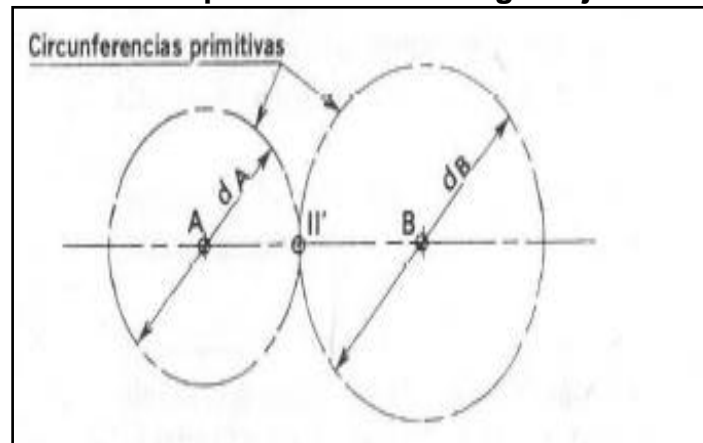
**Figura 11 Construcción de la curva involuta.**



**Fuente:** Hamrock Bernard J., Jacobson Bo, Schmidt Steven R. Elementos de Máquinas

### Generalidades

**Figura 12 Circunferencias primitivas de un engranaje de dientes rectos**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Diente de un engranaje:** Son los que realizan el esfuerzo de empuje y transmiten la potencia desde los ejes motrices a los ejes conducidos. El perfil del diente, o sea la forma de sus flancos, está constituido por dos curvas evolventes de círculo, simétricas respecto al eje que pasa por el centro del mismo.

**Cilindro primitivo:** Cilindro descrito por el eje instantáneo de rotación II' del movimiento relativo de la rueda.

**Conjugada en relacion a la rueda considerada:** La seccion recta de un cilindro primitivo es la circunferencia primitiva del diametro  $d$ .

**Cilindro de Cabeza:** Cilindro pasado por el extremo superior de los dientes. Su seccion recta es la circunferencia de cabeza de diametro  $d_a$

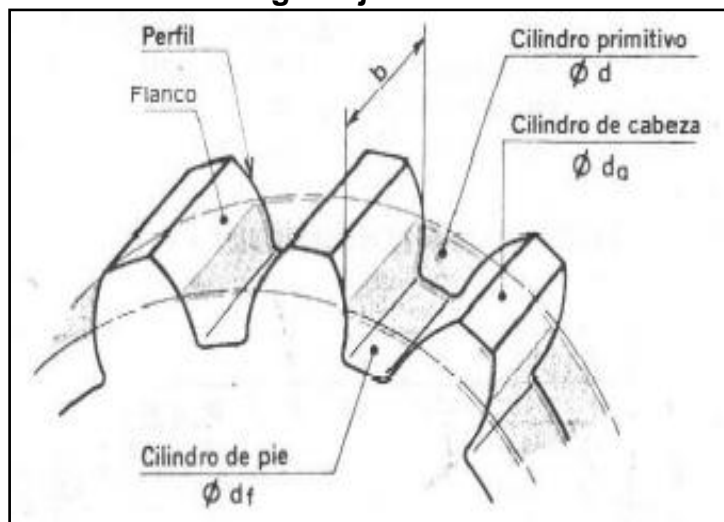
**Cilindro de pie:** cilindro que pasa por el fondo de cada entre diente. Su seccion recta es la circunferencia de pie de diametro  $d_f$

**Anchura del diente (b):** Anchura de la parte dentada de una rueda medida sobre una generatriz del cilindro primitivo.

**Flanco:** Parte de la superficie de un diente comprendida entre el cilindro de cabeza y el cilindro de pie.

**Perfil:** Seccion de un flanco por un plano normal al eje.

**Figura 13 Parámetros de un engranaje de dientes rectos**



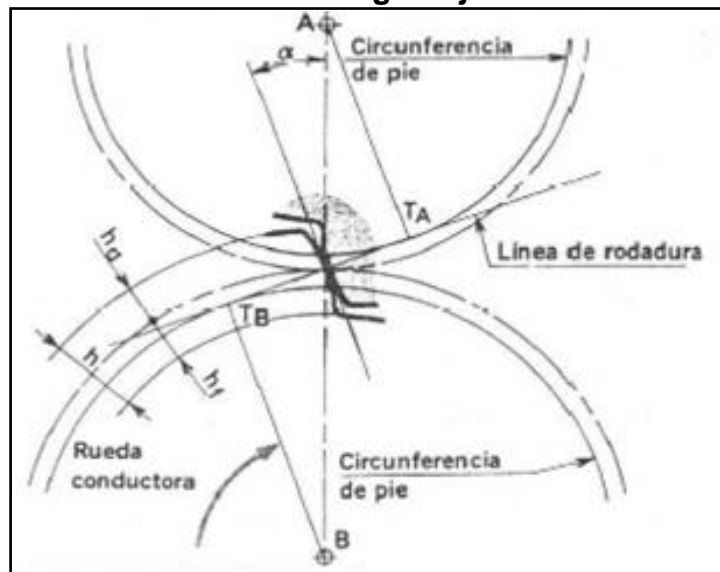
**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Angulo de presion ( $\alpha$ ):** Angulo agudo formado por el radio de la circunferencia primitiva que pasa por el punto donde el perfil corta a ñla circunferencia primitiva, y la tangente al perfil en dicho punto.

**Línea de rodadura:** Normal comun a dos perfiles conjugados en su punto de contacto. En un engranaje de envolvente, la línea de rodadura es una recta fija, tangente interiormente a las dos circunferencias de pie.

**Altura del diente(h):** Distancia radial entre la circunferencia de cabeza y la de pie. Es la suma de la altura de la cabeza ( $h_a$ ) y la del pie ( $h_f$ ), ver figura 14.

**Figura 14** Línea de rodadura de un engranaje



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

### 2.3.1.2 Engranajes Cilíndricos de Dientes Helicoidales

**Figura 15** Engranaje cilíndrico de dientes helicoidales



**Fuente:** [http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)

Se emplea para transmitir movimiento o fuerzas entre ejes paralelos, pueden ser considerados como compuesto por un número infinito de engranajes rectos de pequeño espesor escalonado, el resultado será que cada diente está inclinado a lo largo de la cara como una hélice cilíndrica.

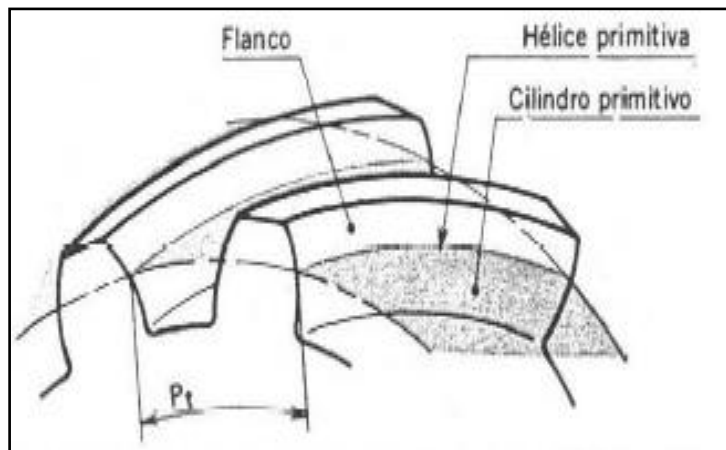
Los engranajes helicoidales acoplados deben tener el mismo ángulo de la hélice, pero el uno en sentido contrario al otro (Un piñón derecho engrana con una rueda izquierda y viceversa). Como resultado del ángulo de la hélice existe un empuje axial además de la carga, transmitiéndose ambas fuerzas a los apoyos del engrane helicoidal.

Para una operación suave un extremo del diente debe estar adelantado a una distancia mayor del paso circular, con respecto al a otro extremo. Un traslape recomendable es 2, pero 1.1 es un mínimo razonable (relación de contacto). Como resultado tenemos que los engranajes helicoidales operan mucho más suave y silenciosamente que los engranajes rectos, su duración es mayor y pueden transferir mayor velocidad, como desventaja su fabricación es de las más caras en el mercado y necesitan mayor mantenimiento.

### Generalidades

**Hélice primitiva:** Intersección de un flanco con el cilindro primitivo de un engranaje helicoidal. La hélice de paso  $P_z$  puede ser a derecha o a izquierda

**Figura 16 Flanco, Hélice primitiva y cilindro primitivo de un engranaje helicoidal**



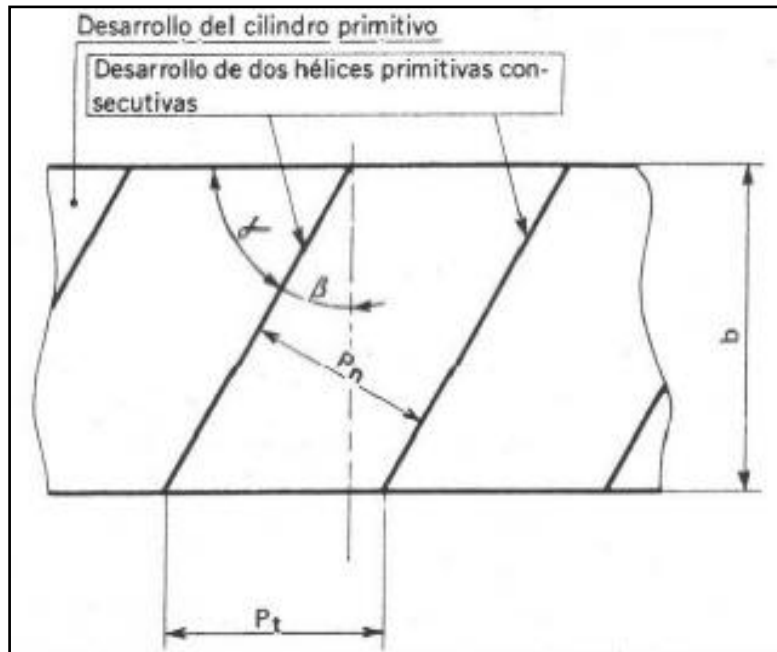
**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Ángulo de la hélice ( $\beta$ ):** Ángulo formado por la tangente a la hélice primitiva y una generatriz del cilindro primitivo. El complemento del ángulo  $\beta$  se llama ángulo de inclinación  $\gamma$ .

**Paso aparente ( $P_t$ ):** Longitud del arco primitivo comprendido entre dos perfiles homólogos consecutivos.

**Paso real ( $P_n$ ):** Longitud del arco comprendido entre dos flancos homólogos consecutivos, medido sobre una hélice del cilindro primitivo ortogonal a las hélices primitivas.

**Figura 17** Angulo de helice, paso aparente y paso real de un engranaje helicoidal



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Modulo aparente ( $m_t$ ):** Cociente del paso aparente (en mm) por  $\pi$

**Modulo real ( $m_n$ ):** Cociente del paso aparente (en mm) por  $\pi$

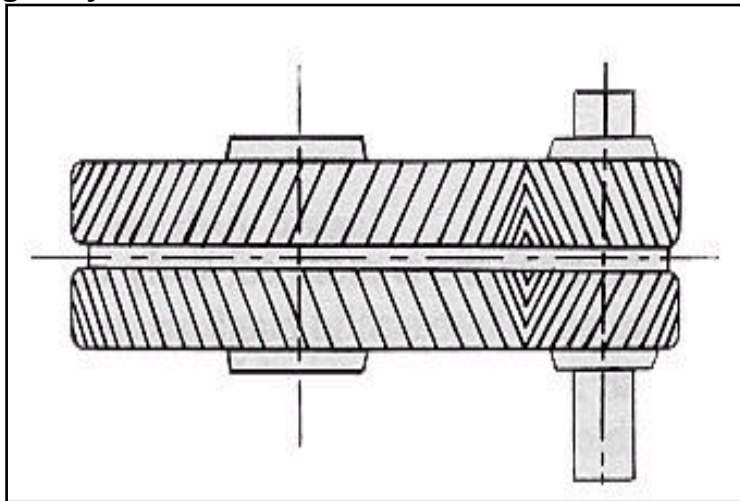
Todos los engranajes de dientes helicoidales del mismo modulo (real o aparente) y del mismo ángulo de hélice engranan entre sí, sea cual sea su diámetro y su número de dientes, pero las hélices han de ser de sentido contrario (una a la derecha y la otra a la izquierda).

Los dientes helicoidales aseguran una transmisión con un bajo rozamiento entre flancos (menos vibraciones, buen rendimiento) pero dan lugar a un empuje axial. Se puede evitar este empuje utilizando engranajes con dientes inclinados en sentidos opuestos.

### 2.3.1.3 Engranajes Helicoidales Dobles

Los engranajes "espina de pescado" son una combinación de hélice derecha e izquierda. El empuje axial que absorben los apoyos o cojinetes de los engranajes helicoidales es una desventaja de ellos y ésta se elimina por la reacción del empuje igual y opuesto de una rama simétrica de un engrane helicoidal doble.

**Figura 18 Engranaje Helicoidal doble**



**Fuente:**[http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)

Un miembro del juego de engranes "espina de pescado" debe ser apto para absorber la carga axial de tal forma que impida las carga excesivas en el diente provocadas por la disparidad de las dos mitades del engranaje.

Un engrane de doble hélice sufre únicamente la mitad del error de deslizamiento que el de una sola hélice o del engranaje recto. Toda discusión relacionada a los engranes helicoidales sencillos (de ejes paralelos) es aplicable a los engranajes de helicoidal doble, exceptuando que el ángulo de la hélice es generalmente mayor para los helicoidales dobles, puesto que no hay empuje axial.

En general es preciso dejar entre ambas hélices una ranura central necesaria para tallar los dientes, aunque hay maquinas especiales que conforman este tipo de engranajes sin necesidad de dicho canal central.

**Figura 19 Engranaje tipo “espina de pescado”**



**Fuente:** <http://www.engranajeskelly.com/productos.html>

## **2.3.2 Engranajes de ejes perpendiculares**

### **2.3.2.1 Engranajes Helicoidales de Ejes Cruzados**

**Figura 20 Engranaje Helicoidal de ejes cruzados**



**Fuente:** [http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)

Son la forma más simple de los engranajes cuyas flechas no se interceptan teniendo una acción conjugada (puede considerárseles como engranajes sinfín no envolventes), la acción consiste primordialmente en una acción de tornillo o de cuña, resultando un alto grado de deslizamiento en los flancos del diente.

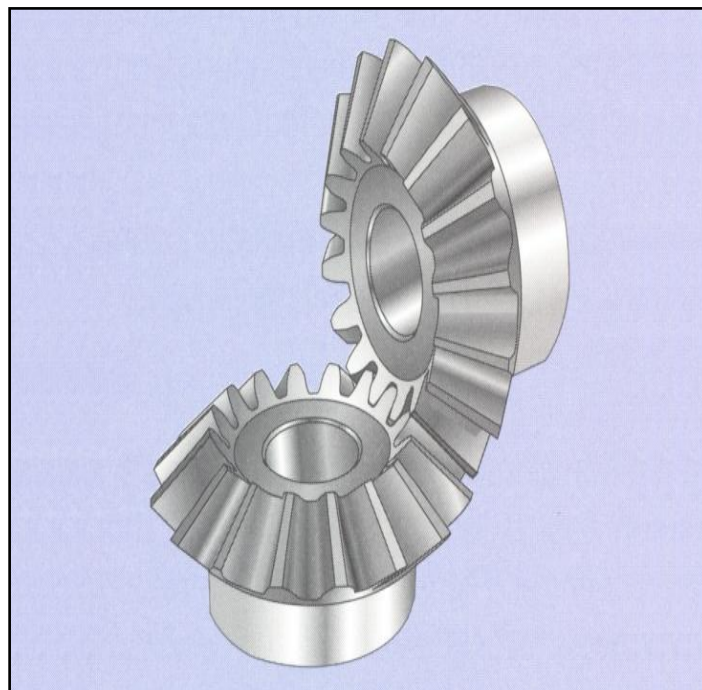
El contacto en un punto entre diente acoplado limita la capacidad de transmisión de carga para este tipo de engranes.

Leves cambios en el ángulo de las flechas y la distancia entre centro no afectan al a acción conjugada, por lo tanto el montaje se simplifica grandemente. Estos pueden ser fabricados por cualquier máquina que fabrique engranajes helicoidales.

### **2.3.2.2 Engranajes Cónicos**

Se fabrican a partir de un tronco de cono, formándose los dientes por fresado de su superficie exterior. Estos dientes pueden ser rectos, helicoidales o curvos. Esta familia de engranajes soluciona la transmisión entre ejes que se cortan y que se cruzan. Los datos de cálculos de estos engranajes están en prontuarios específicos de mecanizado.

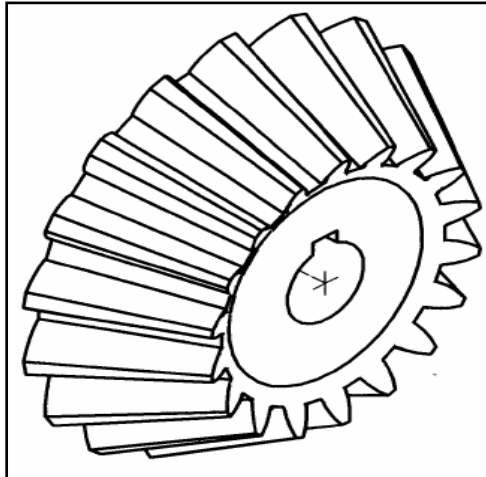
**Figura 21 Engranaje Cónico**



**Fuente:** Gunt Hamburg MT 110, Estación montaje engranaje combinado

#### **2.3.2.1.1 Engranajes Cónicos de Dientes Rectos**

**Figura 22 Engranaje conico de dientes rectos**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

Efectúan la transmisión de movimiento de ejes que se cortan en un mismo plano, generalmente en ángulo recto, por medio de superficies cónicas dentadas. Los dientes convergen en el punto de intersección de los ejes. Son utilizados para efectuar reducción de velocidad con ejes en  $90^\circ$ . Estos engranajes generan más ruido que los engranajes cónicos helicoidales. Se utilizan en transmisiones antiguas y lentas. En la actualidad se usan muy poco.

Las ruedas dentadas que efectúan la transmisión son cónicas. Para asegurar una transmisión sin deslizamiento los vértices de las ruedas de un engranaje cónico deben coincidir con el punto de intersección  $S$  de los ejes de ambas. (Ver figura 23)

### **Generalidades**

**Cono primitivo:** Cono descrito por el eje instantáneo  $SM$  del movimiento relativo de la rueda conjugada con relación a la rueda considerada (Ver figura 23).

**Cono complementario:** Cono  $S'MM'$  cuyas generatrices son perpendiculares a las del cono primitivo, por el extremo exterior del ancho del diente.

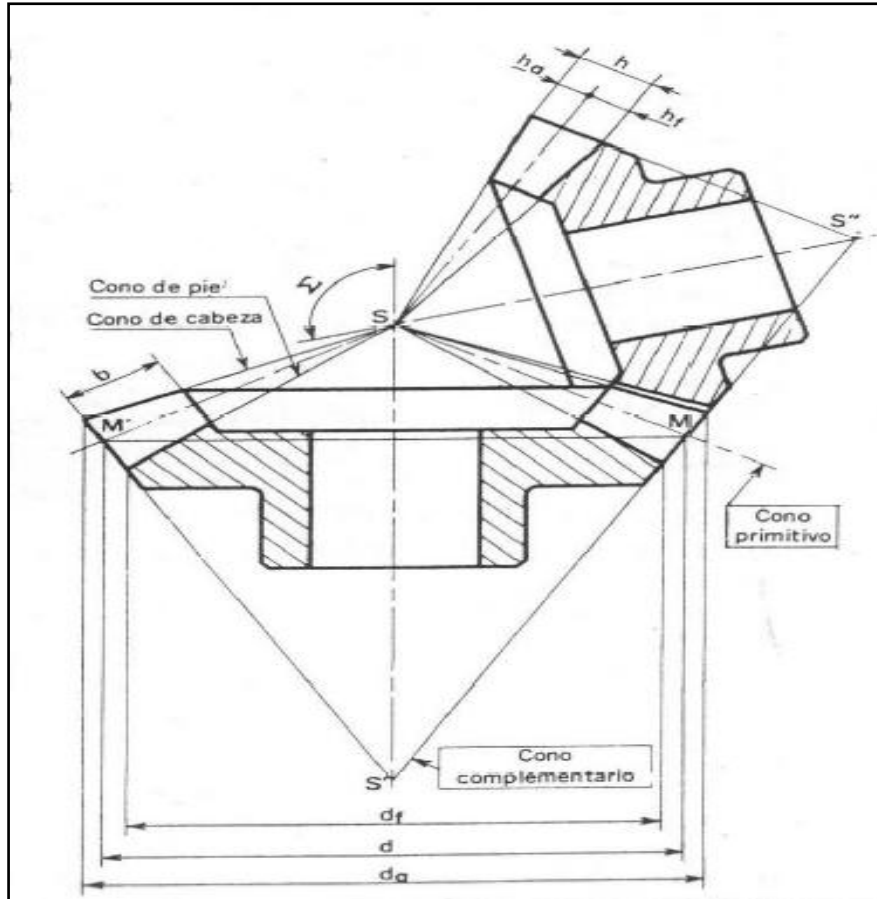
**Cono de cabeza:** Cono pasando por el extremo de los dientes

**Cono de pie:** Cono pasando por el fondo de cada entre diente.

**Diámetro de cabeza  $d_a$  y diámetro de pie  $d_t$ :** Diámetro del círculo de intersección del cono de cabeza(o de pie) con el cono complementario

**Anchura del diente (b):** Anchura de la parte dentada del engranaje medida sobre una generatriz del cono primitivo.

**Figura 23 Parámetros de un engranaje cónico de dientes rectos**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Paso (p):** Longitud del arco de circunferencia primitiva comprendida entre dos perfiles homólogos consecutivos.

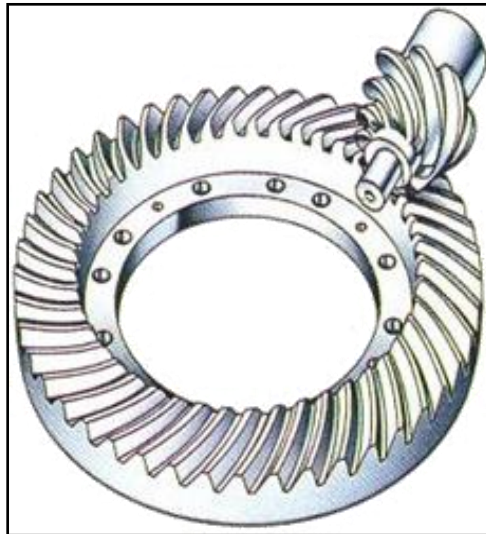
**Modulo (m):** Resultado de dividir el paso por  $\pi$

**Altura del diente (h):** Distancia entre la circunferencia de cabeza y la de pie, medida sobre una generatriz del cono complementario. Es la suma de la altura de la cabeza ( $h_a$ ) y la del pie ( $h_f$ )

Dos ruedas dentadas cónicas no engranan correctamente más que si los conos primitivos tienen a la vez una generatriz común y los vértices confundidos.

### 2.3.2.1.2 Engranajes Cónicos de Dientes Helicoidales

Figura 24 Engranaje cónico de dientes helicoidales

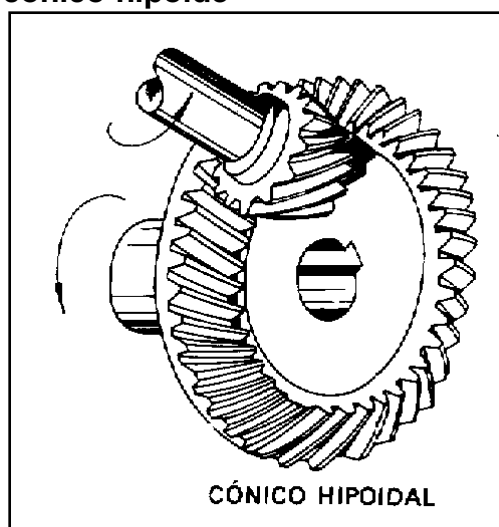


Fuente: <http://tecnologialeiva.blogspot.com/2012/03>

Se utilizan para reducir la velocidad en un eje de  $90^\circ$ . La diferencia con el cónico recto es que posee una mayor superficie de contacto. Es de un funcionamiento relativamente silencioso. Además pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten. Los datos constructivos de estos engranajes se encuentran en prontuarios técnicos de mecanizado. Se mecanizan en fresadoras especiales.

### 2.3.2.1.3 Engranajes Cónicos hipoide

Figura 25 Engranaje cónico hipoide



Fuente: [http://html.rincondelvago.com/engranajes\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/engranajes_1.html)

Un engranaje hipoide es un grupo de engranajes cónicos helicoidales formados por un piñón reductor de pocos dientes y una rueda de muchos dientes, que se instala principalmente en los vehículos industriales que tienen la tracción en los ejes traseros.

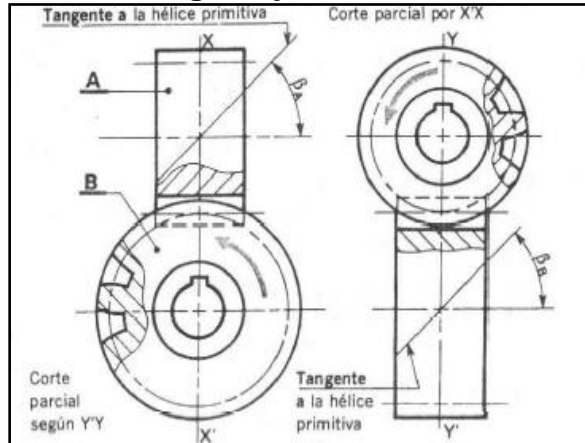
Son engranajes parecidos a los cónicos helicoidales, se diferencian en que el piñón de ataque está descentrado con respecto al eje de la corona. Esto permite que los engranajes sean más resistentes. Este efecto ayuda a reducir el ruido del funcionamiento. Se utilizan en máquinas industriales y embarcaciones, donde es necesario que los ejes no estén al mismo nivel por cuestiones de espacio.

Este tipo de engranaje necesita un tipo de aceite de extrema presión para su lubricación. Tiene la ventaja de ser muy adecuado para las carrocerías de tipo bajo, ganando así mucha estabilidad el vehículo. Por otra parte la disposición helicoidal del dentado permite un mayor contacto de los dientes del piñón con los de la corona, obteniéndose mayor robustez en la transmisión. Su mecanizado es muy complicado y se utilizan para ello máquinas talladoras especiales (Gleason).

### **2.3.3 Engranajes Helicoidales Que Se Cruzan**

Como característica principal estos engranajes no son coplanarios y forman un ángulo  $\Sigma$  cualquiera, están formados por dos ruedas con dentado helicoidal, pero contrariamente a los engranajes helicoidales de ejes paralelos el sentido de las hélices primitivas es el mismo para ambas ruedas. En el caso de ejes ortogonales ( $\Sigma = 90$ ) se toma con frecuencia:  $\beta_A = \beta_g = 45^\circ$ , Ver figura 26.

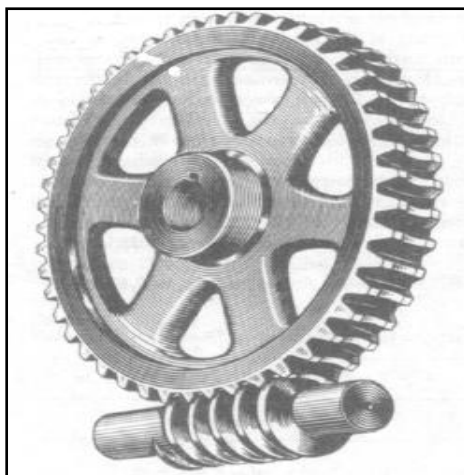
**Figura 26 Vista en corte de engranajes helicoidales cruzados**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

### 2.3.3.1 Tornillo Sinfín y Corona

**Figura 27 Tornillo sin fin corona**



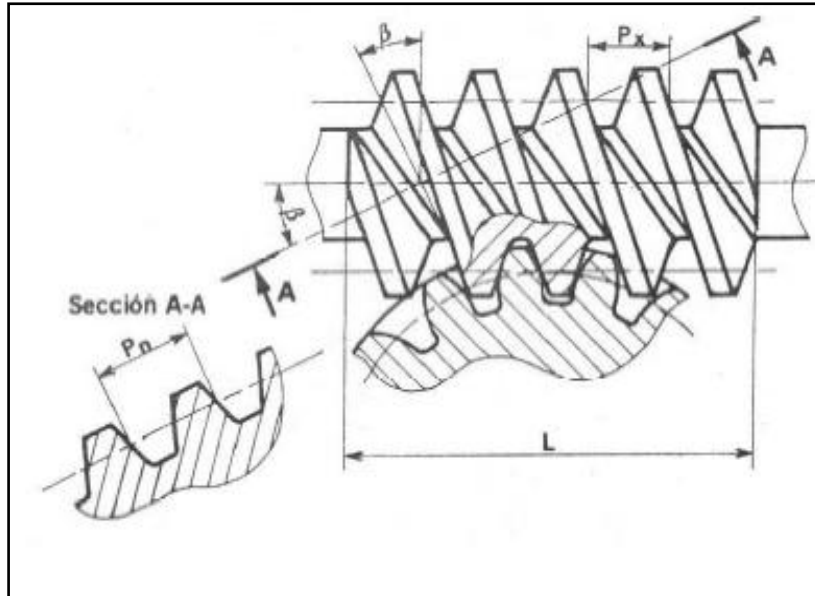
**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

Es un mecanismo diseñado para transmitir grandes esfuerzos, y como reductores de velocidad aumentando la potencia de transmisión.

Generalmente trabajan en ejes que se cortan a  $90^\circ$ . Tiene la desventaja de no ser reversible el sentido de giro, sobre todo en grandes relaciones de transmisión y de consumir en rozamiento una parte importante de la potencia. En las construcciones de mayor calidad la corona está fabricada de bronce y el tornillo sin fin, de acero templado con el fin de reducir el rozamiento. Este mecanismo si transmite grandes esfuerzos es necesario que esté muy bien lubricado para matizar los desgastes por fricción. La transmisión se efectúa

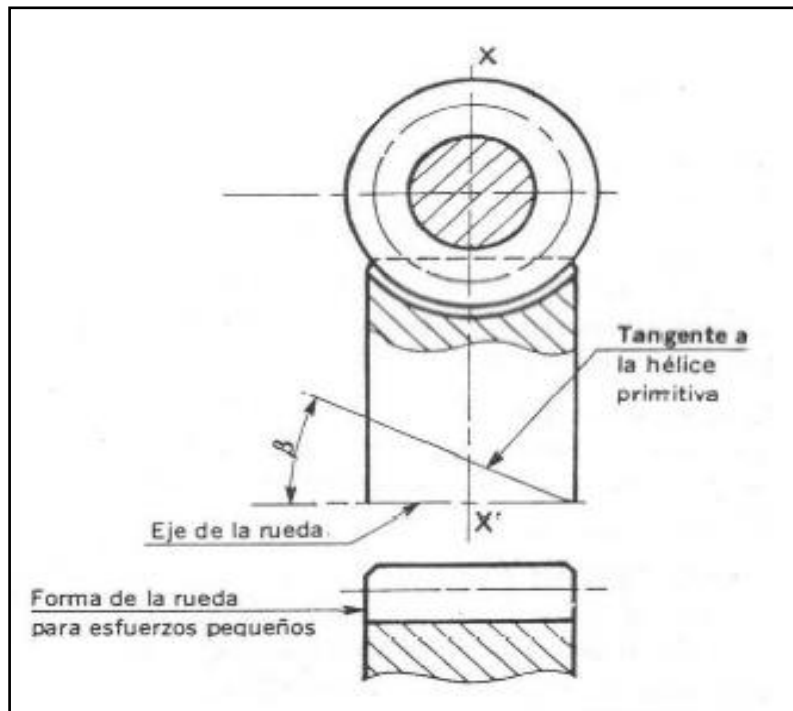
mediante un tornillo de una o varias entradas que engrana con una rueda. Para aumentar el rendimiento se eligen materiales con bajo coeficiente de rodamiento. El sentido de la hélice es el mismo para el tornillo que para la rueda.

**Figura 28 Características del tornillo**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Figura 29 Características de la rueda**

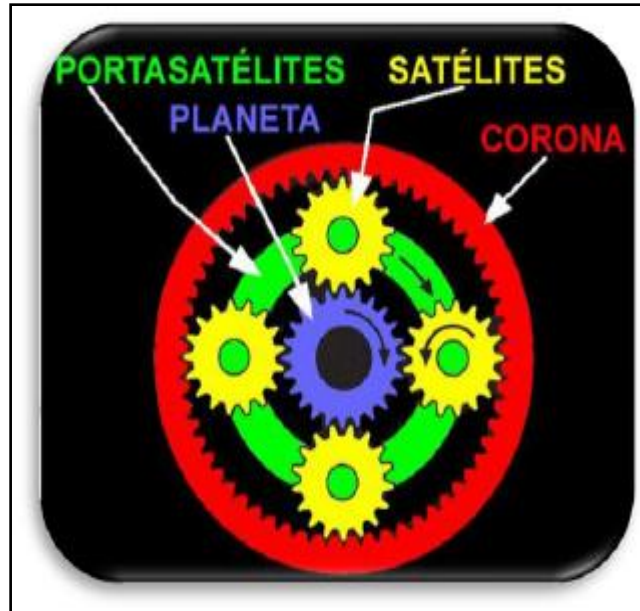


**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

## 2.3.4 Por Aplicaciones Especiales

### 2.3.4.1 Planetarios

Figura 30 Engranajes planetarios



**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.com/transmisiones-4x4.htm>

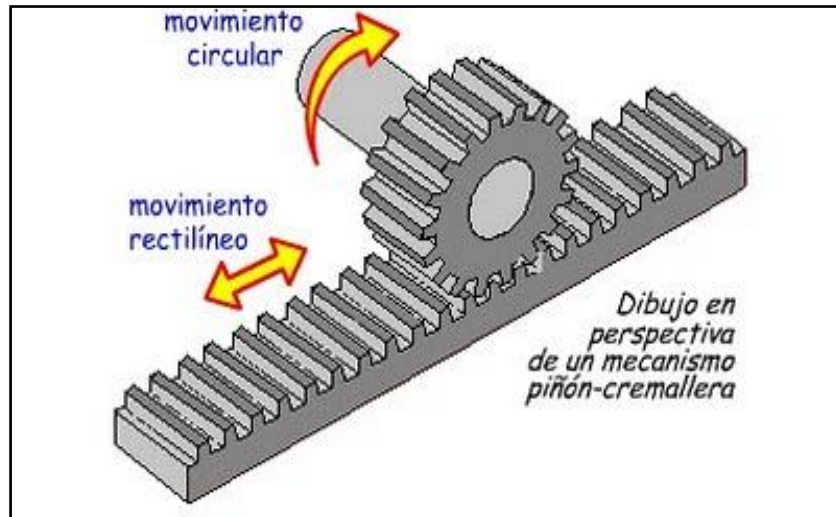
Los engranajes interiores o anulares son variaciones del engranaje recto en los que los dientes están tallados en la parte interior de un anillo o de una rueda con reborde, en vez de en el exterior. Los engranajes interiores suelen ser impulsados por un piñón, un engranaje pequeño con pocos dientes. Debido a que tienen más dientes en contacto, son capaces de transmitir y soportar mayor torque. Este tipo de engrane mantiene el sentido de la velocidad angular. El tallado de estos engranajes se realiza mediante talladoras mortajadoras de generación.

### 2.3.4.2 De Cremallera

Cuando una de las ruedas dentadas tiene un radio primitivo se considera como un engranaje de diámetro infinito, convirtiéndose así en una cremallera. Se compone de una barra tallada con dientes, y de un engranaje de diente recto pero de menor diámetro, que sirve para transformar un movimiento de rotación del piñón en un movimiento lineal de la cremallera.

Su aplicación más directa es en el campo automovilístico, pero la más conocida es la que equipan los tornos para el desplazamiento del carro longitudinal.

**Figura 31 Engranaje de cremallera**



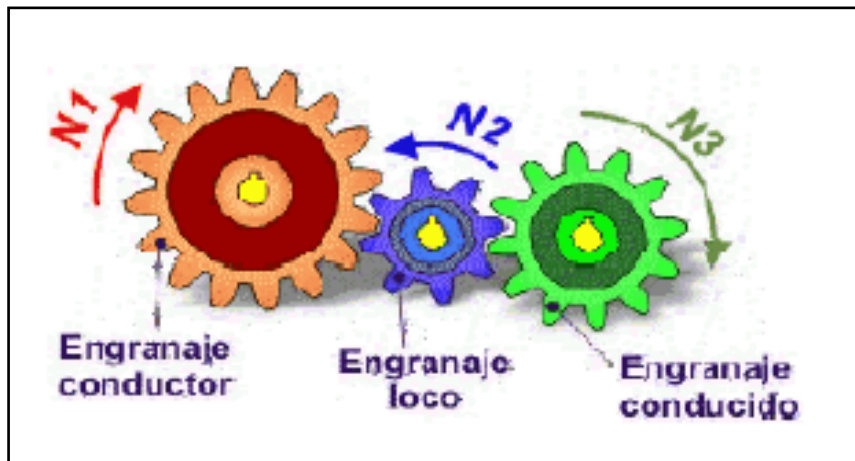
**Fuente:** <http://electricidad-tekno.blogspot.com/2010/03/mecanismo-pinon-y-cremallera.html>

### 2.3.5 Por la Forma de Transmitir su Movimiento

#### 2.3.5.1 Engranaje Loco o Intermedio

En un engrane simple de un par de ruedas dentadas, el eje impulsor que se llama eje motor tiene un sentido de giro contrario al que tiene el eje conducido. Esto muchas veces en las máquinas no es conveniente que sea así, porque es necesario que los dos ejes giren en el mismo sentido. Para conseguir este objetivo se intercalan entre los dos engranajes un tercer engranaje que gira libre en un eje, y que lo único que hace es invertir el sentido de giro del eje conducido, porque la relación de transmisión no se altera en absoluto. Esta rueda intermedia hace las veces de motora y conducida y por lo tanto no altera la relación de transmisión. Un ejemplo de rueda o piñón intermedio lo constituye el mecanismo de marcha atrás de los vehículos impulsados por motores de combustión interna, también montan engranajes locos los trenes de laminación de acero. Los piñones planetarios de los mecanismos diferenciales también actúan como engranajes locos intermedios.

**Figura 32 Engranaje loco o intermedio**



**Fuente:** [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_eng\\_multiplicador.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_eng_multiplicador.html)

### 2.3.6 Transmisión Mediante Cadena o Polea Dentada

#### 2.3.6.1 Mecanismo Piñón – Cadena

Es uno de los métodos más utilizados para transferir movimiento giratorio entre dos ejes paralelos, este mecanismo se compone de tres elementos: dos piñones, uno en cada uno de los ejes, y una cadena cerrada, los dientes de los piñones engranan de una manera muy precisa en los eslabones de la cadena, transmitiéndose movimiento.

Es el mecanismo de transmisión que utilizan las bicicletas, motos y en muchas maquinas e instalaciones industriales.

**Figura 33 Engranaje piñón-cadena**

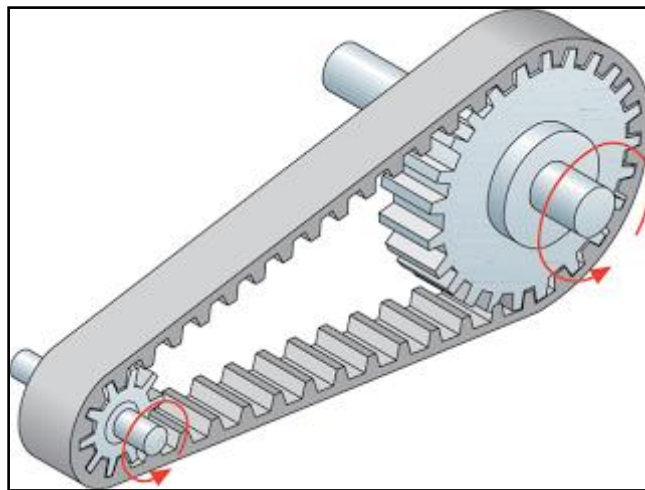


**Fuente:** <http://tecnologia3deeso.blogspot.com/2011/02/mecanismos-de-trasmision-de-movimiento.html>

### 2.3.6.2 Polea Dentada

Mantienen las mismas propiedades que los engranajes, evitan el deslizamiento y la principal característica de este sistema es que conservan precisión en la relación de transmisión. Para la fabricación de este sistema los datos más significativos de las poleas son: el paso y ancho de las poleas, y el número de dientes.

**Figura 34 Engranaje polea dentada**



**Fuente:** <http://bitsbycode.blogspot.com/2012/03/como-fabricar-poleas-dentadas.html>

## 2.4 REPRESENTACIÓN CONVENCIONAL DE ENGRANAJES

A continuación indicamos los signos convencionales para los dentados de los engranajes, así como para los tornillos sinfín y las ruedas de cadena. Estos signos se aplican a los dibujos de detalle y a los de conjunto.











Como principio fundamental de una rueda dentada se representa (excepto en corte axial) como una pieza sólida dentada, pero con el trazado de la superficie primitiva con una línea de cadena larga delgada

### 2.4.1 LÍNEAS CONVENCIONALES

Para la representación convencional de engranajes y ruedas dentadas, las distintas líneas auxiliares se trazaran con los tipos de líneas (ver tabla 2), según NTC 1777 en la forma que se detalla:

- a) Circunferencia exterior (tipo A)
- b) Circunferencia primitiva (tipo F)
- c) Circunferencia interior o de pie (tipo B)
- d) Circunferencia representativa de maza y agujero

**Tabla 2 Tipos de línea**

Línea	Descripción	Aplicaciones generales Véanse las Figuras 9, 10 y otras figuras relevantes
A 	continua gruesa	A1 Contornos visibles A2 Aristas visibles
B 	continua fina (recta o curva)	B1 Líneas imaginarias de intersección B2 Líneas de dimensión B3 Líneas de proyección B4 Líneas de referencia B5 Achurado B6 Líneas exteriores de secciones revueltas en el sitio B7 Líneas de ejes cortos
C 	continua fina a mano alzada <sup>(1)</sup>	C1 Límites de vistas parciales o interumpidas y secciones, si el límite no es una línea fina de cadena
D <sup>1</sup> 	continua fina (recta) con zigzags	D1 Líneas (véase las Figuras 53 y 54)
E 	Gruesa de segmentos <sup>(2)</sup>	E1 Líneas exteriores invisibles E2 Bordes invisibles
F 	fina de segmentos	F1 Líneas exteriores invisibles F2 Bordes invisibles
G 	fina de cadena	G1 Líneas de ejes G2 Líneas de simetría G3 Trayectorias
H 	Fina de cadena, segmentos gruesos en los extremos y en los cambios de dirección	H1 Planos de corte
J 	Gruesa de cadena	J1 Indicación de líneas o superficies sometidas a un requisito especial
K 	Fina de cadena con doble guión	K1 Líneas exteriores de piezas adyacentes K2 Posiciones alternas y extremas de piezas móviles K3 Líneas centroide K4 Líneas exteriores iniciales antes del conformado (véase la Figura 58) K5 Partes situadas frente del dibujo de corte (véase la Figura 48)
<p><sup>1)</sup> Esta clase de línea es adecuada para dibujos elaborados con máquina</p> <p><sup>2)</sup> Aunque se dispone de dos alternativas, se recomienda que sólo se use una clase de línea en cada dibujo.</p>		

**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1777

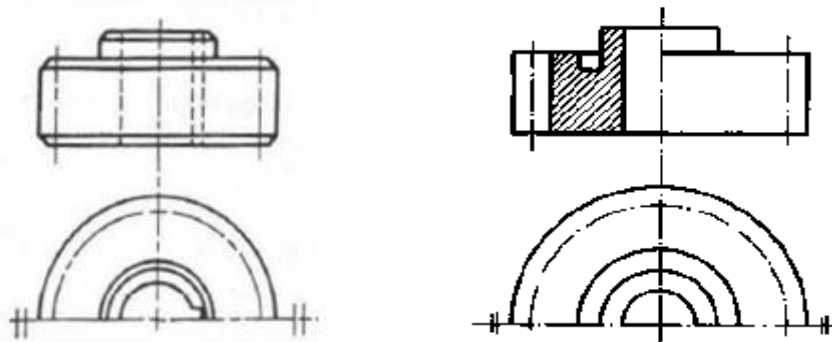
## 2.4.2 DIBUJOS DE DETALLES (Ruedas aisladas)

### 2.4.2.1 CONTORNOS Y ARISTAS

Se representan los contornos y las aristas de cada rueda como si se tratase

- En vista no cortada de una rueda no dentada limitada por la superficie de la cabeza. Dibujar la rueda como una pieza no dentada, y, como único añadido, el trazado de la superficie primitiva en línea fina de punto y trazos (fig. 35a)

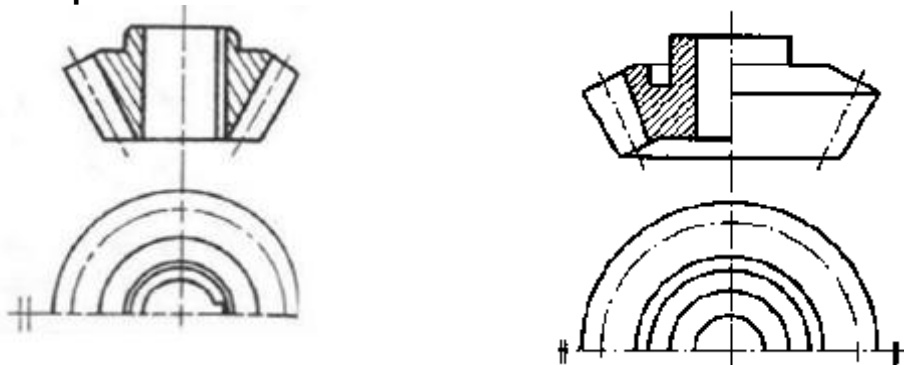
**Figura 35 Representación de una rueda dentada en vista no cortada**



**Fuente:** a) Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005. b) NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

- En corte axial de una rueda de dientes rectos, que tengan dos dientes diametralmente opuestos, representados sin cortar, aunque se trate de dientes no rectos o de un número impar de dientes. (fig. 35b)

**Figura 36 Representación de una rueda dentada en corte axial**



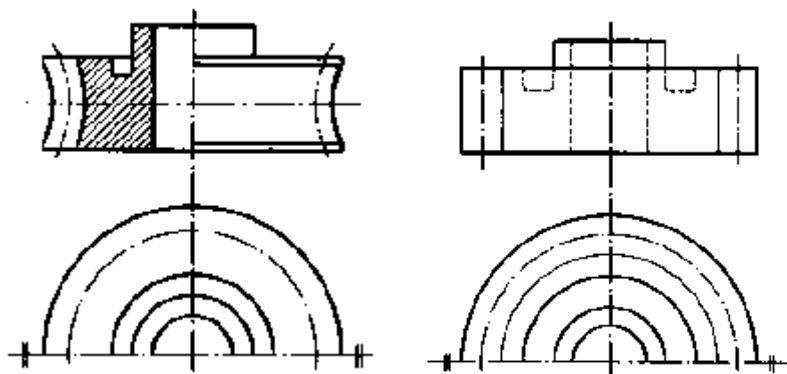
**Fuente:** a) Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005. b) NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

#### 2.4.2.2 SUPERFICIE PRIMITIVA DE FUNCIONAMIENTO

Se traza la superficie primitiva con una línea tipo G, línea fina de trazos y puntos, aunque se trate de partes ocultas o de corte, y se representa:

- En proyección normal al eje, por su círculo primitivo de funcionamiento (exterior en el caso de una rueda para tornillo sinfín), ver figuras 35, 36 y 37.
- En proyección paralela al eje por su contorno aparente, de forma que la línea de “tipo G” sobresalga por los dos lados del contorno de la rueda. ver figuras 35, 36 y 37.
- En caso de representarlo en vistas superior y anterior, se trazará la circunferencia de pie o interior con línea (tipo B), como se indica en la figura 37.

**Figura 37 Representación de una rueda dentada en vista no cortada y corte**



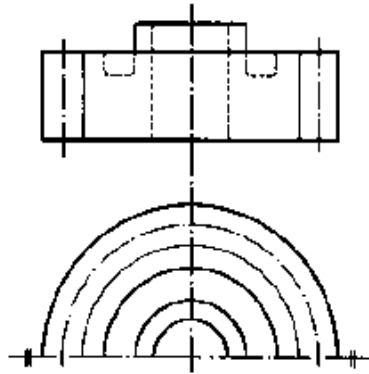
**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

#### 2.4.2.3 SUPERFICIE DE LA RAÍZ

Como regla general, no se representa la superficie de la raíz del diente, salvo en los cortes. Sin embargo, cuando resulte conveniente su representación sobre vistas no cortadas, se traza con una tipo B, línea fina. (Véanse norma NTC 1777 y las figuras 38, 39 y 40)

(Según DIN – 37, la superficie de raíz o fondo del diente, si es necesaria su representación, se traza con línea de trazos.)

**Figura 38 Representación de la superficie de raíz en vista no cortada**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

#### **2.4.2.4 DENTADO**

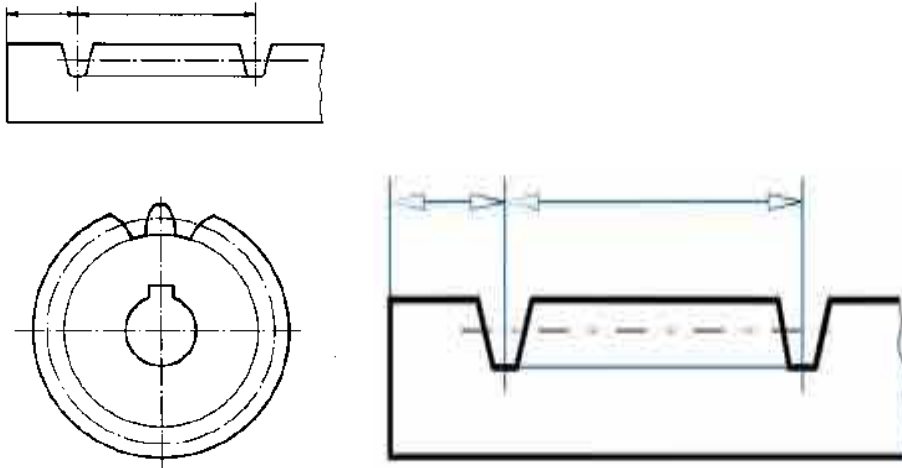
Se define el perfil de los dientes, bien por referencia a una norma, o por su dibujo a una escala conveniente.

Cuando resulte indispensable que figuren uno o dos dientes en el dibujo, bien sea para delimitar los extremos de un sector dentado o de una cremallera, o para precisar la posición de los dientes respecto a un determinado plano axial, se trazan con una línea Tipo A, gruesa, para definir la posición sin ambigüedad. Véanse las figuras 39 y 40.

Si es necesario, se debe indicar la orientación de los dientes de un engranaje o de una cremallera sobre la proyección paralela al eje del engranaje, por tres líneas Tipo B, finas que correspondan a la forma y dirección de los dientes. Ver tabla 3 y figura 41.

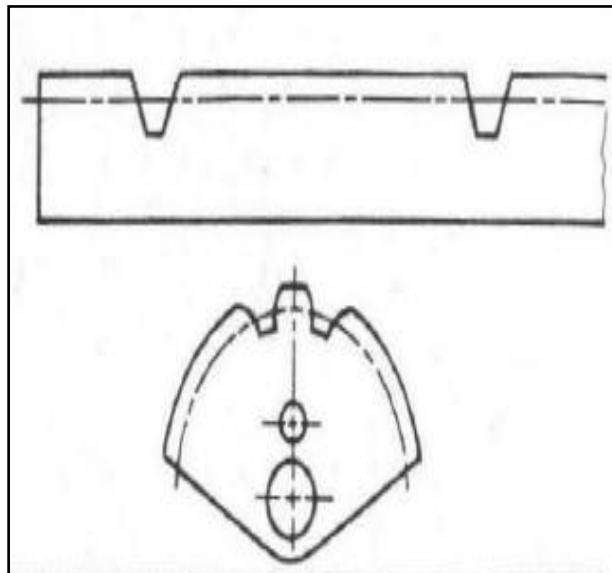
NOTA.- en el caso de un acoplamiento, solamente figurara el símbolo de la rueda (UNE). Según DIN 37-1977, figuraran en ambos con líneas gruesas.

**Figura 39 Representación del diente en una rueda dentada**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**Figura 40 Detalle posición del diente**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005

#### **2.4.2.5 ORIENTACIÓN DE LOS DIENTES**

Cuando resulte útil indicar la orientación de los dientes de un engranaje, se emplearan los símbolos establecidos en la tabla 3, colocándolos convenientemente en la vista paralela al eje de la rueda, ver figura 41.

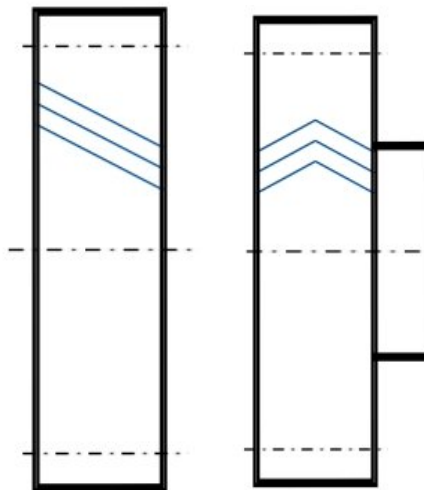
**Tabla 3 Orientación de los dientes de una rueda dentada**

Helicoidal derecho	
Helicoidal izquierdo	
Helicoidal doble	
Espiral	

**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Si se presentan engranajes que hagan pareja, la dirección de los dientes debería mostrarse solo sobre un engranaje.

**Figura 41 Dirección de los dientes de una rueda dentada**



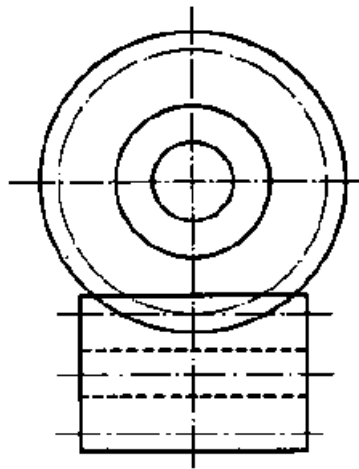
**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Si es necesario funcionalmente precisarlo, dibujar uno o dos dientes con línea llena gruesa, para definir la posición sin ambigüedad (ver figura 41)

### 2.4.3 DIBUJOS DE ENSAMBLE (ENGRANAJES)

Las convenciones utilizadas para la representación de cada una de las ruedas de un engranaje se aplican igualmente a los dibujos de conjunto. Sin embargo, cuando se trata de un conjunto de ruedas cónicas en proyección paralela al eje, se prolonga la línea que representa la superficie primitiva hasta que se corta al eje.

**Figura 42 Representación de un engranaje recto**

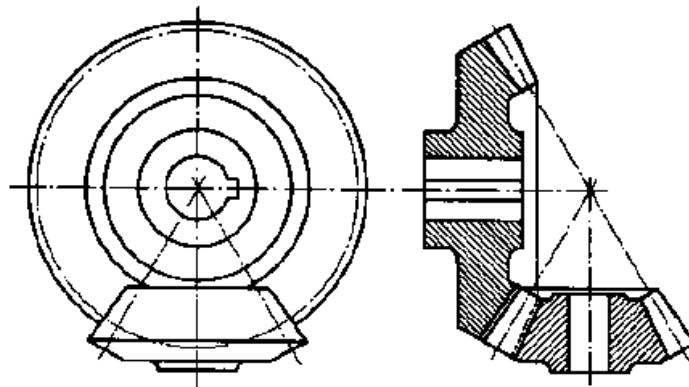


**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Ninguna de las dos ruedas de un engranaje debe quedar oculta por la otra, en las partes coincidentes, ver figura 42, salvo en los casos siguientes:

1. Si una de las ruedas, situada por completo delante de la otra, oculta efectivamente parte de ésta. Ver figuras 43, 44 y 45.
2. Si las dos ruedas se representan en corte axial, en cuyo caso una de las dos ruedas, arbitrariamente elegida esta supuestamente oculta por la otra. Ver figura 42.

**Figura 43 Representación de un engranaje cónico – Ejes concurrentes**

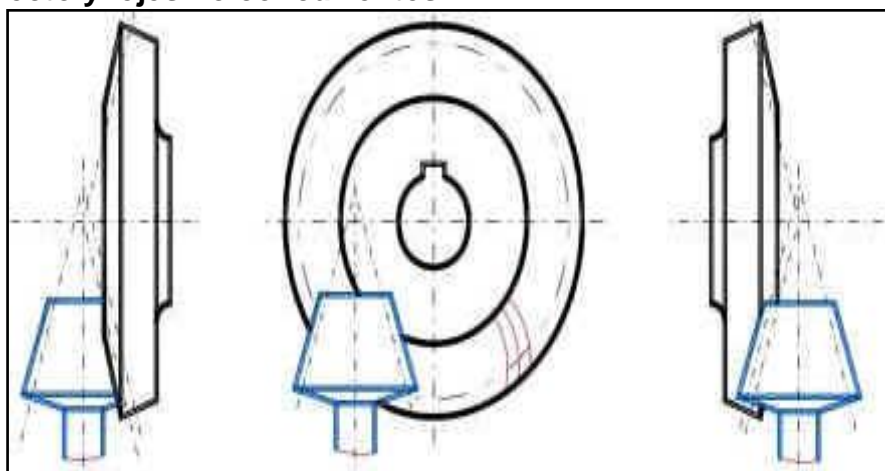


**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

En estos dos casos, puede omitirse la representación de los contornos y aristas ocultas, si no es indispensable para la claridad del dibujo.

Para el caso de los engranajes cónicos, en la proyección paralela al eje se dibujan en un vértice común que coincide con el punto de intersección de los ejes. En vista frontal el piñón se antepone a la rueda dentada, al cual se le indica el tipo de dientes. En vista lateral izquierda, el piñón se antepone a la rueda dentada y para la vista lateral derecha, la rueda dentada se antepone al piñón Ver figura 43 y 44.

**Figura 44 Representación grafica engranajes rueda dentada y piñón, ángulo recto y ejes no concurrentes**

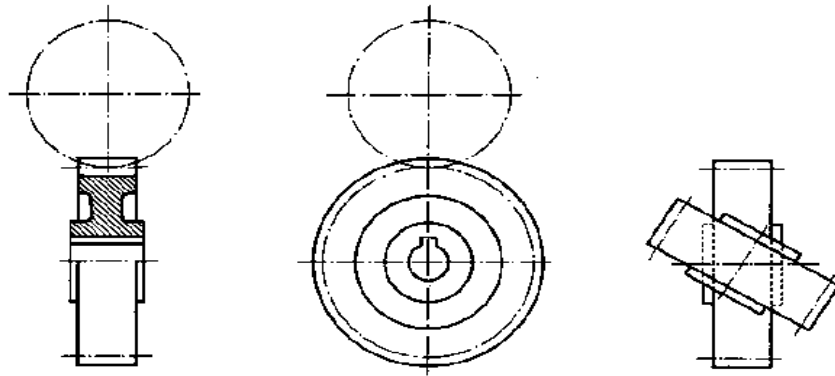


**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Para la rueda dentada en semi corte, de la figura 45 se muestra el piñón esquemático y se indica el diámetro en vista superior. Para el esquema central

en vista anterior se representa la rueda dentada, el piñón esquemático y se indica el diámetro primitivo. En vista lateral izquierda el piñón se antepone a la rueda dentada, ambos en vista.

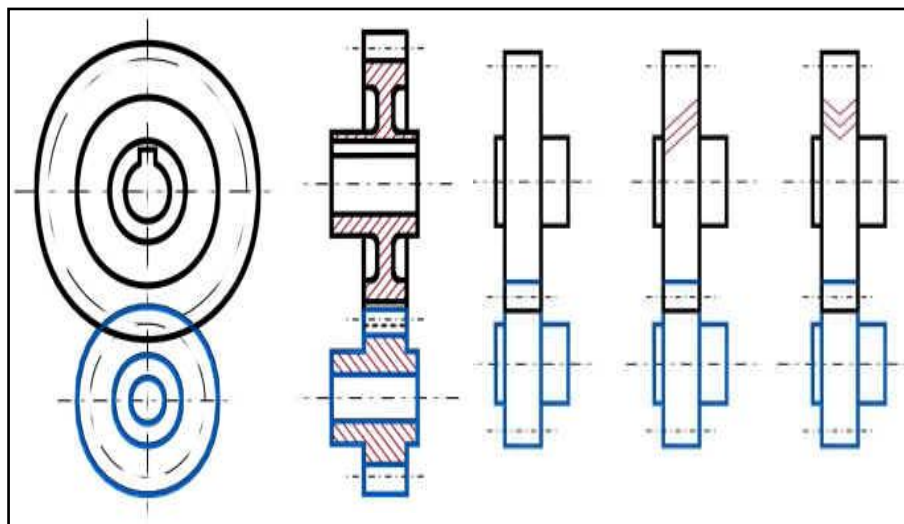
**Figura 45 Representación grafica Rueda dentada y piñón, con ejes no paralelos o cruzados**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.4.3.1 EL ENGRANAJE EXTERIOR DE RUEDAS CILÍNDRICAS** se representa en la forma indicada en la figura 46

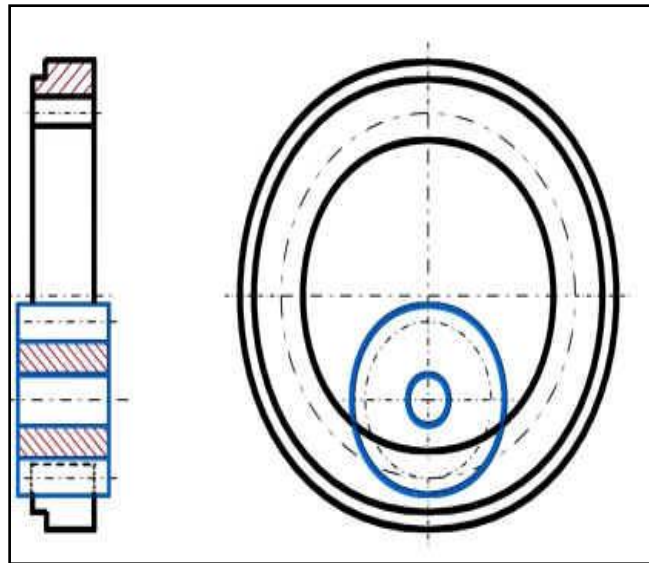
**Figura 46 Representación gráfica exterior de ruedas cilíndricas**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.4.3.2 EL ENGRANAJE INTERIOR DE RUEDAS CILÍNDRICAS** se representa en la forma indicada en la figura 47

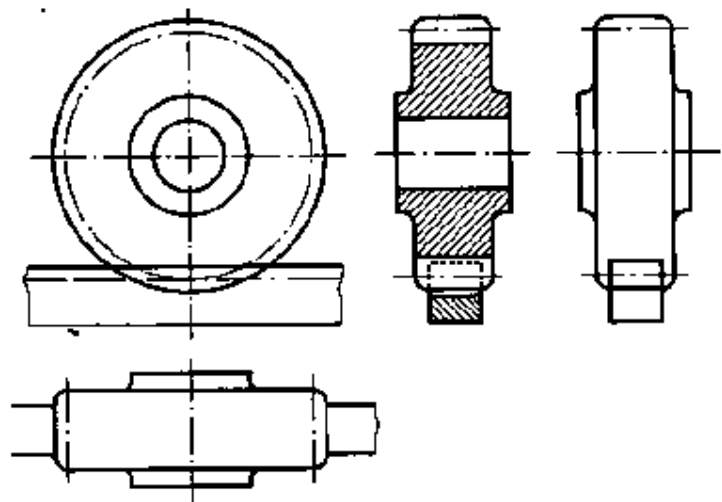
**Figura 47 Representación grafica interior de ruedas cilíndricas**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.4.3.3 EL ENGRANAJE DE RUEDA CON CREMALLERA** se representa en la forma indicada en la figura 48

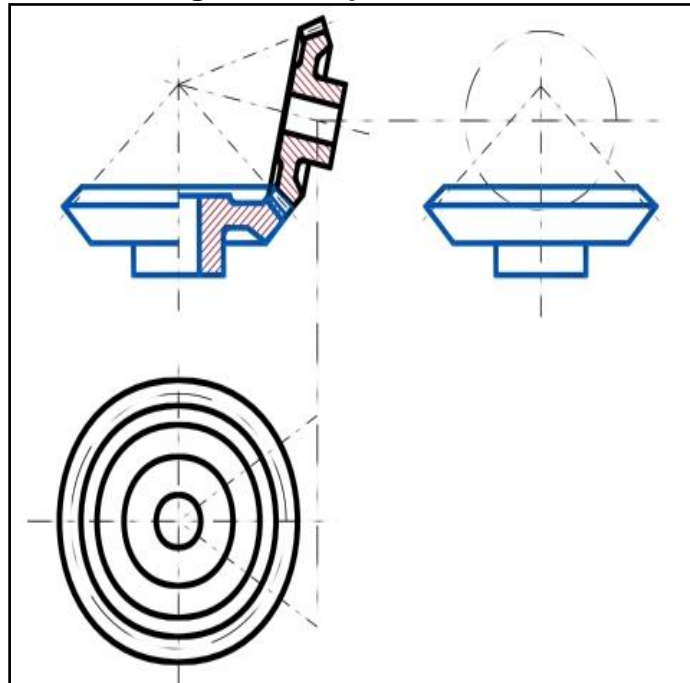
**Figura 48 Representación grafica rueda con cremallera**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.4.3.4 EL ENGRANAJE DE PIÑONES CÓNICOS** con intersección de los ejes bajo un ángulo cualquiera se representa en la forma indicada en la figura 49

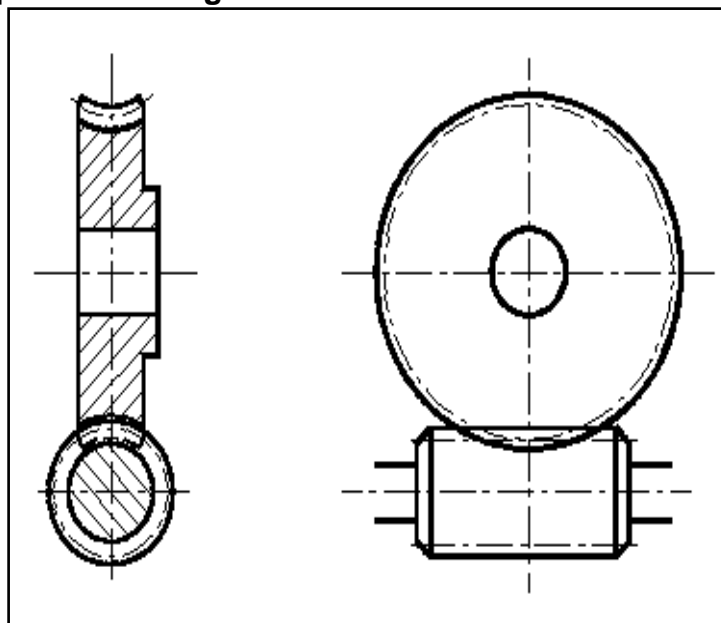
**Figura 49 Representación gráfica de piñones cónicos**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.4.3.5 EL ENGRANAJE DE RUEDA CON TORNILLO SIN FIN** se representa en la forma indicada en la figura 50

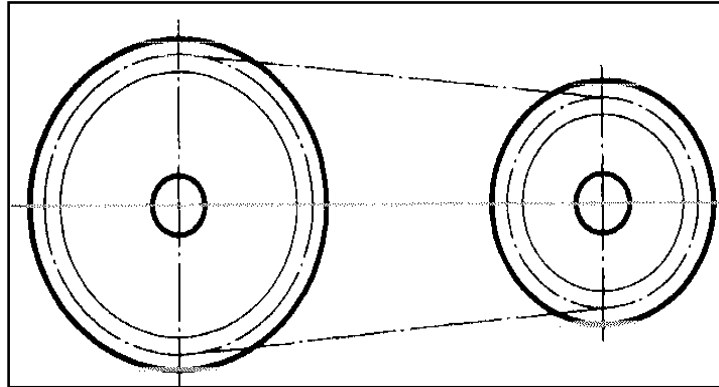
**Figura 50 Representación gráfica rueda con tornillo sin fin**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.4.3.6 LAS RUEDAS DE CADENA** se representan en la forma indicada en la figura 51

**Figura 51 Representación grafica rueda de cadena**

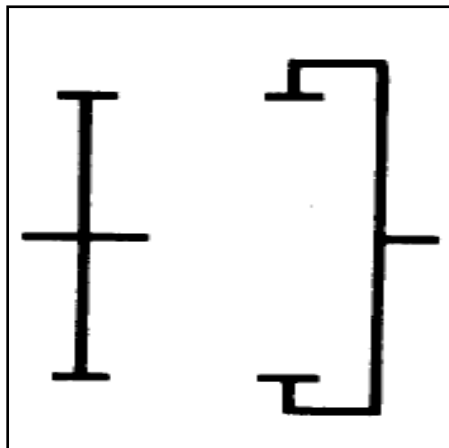


**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

## **2.5 REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA O SIMBOLICA DE ENGRANAJES**

**2.5.1 Rueda dentada cilíndrica,** se representa para dentado exterior y para dentado inferior como se observa en la figura 52 respectivamente.

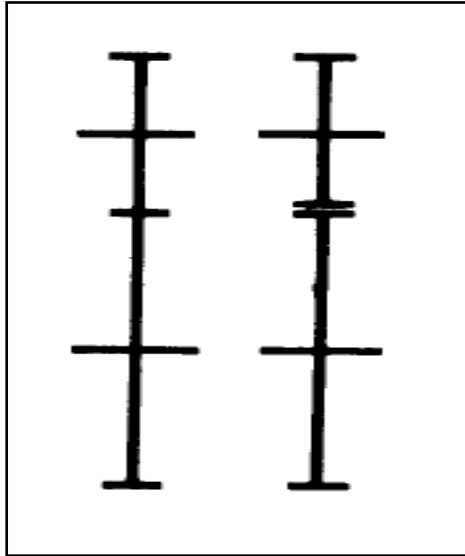
**Figura 52 Representación simbólica de una rueda dentada cilíndrica**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**2.5.2 Engranajes cilíndricos,** se dan como alternativa las dos formas, ambos casos con ejes paralelos, ver figura 53.

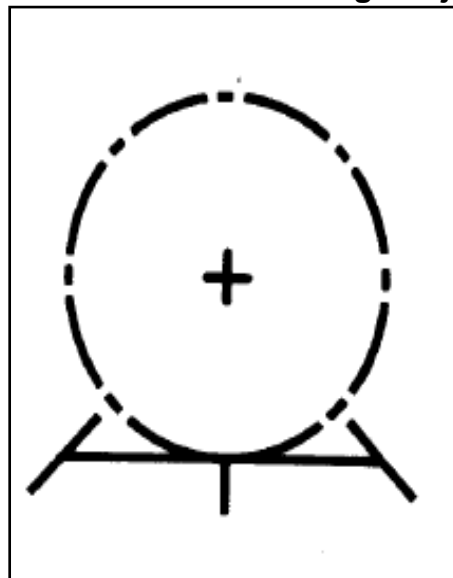
**Figura 53 Representación simbólica de engranajes cilíndricos**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**2.5.3 Engranajes Cónicos,** con el eje paralelo al plano de dibujo, se representaran con líneas continuas, y con eje normal a dicho plano se dibujaran con el diámetro primitivo, ver figura 54.

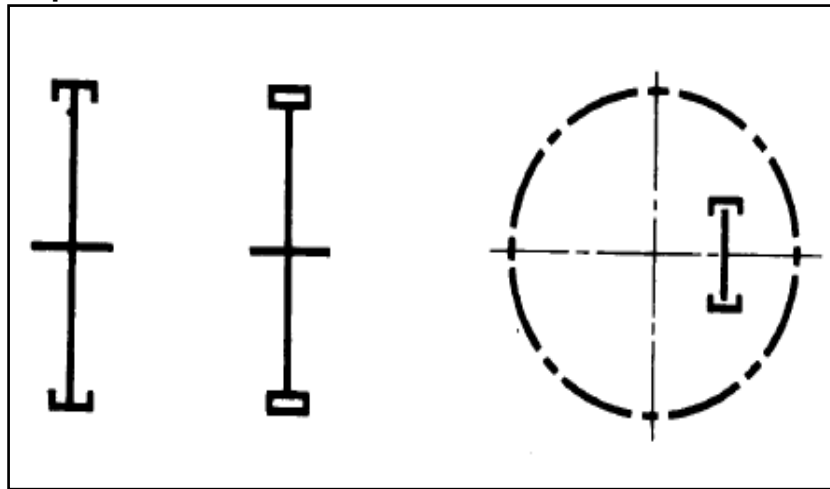
**Figura 54 Representación simbólica de un engranaje cónico**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**2.5.4 Rueda de fricción**, se da como alternativa tres formas de representación, como se observa en la figura 55

**Figura 55 Representación simbólica de una rueda de fricción**

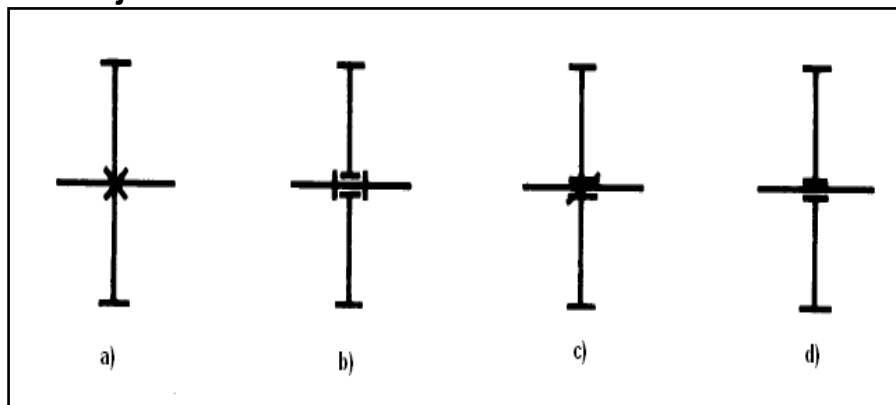


**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**2.5.5 Engranajes cilíndricos con relación a su eje**, de acuerdo con su función mecánica, pueden darse los siguientes casos, observe la figura 56:

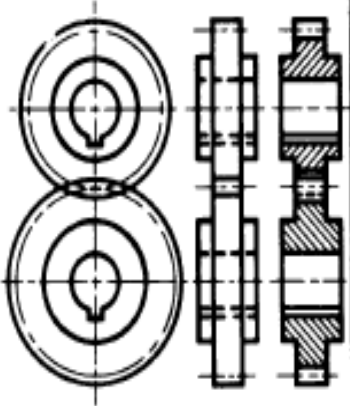
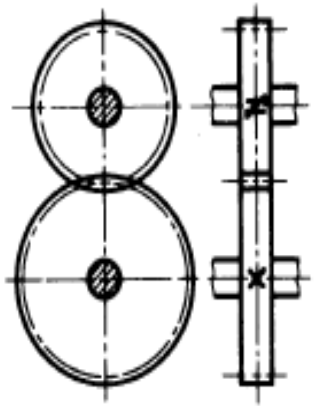
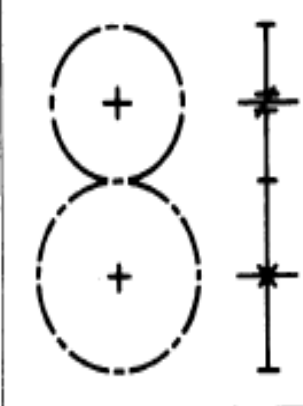
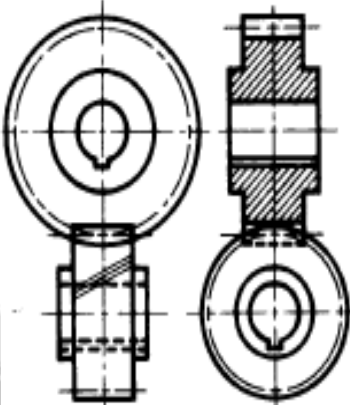
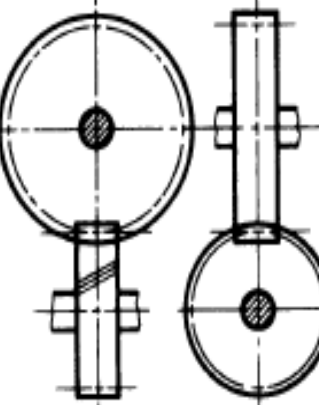
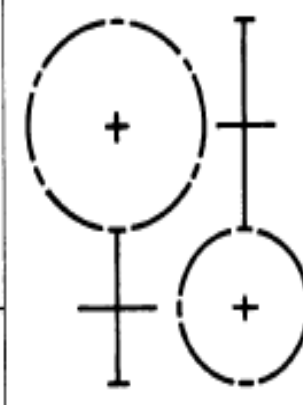
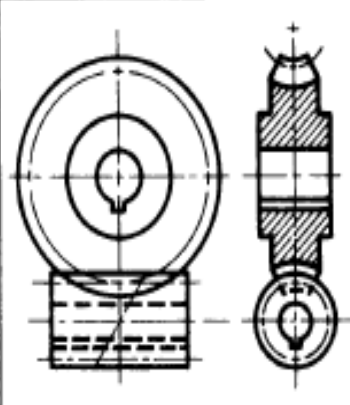
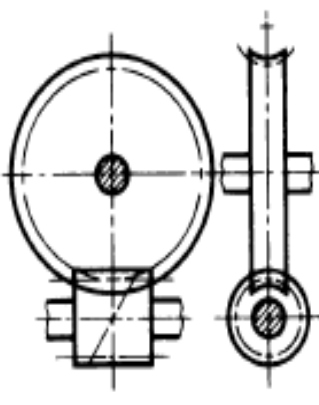
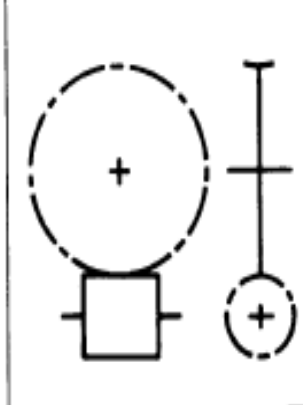
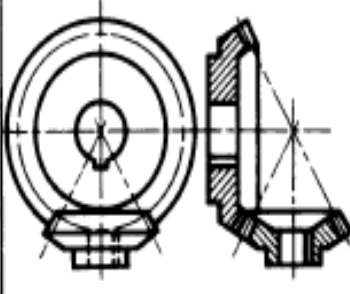
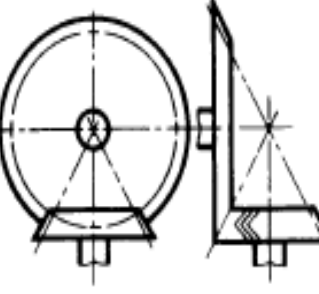
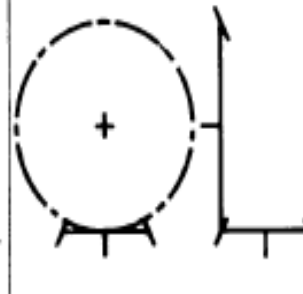
- a) Fijo en el eje
- b) Giratorio en el eje, sin desplazamiento
- c) no giratorio en eje, desplazable
- d) Giratorio en el eje y desplazable

**Figura 56 Representación simbólica de engranajes cilíndricos con relación a su eje**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

Tabla 4 Ejemplos de representación de engranajes

EJEMPLO DE REPRESENTACION DE ENGRANAJES			
	Vista y corte	Simplificada	Esquemática
Engranajes cilíndricos rectos			
Engranajes cilíndricos helicoidales			
Tornillo sin fin y rueda helicoidal			
Engranajes cónicos			

Fuente: MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

## 2.6 ACOTACIÓN

En plano deben figurar mediante cotas todas aquellas dimensiones que definan la rueda dentada. Por lo que respecta al elemento dentado, se deben incluir sus dimensiones exteriores, los diámetros característicos, las dimensiones del alma y las dimensiones de la chavetera. La longitud del diente también es una cota funcional que debe incluirse, deberán figurar como mínimo las siguientes medidas:

- a) Diámetro exterior y su tolerancia
- b) Longitud del diente
- c) Diámetro del agujero del eje y su tolerancia (o de los apoyos)
- d) Superficie de referencia
- e) Estado superficial de la superficie de los flancos y eventualmente de la superficie del pie

Las demás dimensiones o valores característicos de la rueda dentada o engranaje deben incluirse en forma de tabla, es decir se situarán todas aquellas medidas que afecten al dentado propiamente dicho en una tabla anexa. La tabla debe contener algunos datos característicos ejemplo:

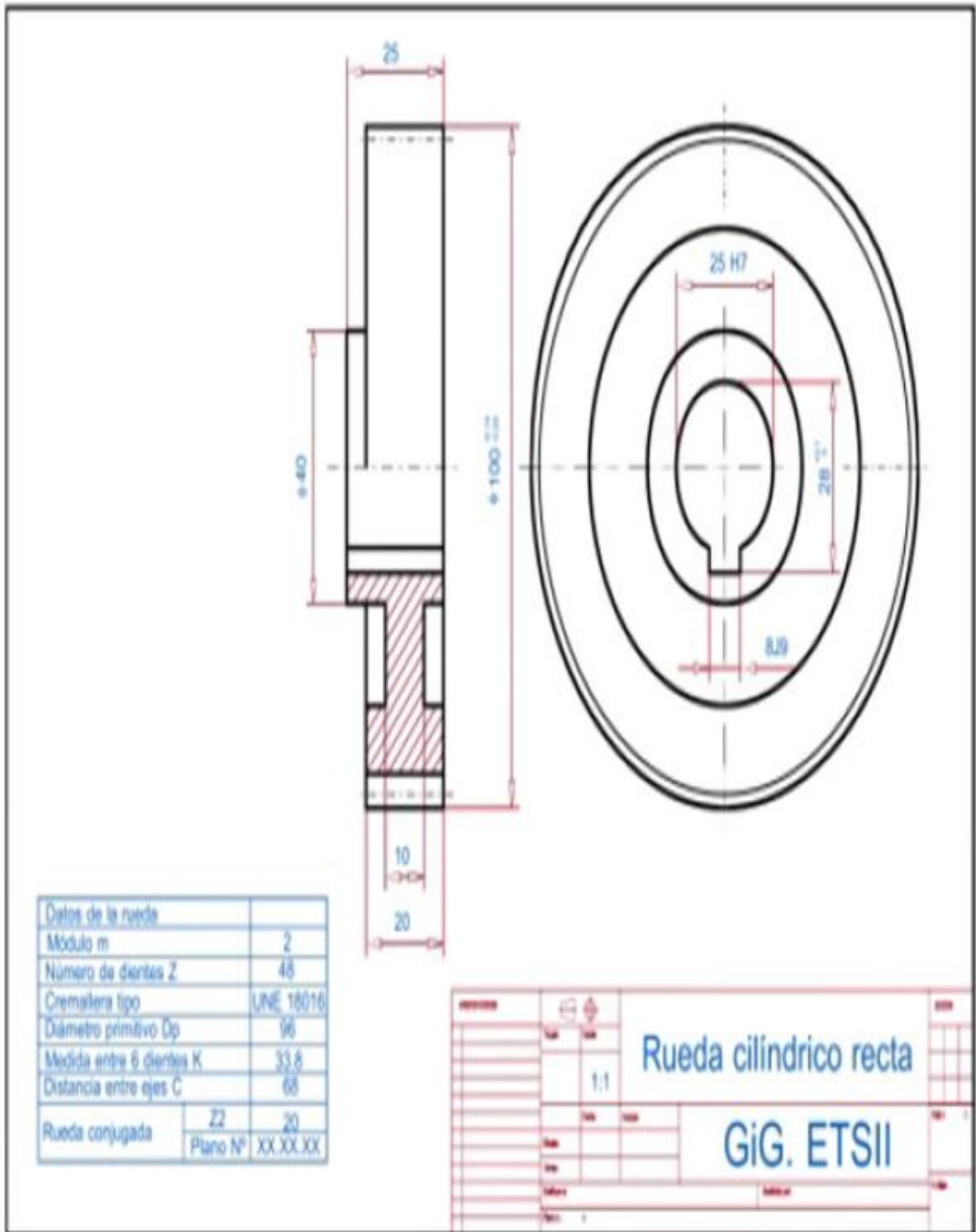
- Numero de dientes
- Angulo de presión
- Diámetro primitivo
- Distancia entre centros
- Altura del diente

A continuación se mostrara algunos ejemplos de ruedas dentadas acotadas y sobre las cuales se puede tener una referencia para realizar un plano de una rueda dentada o engranaje, o por el contrario interpretar un plano técnico con información relacionada a las ruedas dentadas.

Ver figuras 57, 58 y 59.

-Rueda dentada recta

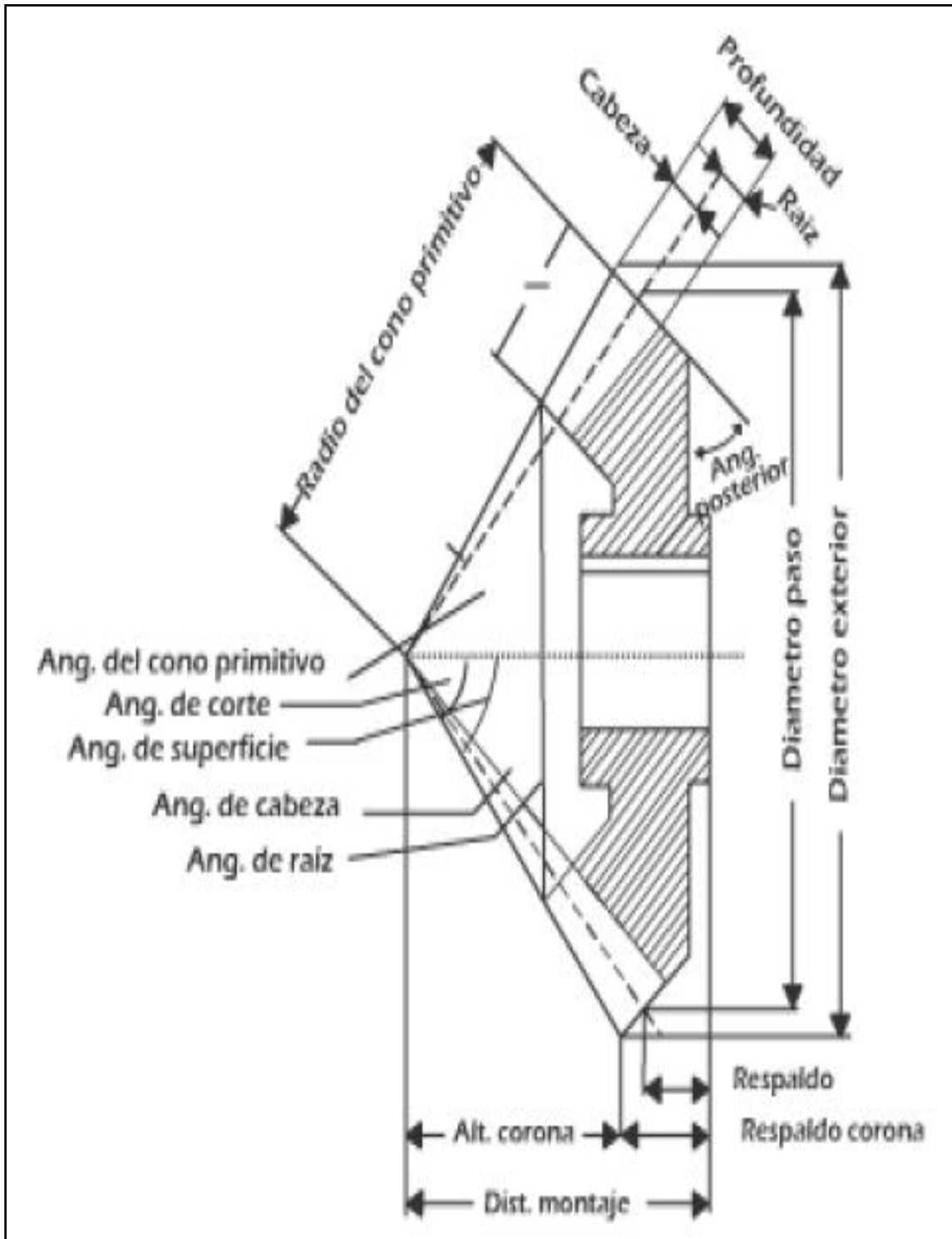
Figura 57 Rueda dentada recta



Fuente: [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/engranajes/tablas%20en\\_planos.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/engranajes/tablas%20en_planos.html)

-Rueda dentada cónica

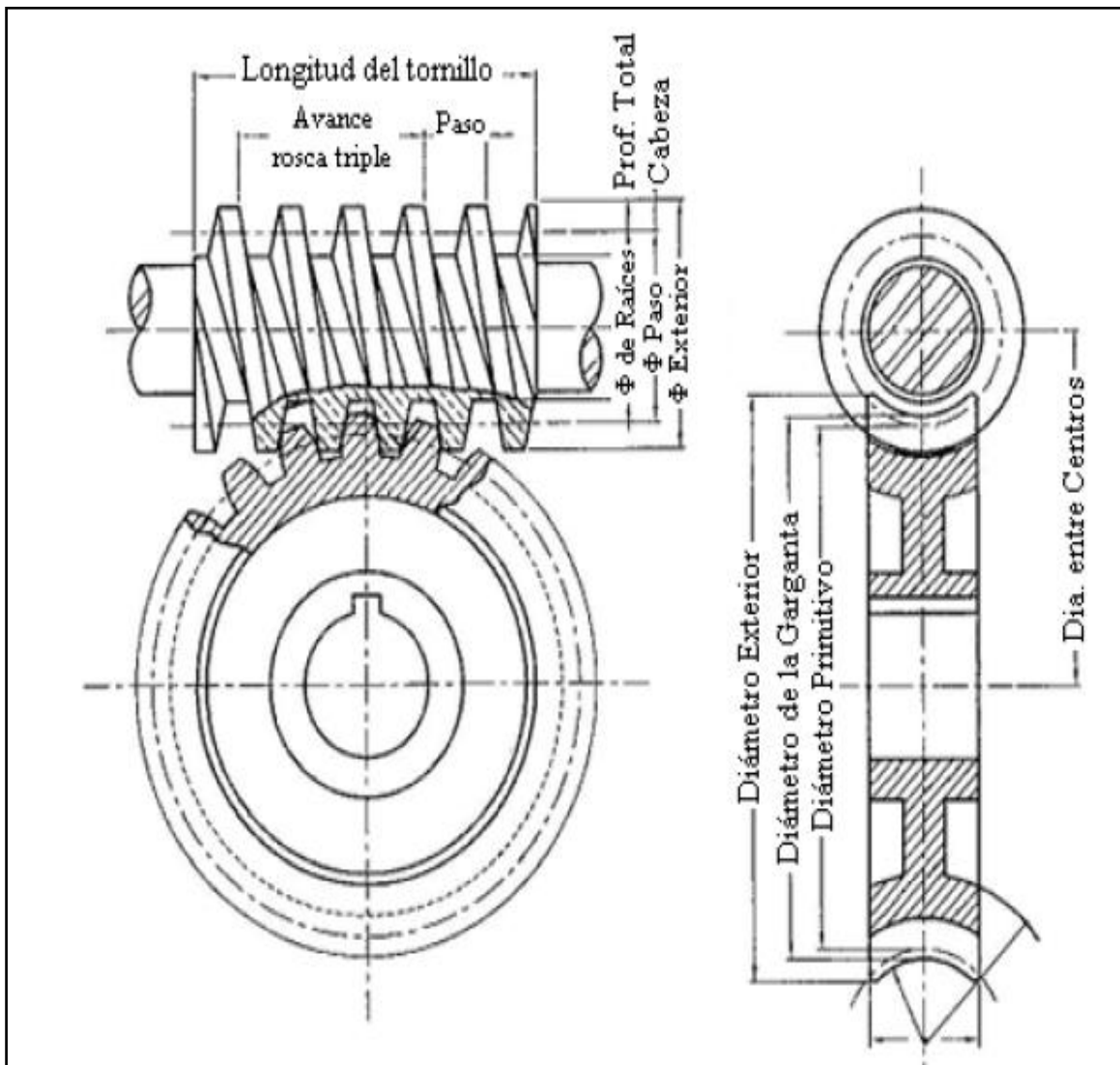
Figura 58 Rueda dentada cónica



Fuente: [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/engranajes/tablas%20en\\_planos.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/engranajes/tablas%20en_planos.html)

-Engranaje de tornillo sinfín

**Figura 59 Nomenclatura de tornillo y engrane sinfín**



**Fuente:** [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/engranajes/tablas%20en\\_planos.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/engranajes/tablas%20en_planos.html)

## 2.7 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES

Las especificaciones de un engranaje y sus estándares están establecidas por la American Gear Manufacturers Association (AGMA) y por la American National Standards Institute (ANSI), los engranajes estándar no se muestran en detalle en los planos y se usa para ello una representación esquemática acompañada de una tabla junto con los datos de corte, datos de engranaje o parámetros fundamentales, los dibujos detallados solo son realizados cuando el engranaje

tenga un diseño especial o cuando sea necesario mostrar un montaje de un conjunto de engranajes.

El dibujo para la construcción de un engranaje ha de completarse con todos los datos necesarios para su fabricación. Con frecuencia se indican estos datos en una tabla.

Es oportuno tratar el rectificado de engranajes, desde el punto de vista del dibujante. Es sabido que en todos los mecanismos de precisión (cambios de marcha por engranajes, máquinas herramientas de calidad, etc.), se emplean engranajes contruidos de acero, tratados térmicamente y finalmente rectificadas. El rectificado tiene por objeto, entre otros, mejorar la transmisión, hacerla más silenciosa y regular: las ruedas dentadas tratadas convenientemente tienen los dientes mucho más resistentes al desgaste, y por este motivo todas las ruedas que han de estar en funcionamiento mucho tiempo han de ser tratadas y rectificadas.

El dibujante ha de poner mucho cuidado en la colocación de los signos de acabado en los dibujos de ruedas dentadas. Si el signo de rectificado (tres triángulos) se coloca en la periferia exterior de las ruedas dentadas exteriores o en la periferia interior de las ruedas dentadas interiores, significará solamente que la superficie exterior de la rueda está rectificadas, lo cual puede ser simplemente una sencilla necesidad de mecanizado.

Si se quiere indicar el rectificado de los dientes, el signo de rectificado se ha de colocar sobre la circunferencia primitiva. Esta regla se aplica también a los otros tipos de ruedas dentadas.

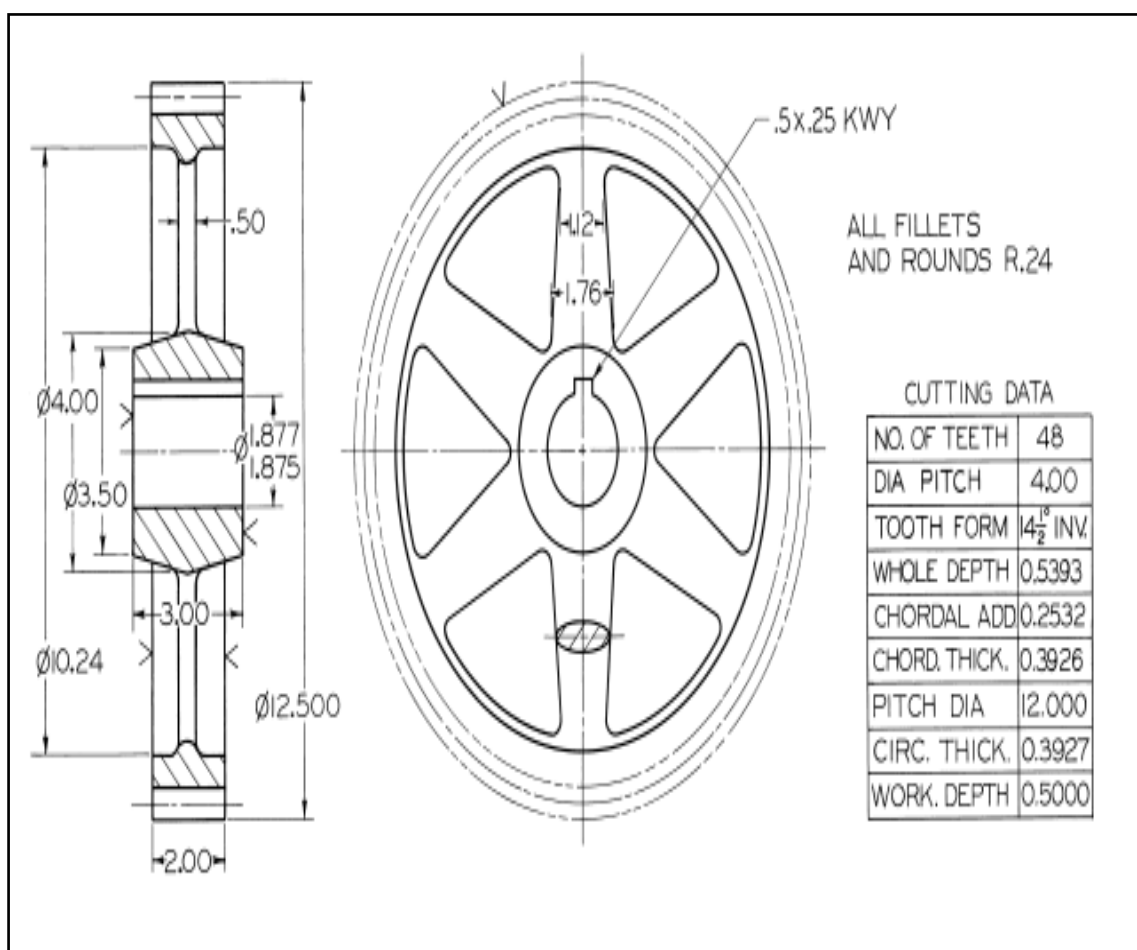
### **2.7.1 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANES RECTOS**

Los dibujos de engranes, los que normalmente se fresan con modelos de forma apropiada, no son complicados. Una vista de corte es suficiente a menos que se requiera una vista frontal para mostrar detalles del alma o brazos. Como a los dientes se les da forma mediante fresadoras, no es necesario mostrarlos en la vista frontal, ver figura 60.

ANSI recomienda utilizar líneas fantasma para los círculos externos y de raíz y una línea de centro para el círculo primitivo. En la vista de corte, los círculos de raíz y externo se muestran como líneas continuas.

El dimensionamiento del engrane se divide en dos grupos, debido a que el acabado del engrane no terminado y el fresado de los dientes son operaciones distintas en el taller. Las dimensiones del engrane no terminado se muestran en el dibujo, y la información de sus dientes se da en una tabla.

**Figura 60 Dibujo de engranaje de un engranaje recto**



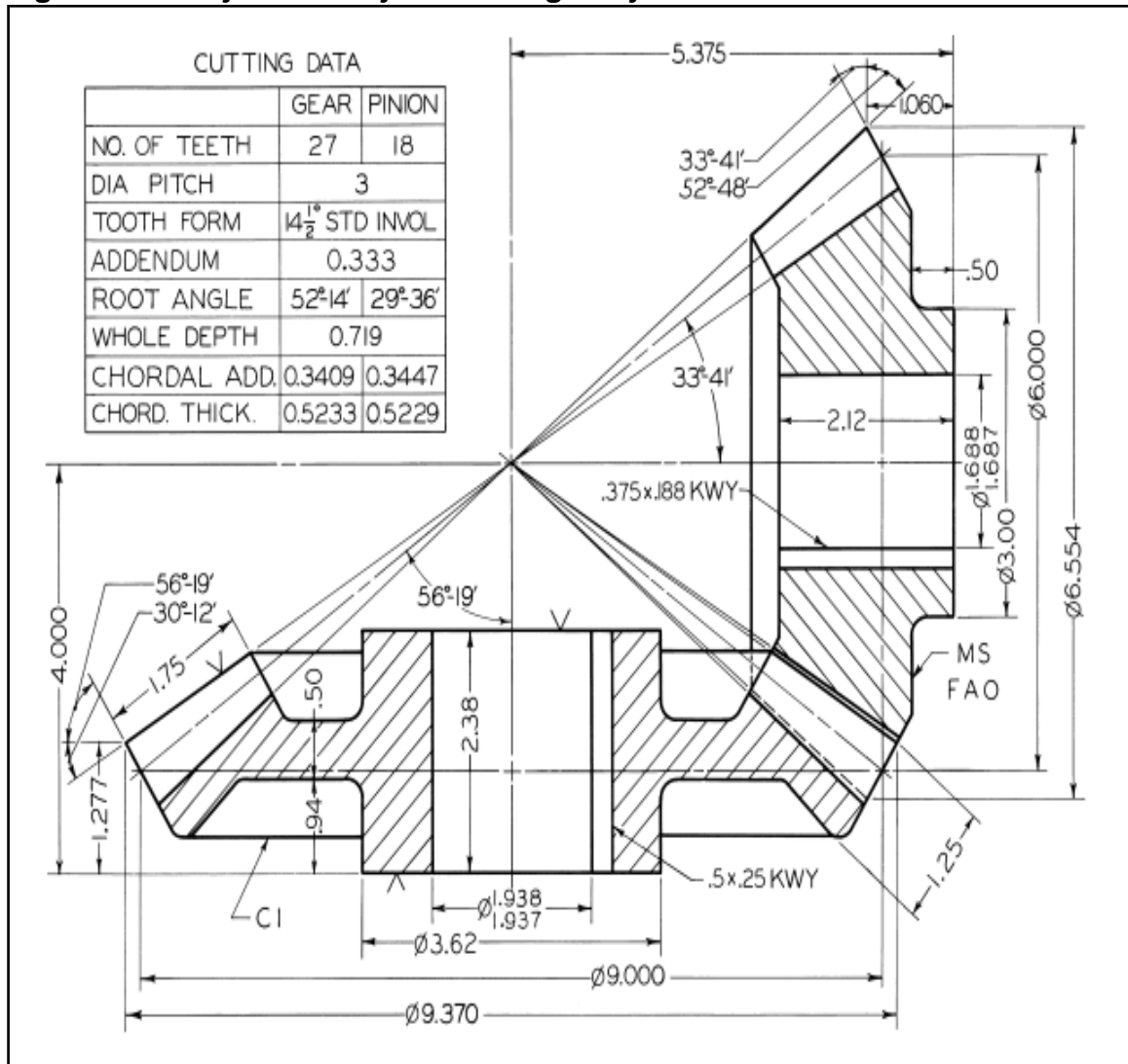
**Fuente:** Giesecke, Technical Drawing, 12 ed. Prentice – Hall, Inc. 2003.

### 2.7.2 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES CÓNICOS

Los dibujos de trabajo de los engranajes cónicos, al igual que los de los engranajes rectos dan solo las dimensiones del engranajes cónico no terminado. Los datos de fresado del diente se dan en una nota o tabla.

Normalmente se utiliza una sola vista de corte, a menos que se requiera una segunda para mostrar detalles, tales como rayos. En ocasiones, tanto el engrane cónico como el piñon se dibujan juntos para mostrar su relacion. Las dimensiones y datos de fresado dependeran del metodo utilizado al fresar el diente, pero comúnmente se utiliza la información mostrada en la figura 61.

**Figura 61 Dibujo de trabajo de un engranaje cónico**



**Fuente:** Giesecke, Technical Drawing, 12 ed. Prentice – Hall, Inc. 2003.

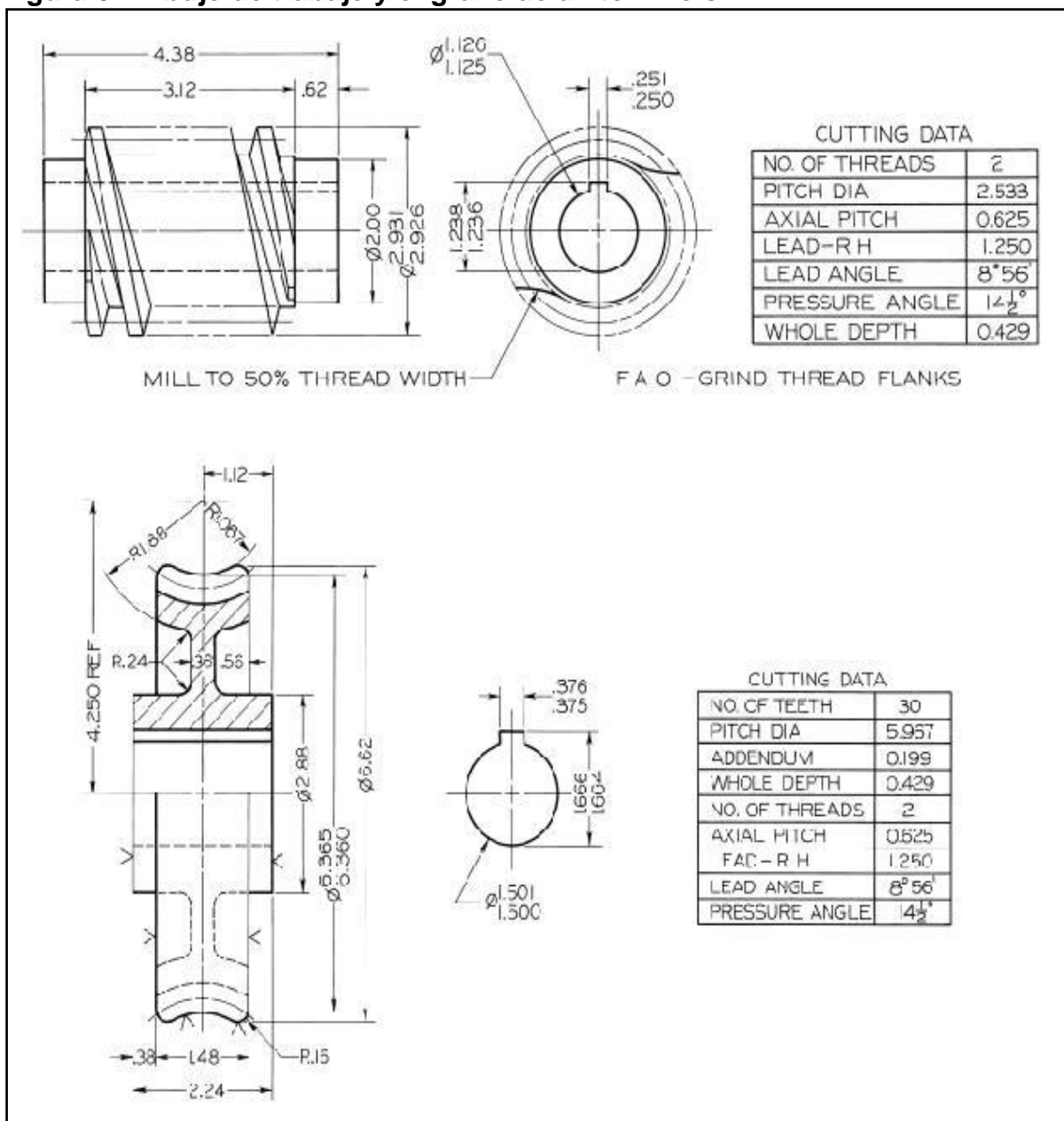
### 2.7.3 DIBUJOS DE TRABAJO DE TORNILLO SINFIN Y ENGRANES DE TORNILLO SINFIN

Estos dibujos de trabajo son similares a otros dibujos de trabajo para otros engranes. Normalmente se utiliza una vista de corte para el engrane de tornillo

sinfín( figura 62), cuando se requiere una segunda vista. Como en el dibujo del tornillo sinfín, la raíz y el diámetro externo se muestran como líneas continuas, y normalmente no se requiere una segunda vista.

Cuando un tornillo sinfín y un engrane de tornillo sinfín aparecen como un dibujo de ensamble, ambas vistas se dibujan y las líneas contínuas convencionales para el diámetro exterior del tornillo sinfín y el diámetro de garganta del engrane del tornillo sinfín se muestran como líneas quebradas donde los dientes entran en contacto.

**Figura 62 Dibujo de trabajo y engrane de un tornillo sinfín**



**Fuente:** Giesecke, Technical Drawing, 12 ed. Prentice – Hall, Inc. 2003.

### **3. REVISION PARA REDISEÑO DE LA PRACTICA DE ENGRANAJES**

#### **3.1 Introducción**

En el siguiente capítulo se tomará el planteamiento realizado por los estudiantes Álvaro Javier Duran Martínez y Hernán Darío Mora Jaimes en su proyecto de grado y el cual es complemento con este proyecto de grado, cuya finalidad básicamente tendrá el propósito de complementarla, ampliarla y desarrollar un nuevo proceso pedagógico que permita facilitar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería Mecánica específicamente en el área de diseño grafico.

Analizado entonces el proyecto de los compañeros, se diseño un nuevo procedimiento de práctica, que tiene como base algunos parámetros ya establecidos en el proyecto anterior, con un rediseño del mismo, todo esto con el objetivo de garantizar un óptimo entendimiento y desempeño, así como una mejor comprensión de los conceptos, representación y fabricación en cuanto a los engranajes se refiere.

#### **3.2 Manuales de práctica**

Se realizo un material de trabajo el cual se les presentara a los estudiantes como un manual. Dicho manual constara de una introducción y un marco teórico fundamental del tema necesario de engranajes, además se realizo otro manual acerca de la práctica de engranajes, la cual, contiene objetivos, breve marco teórico, preguntas y donde se consignara la toma de datos de la practica en sí. Como complemento a la práctica se incluyo un manual el cual incluye la manera como debe desarrollarse la misma, contiene información acerca del uso de las herramientas a utilizar, la manera como deben ser tomadas las medidas y además como debe desarrollarse el montaje y desmontaje del mecano y diferencial.

Una plantilla de práctica, la cual contendrá parte del proceso evaluativo del estudiante.

### **3.3 Metodología propuesta para la realización de las prácticas**

La metodología propuesta por los compañeros presenta algunas etapas que serán vistas a continuación pero a su vez presentaran modificaciones las cuales serán mencionadas en las mismas.

**3.3.1 Distribución de prácticas.** Estará basada en una planificación con anterioridad por el docente la manera cómo va a distribuirse, al momento consta de un grupo de cuatro (4) estudiantes por banco con una práctica semanal a una duración de dos horas (2h). En este punto debe ser establecida las fechas de realización de las prácticas, la entregas de informes y la entrega de proyectos.

**3.3.2 Consulta previa del manual y normatividad.** Su propósito está basado principalmente en la manera como el estudiante debe investigar y documentarse en relación con la normatividad referente a la práctica a realizar con el propósito de alcanzar los objetivos estipulados para esta práctica.

**3.3.3 Consulta de dudas e inquietudes.** El estudiante con anterioridad al desarrollo de la práctica podrá cuestionar y preguntar acerca de las dudas encontradas en la temática de la misma, duda que pueda ser resuelta por el docente o el auxiliar a cargo del laboratorio de la asignatura.

**3.3.4 Realización de la práctica, medición y toma de datos.** Este proceso tendrá la posibilidad de reconocer físicamente los elementos de medición, los elementos mecánicos y aquellos demás componentes que componen el banco didáctico, estará a cargo del docente del área apoyado con el auxiliar del laboratorio durante todo el proceso.

**3.3.5 Entrega de la plantilla de informes y socialización.** Por medio de este proceso el docente tiene entonces la capacidad de evaluar el avance de manera cualitativa y cuantitativa, desarrollo y alcance de los objetivos que hayan cumplido los estudiantes en el desarrollo de la práctica del laboratorio.

**3.3.6 Entrega de proyectos desarrollados en CAD.** Finalmente el estudiante desarrollara un modelado mediante la herramienta CAD de los elementos del banco o conjunto del mecano, según corresponda (previa decisión del tutor de

la asignatura), y permitirá afianzar los criterios aplicados a planos en cuanto a la representación de dibujos se refiere.

### 3.4 Diseño del manual de laboratorio y de la plantilla de informes.

Para este manual se desarrollaron formatos basados en la norma NTC-ISO-IEC 17025, el cual fue elaborado y desarrollado por los estudiantes Álvaro Duran Martínez y Hernán Mora Jaimes en su proyecto de grado Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño grafico en la escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander (ver figura 63), la cual fue formulada con los siguientes pasos:

**INTRODUCCION:** en donde se presenta un panorama general acerca del elemento de máquina que se va a tratar en la respectiva practica.

**OBJETIVOS:** tanto generales como específicos que nos definen el alcance de la practica

**MARCO TEORICO:** define específicamente y da una breve descripción de los elementos de máquinas a analizar, puede contener figuras, diagramas o esquemas que ayuden a comprender de una manera más sencilla la práctica a realizar.

**DESCRIPCION DE LA PRÁCTICA:** presenta el listado de materiales y una guía de actividades para realizar.

**Figura 63 Formato rótulo de portada**

 		<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</b> <b>ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA</b>	
<b>CARRERA</b>	<b>CODIGO ASIGNATURA</b>	<b>NOMBRE DE LA ASIGNATURA</b>	
IM		DISEÑO GRAFICO	
<b>PRACTICA #</b>	<b>LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO</b>		
1	NOMBRE DE LA PRACTICA	TORNILLOS Y ROSCAS	

**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Duran Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo de diseño gráfico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad Industrial de Santander, 2011.

**ANEXOS:** estos anexos pueden ser tablas o catálogos como complemento del marco teórico. Apoyo bibliográfico y didáctico: relaciona la bibliografía normas a consultar y proyectos de grado de apoyo a la materia

En el rediseño se establece la siguiente estructura:

Los ítems introducción marco teórico, objetivos y anexos mencionados en el diseño del manual de los compañeros, se agruparan en el primer documento.

El ítem, descripción de la práctica se establece en el segundo documento.

Para la plantilla de informes del proyecto anterior se empleo el siguiente formato de rotulo, ver figura 64

**Figura 64 Formato rótulo plantilla de informes**

 NOMBRE:	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO	PLANTILLA DE INFORMES
		FECHA :
		REVISO:
		CODIGO:

**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Duran Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo de diseño grafico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad Industrial de Santander, 2011.

### 3.5 PRACTICA DE ENGRANAJES

La práctica de engranajes propuesta por los compañeros Álvaro Duran Martínez y Hernán Mora Jaimes contenía los siguientes objetivos y actividades:

#### 3.5.1 Objetivo General

- Reconocer e identificar las diferentes clases de engranajes que se producen en la industria así como sus diferentes usos y aplicaciones en la ingeniería.

#### 3.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar, observar y manipular el muestrario de engranajes existentes en el laboratorio.

- Reconocer y diferenciar las clases de engranaje del muestrario y realizar su representación gráfica.
- Medir, parametrizar y caracterizar los engranajes y los conjuntos de engranajes que existen en el laboratorio.

Para el presente proyecto como resultado de las modificaciones realizadas y con el propósito de darle una nueva metodología a la práctica, los objetivos tanto generales como específicos se han modificado, tal como se planteo en los objetivos del proyecto de grado (Ver Capítulo uno (1), Objetivos del proyecto).

### **3.5.3 Elementos preestablecidos.**

Los compañeros propusieron una serie de elementos para ser trabajados en la práctica de engranajes:

- Calibrador pie de rey.
- Sistema tornillo sin fin
- Transmisión cónica de engranes.
- Transmisión de engranaje rectos de 2 engranes.
- Tren planetario (sistema diferencial de chevette).

La práctica se desarrolla buscando un completo y mejor entendimiento de la temática, por tal motivo se dio uso a todos los elementos planteados, y con la adición de algunos más. Se diseñó y construyó un mecano con el propósito de que este sistema mecánico nos permita la introducción a los fundamentos de la transmisión mecánica y un práctico montaje de los engranes como elementos de transmisión (Ver figura 70). Este diseño a su vez nos permite plantear tareas, entender los dibujos, realizar el montaje de un componente mecánico, ajustar, comprobar, tomar datos y realizar cálculos. Para el caso del tren planetario se utilizó de manera individual como un conjunto donde nos permita visualizar sus componentes accionados manualmente y de esta manera completar con el estudio. Se adquirió además un micrómetro de platillos como un instrumento de medida para la toma de datos.

### 3.5.4 Desarrollo de la práctica

- Ubique el banco respectivo y los elementos necesarios para la práctica.
- Identifique cada uno de los elementos del Kit de engranajes, piñones y conjuntos de engranajes.
- Tome las medidas, variables y parámetros necesarios que le permitan establecer las siguientes características de un engranaje y conjunto de engranajes.
  - Tipo de engranaje.
  - Parámetros fundamentales.
  - Clasificación del engranaje.
  
- Realice un plano CAD para cada uno de los elementos correspondientes al Kit de engranajes, piñones y conjuntos de engranajes.


Nota: estos datos deben ser consignados en la plantilla de informes. La figura 65 nos muestra una parte de la plantilla de informes realizada por los compañeros en su proyecto.

Los dos primeros ítems se trabajaran de la misma forma, en cuanto al tercer ítem este se tratara de forma didáctica junto con el Mecano y el Tren planetario (sistema diferencial de chevette), ambos accionados manualmente, pero teniendo en cuenta, que permitirá de igual manera realizar las mismas actividades correspondientes al ítem en cuestión y a su vez analizar los movimientos cinemáticos que corresponden.

Adicional se desarrollaron algunos dibujos de taller, esquemáticos, convencionales para engranajes, pues representa la creación física de cualquier tipo de maquina o dispositivo, para que el estudiante pueda interpretar cuales son las principales características en estos tipos de dibujos.

Para el caso del cuarto ítem, donde el estudiante debe realizar un plano CAD de los elementos que conforman la práctica de engranajes, resulta beneficioso para los estudiantes y será parte de este proceso, además se tratara un proyecto el cual se manejara con el docente donde estén involucrados los engranajes.

Figura 65 Plantilla de informes

	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA LABORATORIO DE DISEÑO GRAFICO	<b>PLANTILLA DE INFORMES</b>
		FECHA:
NOMBRE:		REVISO:
		CODIGO:
<b>1. REALICE UNA CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE ENGRANAJES SEGÚN LA POSICION RELATIVA DE SUS EJES Y SEGÚN LA FORMA DEL DIENTE.</b>		
[Grid area for answer 1]		
<b>2. CUALES SON LOS PARAMETROS FUNDAMENTALES PARA DEFINIR UN ENGRANAJE O RUEDA DENTADA</b>		
[Grid area for answer 2]		

**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Duran Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo de diseño grafico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad Industrial de Santander, 2011.

## **4.0 REDISEÑO DE LA PRÁCTICA DE TRANSMISION DE POTENCIA POR ELEMENTOS RIGIDOS (ENGRANAJES)**

### **4.1 Metodología implementada**

En base a la propuesta realizada por los compañeros Álvaro Javier Duran Martínez y Hernán Darío Mora Jaimes, planteados en su proyecto de grado y revisado en el capítulo anterior, se decide realizar un proceso de ejecución de la práctica que continúe con el propósito de brindar una herramienta pedagógica para la escuela, una experiencia que sea fácil, constructiva y de un rápido entendimiento, donde al estudiantado se le pueda transmitir la mayor cantidad de información posible, dándoles el recurso y las herramientas, ya sean físicas o teóricas para el desarrollo de la misma.

Este nuevo enfoque está fundamentado en la propuesta realizado en el proyecto por los compañeros, pero requiere un rediseño, dado el nuevo enfoque presentado, por lo cual, es necesario entonces desarrollar una nuevo proceso de ejecución, teniendo en cuenta además las modificaciones en el material académico y material físico para que la experiencia sea un éxito. Con base en esto se diseño y se desarrollo un proceso, el cual el estudiante deberá seguir al momento de ejecutar la práctica y el cual se constituye de cinco pasos como sigue y representado por la figura 66

**Figura 66 Resumen del procedimiento de ejecución de la práctica de engranajes.**



### 1. DOCUMENTACION

Proceso donde el estudiante deberá leer e investigar la información previa al laboratorio



### 2. RECONOCIMIENTO DEL BANCO

Proceso donde el estudiante entra en contacto con la práctica (panel, elementos, meccano, diferencial y herramientas)



### 3. MEDIR Y CONSIGNAR

Proceso en el cuál el estudiante identifica los parámetros geométricos correspondientes, toma medidas y consigna en la plantilla de informes



### 4. REPRESENTACION

Proceso diseñado con el proposito que el estudiante interprete y comprenda planos, así como la representación de los engranajes en los diferentes tipos de dibujos.



### 5. INFORME

Proceso de finalización donde el estudiante evidencia los conocimientos adquiridos, observaciones y conclusiones.

## **1. Documentación:**

Es la introducción o proceso de inducción a la práctica de engranajes, por medio del cual el estudiante encontrará la información necesaria descrita para la puesta en marcha de la misma, basada en textos, esquemas, videos, referencias ya sean bajo normas o con los libros de diseño y de dibujo. Esta documentación se le va a facilitar al estudiante, estará disponible de manera tanto física como virtual, la cual debe ser leída con anterioridad, teniendo previo conocimiento de la misma para lograr el desarrollo de la práctica. Esta documentación cuenta además con un material propio dividido en dos ramas como lo son un manual conceptual y un manual procedimental.

El manual conceptual como su nombre lo indica estará basado en conceptos descritos acerca de los engranajes y regidos bajo normas y recopilación de información importante como son la representación grafica, dibujos de detalle y taller de los diferentes tipos de engranajes. El manual procedimental contendrá información acerca de la forma en que se desarrollara la práctica en sí, este proceso estará constituida por: objetivos, breve resumen o fundamentación teórica acerca de los engranajes, normativa, tipos y ejemplos acerca de dibujos de engranajes; procedimiento de ejecución de la práctica y listado de instrumentos necesarios para el desarrollo de la misma.

Para finalizar se realizara una evaluación de conceptos para verificar el entendimiento del tema por parte de los estudiantes.

## **2. Reconocimiento del banco:**

En esta etapa el estudiante entrara en contacto con la experiencia de engranes la cual estará constituida por:

### **2.1 Reconocimiento del panel**

El panel permitirá al estudiante encontrar los elementos que constituyen la práctica, un dibujo ilustrativo que contempla un conjunto o un elemento mecánico correspondiente al tema de la práctica. Este dibujo tiene como objetivo informar e impactar al estudiante sobre la gran experiencia que se

encuentra por realizar, además servirá como ejemplo de aplicación de la teoría inscrita en la documentación.

Es claro que el diseño de este panel estará basado en el prototipo ya construido por los compañeros ALVARO JAVIER DURAN MARTINEZ y HERNAN DARIO MORA JAIMES, donde se tuvo en cuenta los aspectos los materiales idóneos para la construcción, así como la ergonomía para el correcto desempeño de la practica y el cual debe ser igual para todo el laboratorio. Sin embargo, fue necesario realizar unos cambios para que la disposición de los elementos y el mecano puedan ser trabajados libremente y con un aprovechamiento adecuado.

## **2.2 Reconocimiento del mecano, diferencial y elementos.**

Aquí el estudiante podrá reconocer los engranajes por medio de un conjunto, el estudiante tendrá la oportunidad de identificar elementos y su funcionalidad, así como la posibilidad de desarmar y ensamblar.

## **2.3 Reconocimiento de las herramientas de medida y desmontaje:**

El estudiante tendrá la posibilidad de desarmar el mecano, para ello contara con las herramientas necesarias que le faciliten el proceso, por medio de esto el estudiante podrá identificar parámetros indispensables para el paso posterior.

Al estudiante se le brindara la información adecuada acerca del uso y la manera como debe utilizarse cada una de las herramientas para el desarme y montaje del mecano y del diferencial de la práctica de engranajes, de igual manera para la medición de los parámetros de estos. Dicha información será recopilada en un manual, el cual estará disponible en la práctica, además de la ayuda del asistente del laboratorio.

## **3. Medir y consignar:**

Luego de haber desarmado tanto el mecano como el diferencial, el estudiante podrá identificar los parámetros geométricos de cada uno de los elementos que conforman la práctica de los engranajes (modulo, paso, diámetros, etc.) y de

esta manera, consignar datos en la respectiva plantilla de laboratorio la cual será desarrollada al mismo tiempo.

#### **4. Representación:**

Una vez el estudiante haya identificado parámetros y tomar datos de su geometría deberá realizar una representación técnica y grafica de engranajes, representación simbólica, características principales, dibujos y datos de corte, dibujo de detalles o parametros fundamentales asignados según norma de los tipos de engranajes trabajados durante la práctica, (Rectos, helicoidales, cónicos, sin fin corona).

#### **5. Realización de un informe:**

Al finalizar la práctica el estudiante deberá presentar un informe final, que demuestre la evidencia de los conocimientos adquiridos durante la experiencia, así como la posibilidad de expresar sus observaciones y conclusiones acerca de esta.

### **4.2 RECURSOS DEL PLANTEAMIENTO**

Como método para asegurar un desarrollo eficiente en la ejecución de la práctica, se ponen a disposición de los estudiantes los recursos necesarios, los cuales, se encuentran ligados a los pasos o procesos en el cual se está ejecutando y que constituyen material académico físico y digital ligado a una sección en cuestión. A continuación en la tabla 5 se puede observar una lista de los recursos necesarios existentes en cada proceso llevado a cabo para la práctica de los engranajes.

**Tabla 5 Listado de recursos según etapa del procedimiento de la práctica**

Recursos necesarios según proceso del procedimiento de la practica	Documentación Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales Conceptuales</li> </ul>	Sección 4.2.1
	Reconocimiento del Banco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banco de Práctica</li> <li>• Conjuntos y elementos de engranajes</li> <li>• Manual de procedimientos</li> </ul>	Sección 4.2.2
	Montaje y Desmontaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales de procedimientos</li> <li>• Herramientas</li> <li>• Conjuntos y elementos de engranajes</li> </ul>	Sección 4.2.3
	Medir y Consignar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales conceptuales</li> <li>• Plantilla de práctica</li> <li>• Herramientas de medición</li> </ul>	Sección 4.2.4
	Representación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuales conceptuales</li> <li>• Conjuntos y elementos de engranajes</li> <li>• Plantilla de práctica</li> </ul>	Sección 4.2.5

#### **4.2.1 PROCESO DOCUMENTACION CONCEPTUAL**

Esta sección consta de una descripción e información detallada acerca de los engranajes, su clasificación, definición, estructura, básicamente trata todo lo relacionado con el marco conceptual de los engranajes. Además se especifica la importancia de estos en la industria y su viabilidad en las máquinas y conjuntos mecánicos donde estén involucrados, cuenta también con una información basada en la representación grafica de los engranajes en los distintos ámbitos, así como también la manera como estos deben ser acotados y con ello los dibujos de construcción de estos. Estos manuales cuentan con la información necesaria para un excelente desarrollo de la práctica. Además se

cuenta también con un manual acerca del conjunto diferencial el cual consta de elementos de engrane. Su portada puede observarse en la siguiente figura 67y será expuesto en el anexo B, C, D y E.

**Figura 67 Manual conceptual de engranajes: teoría y clasificación**



**Figura 68** Tabla de contenido del manual conceptual de engranajes: teoría y clasificación



**TABLA DE CONTENIDO**

- 1.0 Introducción
- 2.0 Definiciones Geométricas Generales
- 3.0 Clasificación De Los Engranajes
  - 3.1 Ejes Paralelos
    - 3.1.1 Engranjes Cilíndricos de Dientes Rectos
    - 3.1.2 Engranajes Cilíndricos de Dientes Helicoidales
    - 3.1.3 Engranajes Helicoidales de Ejes Cruzados
    - 3.1.4 Engranajes Helicoidales Dobles
  - 3.2 Ejes Perpendiculares
    - 3.2.1 Engranajes Cónicos
      - 3.2.1.1 Engranajes Cónicos de Dientes Rectos
      - 3.2.1.2 Engranajes Cónicos de Dientes Helicoidales
      - 3.2.1.3 Engranajes Cónicos hipoide
    - 3.2.2 Engranajes Helicoidales Que Se Cruzan
    - 3.2.3 Tornillo Sin Fin y Corona
  - 3.3 Por Aplicaciones Especiales
    - 3.3.1 Planetarios
    - 3.3.2 De Cremallera
  - 3.4 Por la Forma de Transmitir su Movimiento
    - 3.4.1 Engranaje Loco o Intermedio
  - 3.5 Transmisión Mediante Cadena o Polea Dentada
    - 3.5.1 Mecanismo Piñón – Cadena
    - 3.5.2 Polea Dentada
- 4.0 Bibliografía

- Manual conceptual de engranajes: Teoría y clasificación

Esta sección corresponde a la introducción al mundo de los engranajes, por medio de este documento se especifica la geometría de los engranajes, como se encuentran clasificados y así mismo, se describen algunas de las aplicaciones más importantes en la vida cotidiana

- Manual conceptual de engranajes: El Diferencial

Este manual se encuentra enfocado específicamente a los Diferenciales, nos muestra como es el funcionamiento, como trabajan los engranajes que

conforman el grupo diferencial y estudia los distintos tipos de diferenciales existentes en el mercado actual así como sus diferentes aplicaciones.

- Manual conceptual de engranajes: Representación gráfica

Una parte esencial en cuanto a los engranajes se refiere es su representación. Este documento nos explica la manera como debe representarse los engranajes ya sea de manera individual o en un conjunto. Nos muestra la manera como debe representarse simbólicamente, la manera como debe ser acotada y además como debe representarse los engranajes por medio de planos ya sea descriptivo o para dibujos de fabricación o taller.

- Manual conceptual de engranajes: Fabricación

Este documento contiene la información necesaria para conocer los distintos tipos que existen en cuanto a la fabricación de engranajes se refiere, como varía su método de fabricación dependiendo el tipo de engranaje el cual va relacionado con su uso en la industria.

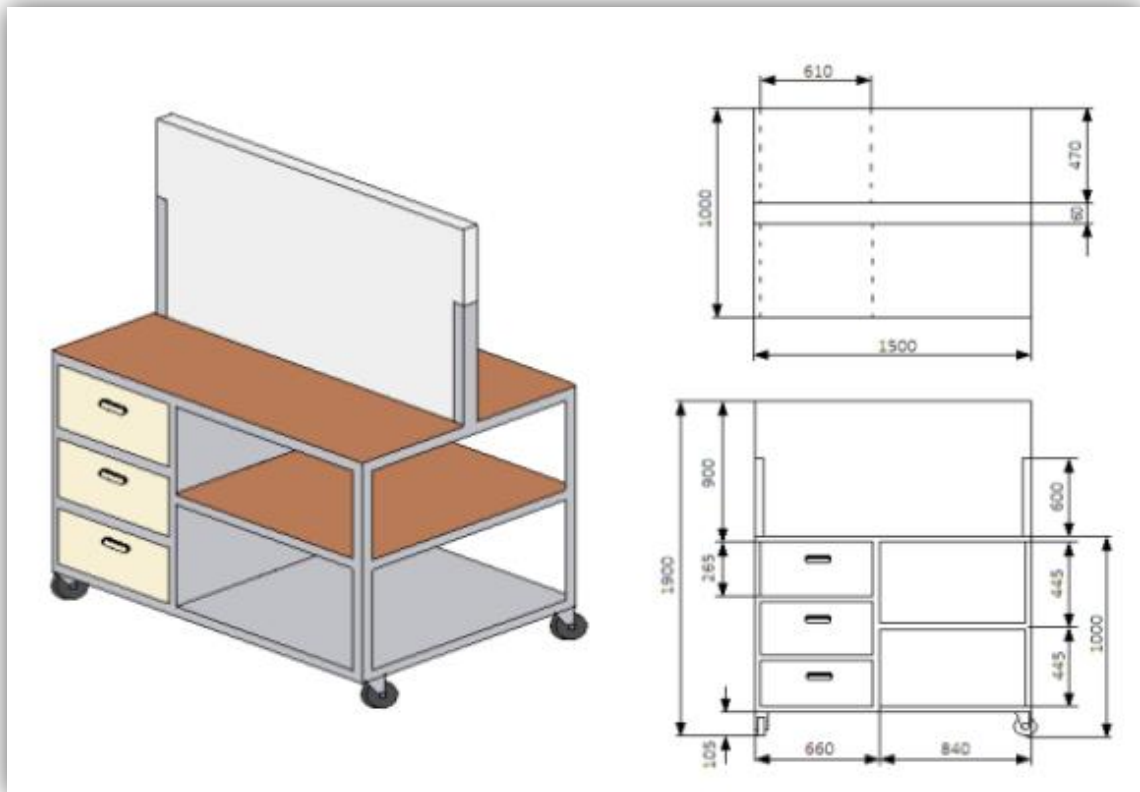
#### **4.2.2. PROCESO RECONOCIMIENTO DEL BANCO**

Tal como se expresó en la metodología implementada, este proceso es el primer contacto real que existe entre el estudiante y la experiencia de los engranajes. Estará basada en el reconocimiento del panel y de todos los elementos que conforman el banco.

Como se mencionó anteriormente se busca que al observar el panel el estudiante quede impactado o impresionado con esto, específicamente a primera vista al observar un dibujo, los cuales empezara a trabajar, permitiendo entonces visualizar los elementos que en poco tiempo entrara en contacto.

El diseño de este panel estará basado en el prototipo ya construido por los compañeros ALVARO JAVIER DURAN MARTINEZ y HERNAN DARIO MORA JAIMES como ya habíamos mencionado con anterioridad. Su diseño se presenta en el anexo número 1. El diseño del banco puede observarse en la figura 69

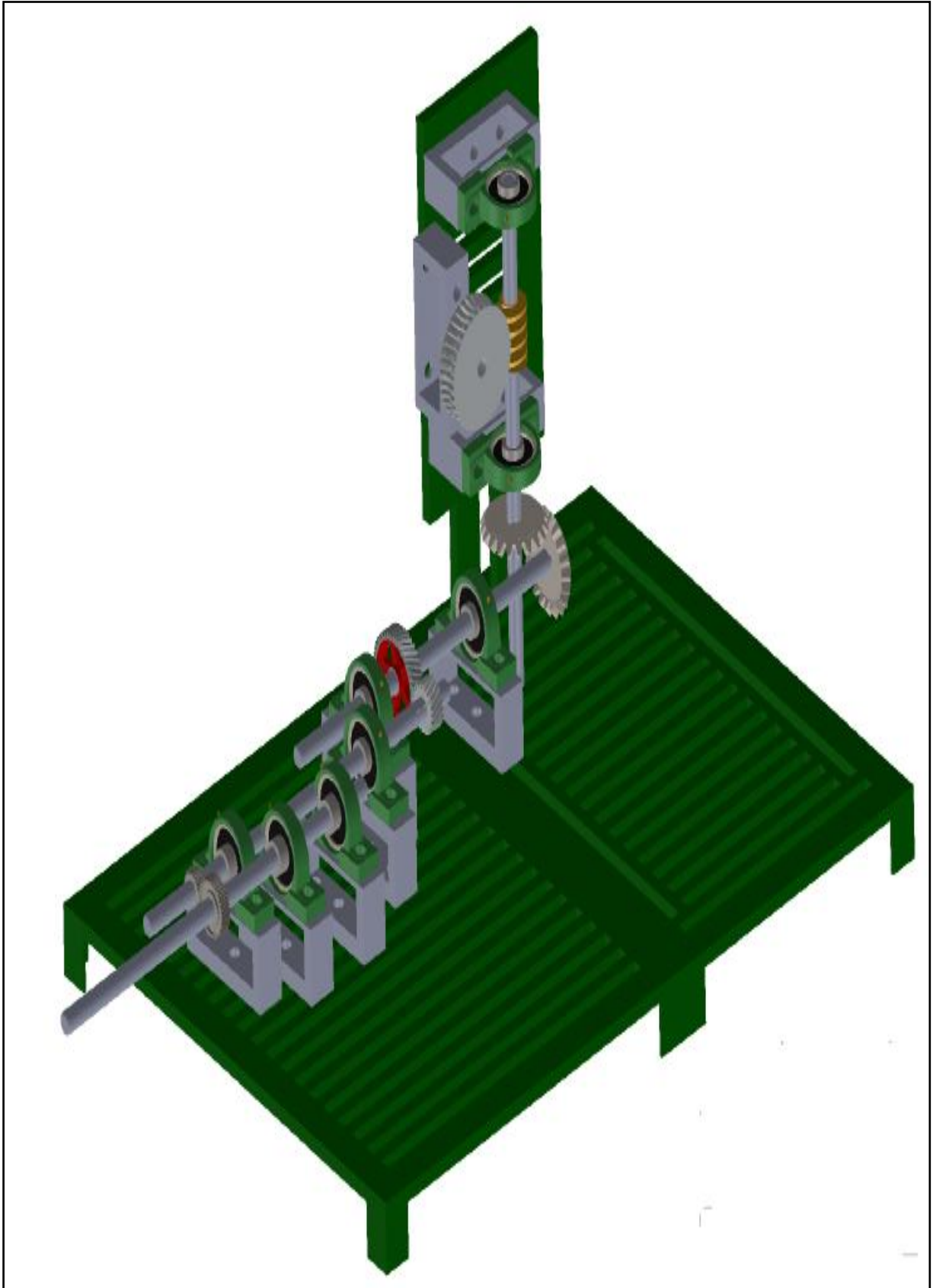
**Figura 69 Diseño del Banco**



- **RECONOCIMIENTO DEL MECANO, DIFERENCIAL, ELEMENTOS Y HERRAMIENTAS DE MEDIDA**

Para el desarrollo de la experiencia se construyo un mecano, y también se puso a disposición un diferencial con el propósito de mostrar algunas de las clases de engranajes, la manera como se realiza y transmite movimiento, además se cuentan con algunos elementos de engranes con el propósito de complementar el entendimiento en cuanto a los engranajes se refiere. Las imágenes de los diferentes sistemas se presentan en las siguientes figuras 70, 71 y 72.

Figura 70 Mecano



**Figura 71 Diferencial**



**Figura 72 Elementos y herramientas de medida**



### 4.2.3 PROCESO MONTAJE Y DESMONTAJE

Las diferentes herramientas las cuales se utilizaran en la experiencia facilitaran los procesos de montaje y desmontaje, así mismo para el proceso de medición y toma de datos que se llevaran a cabo durante la experiencia. Con base en esto se hacen necesarias las siguientes herramientas: llave de apriete 14 y 17 (1/2 y 11/16) sirve para desmontar la tornillería correspondiente en el diferencial, destornillador plano el cual es usado como un elemento de apoyo con la finalidad de servir como punzón de pasadores en el diferencial, una llave de expansión que nos permite cambiar su posición y acomodarse indispensable para el apriete de tronillos en el diferencial y en el mecano, un juego de llaves Allen, el cual nos permite aprietes de las piezas a los ejes de nuestro mecano. Finalmente para la toma de medidas es necesario entonces calibrador pie de rey, un micrómetro de platillos y una cinta métrica. Las imágenes de las herramientas se presentan a continuación en las figuras 73, 74, 75, 76 y 77.

**Figura 73 Juego de llaves de apriete**



**Fuente:** <http://www.sunnysteel.com/>

**Figura 74 Destornillador plano**



**Fuente:** [www.vicma.es](http://www.vicma.es)

**Figura 75 Llave de expansión**



**Fuente:** [casaferretera.com](http://casaferretera.com)

**Figura 76 Llave hexagonal**

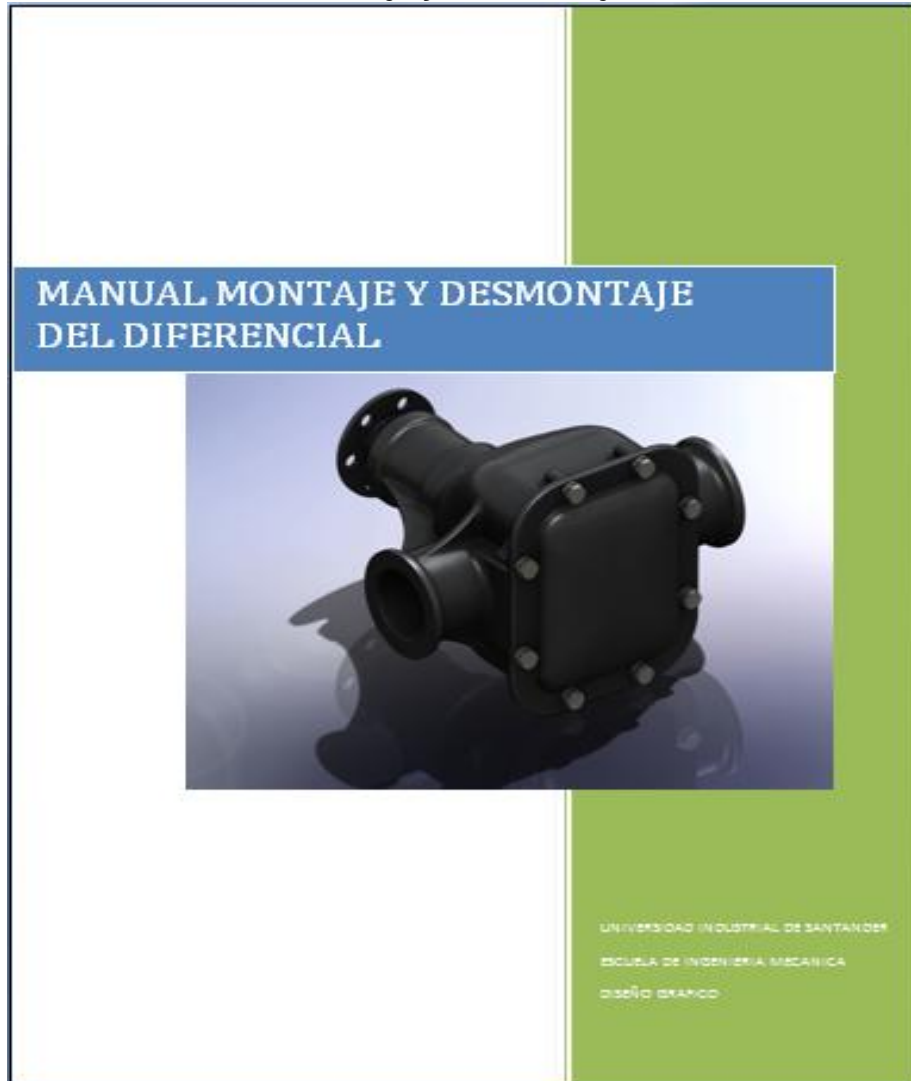


**Figura 77 Herramientas de medida**



Como complemento a esto se desarrollo un manual de procedimiento el cual contiene la información necesaria que permita al estudiante en los procesos de montaje y desmontaje tanto del mecano como del diferencial, una vista rápida de la portada se muestra en la siguiente figura 78 para mayor información se pueden revisar los anexos G y H.

**Figura 78 Portada Manual montaje y desmontaje del diferencial**

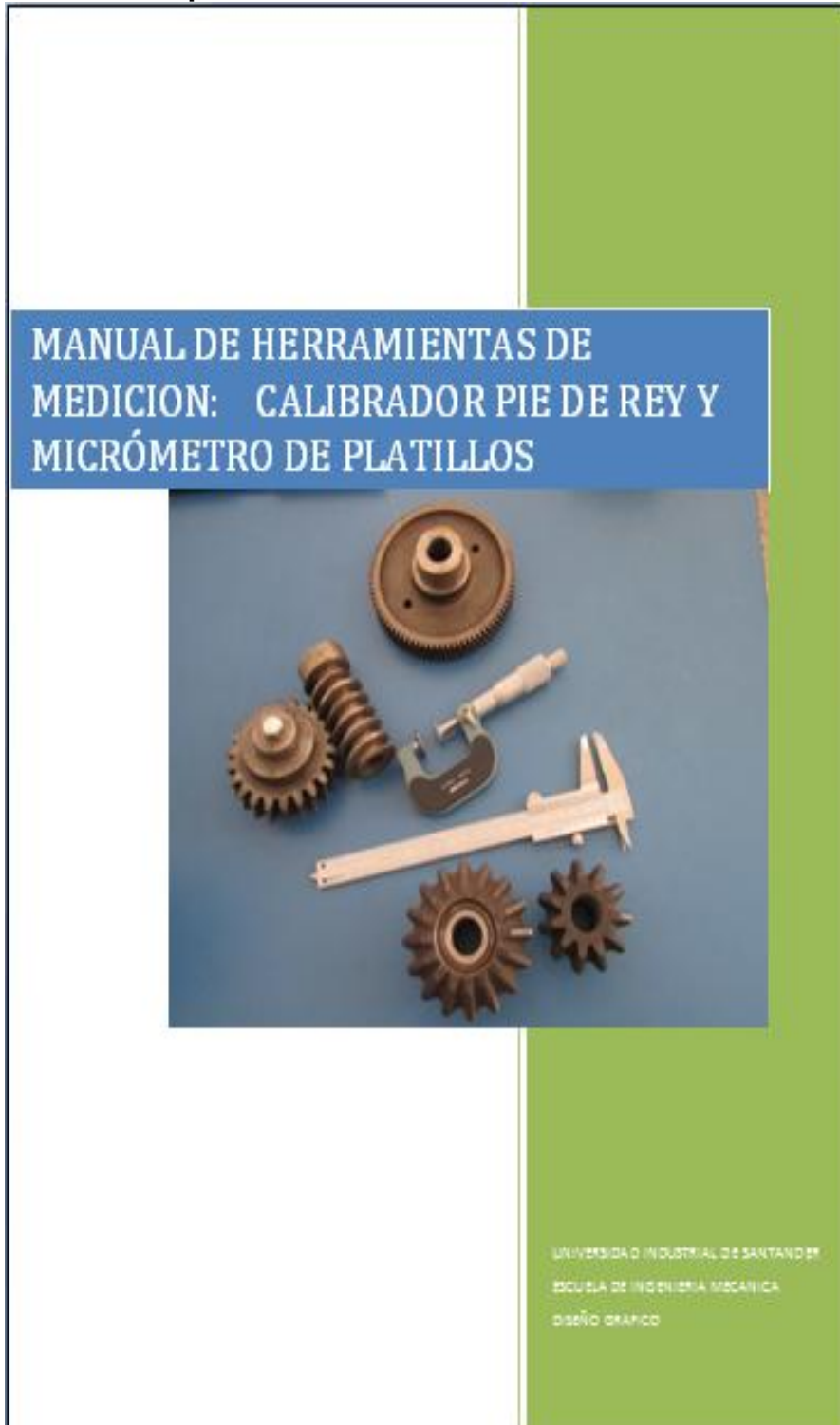


#### **4.2.4 PROCESO MEDIR Y CONSIGNAR**

Esta sección constituye una de las partes evaluativas del proceso, pues dado que con las ayudas de los manuales conceptuales, de procedimientos y el manual de herramientas de medición permitirá al estudiante el desarrollo óptimo de la práctica, brindándonos información acerca de estos como lo son los parámetros fundamentales en las medidas de los engranajes, como por ejemplo el paso, modulo, diámetros, ángulos, etc., y que serán consignados en la plantilla de informe correspondiente de la práctica. Este último manual contiene la información necesaria de los instrumentos de medida usados en la práctica de engranajes, su forma como debe emplearse, la manera como deben ser medidos los dientes y algunas aplicaciones especiales como lo son la verificación de engranajes, el cual fue incluido en una plantilla de práctica.

La imagen a continuación (figura 79) representa la portada de este manual el cual se encuentra como un documento anexo F.

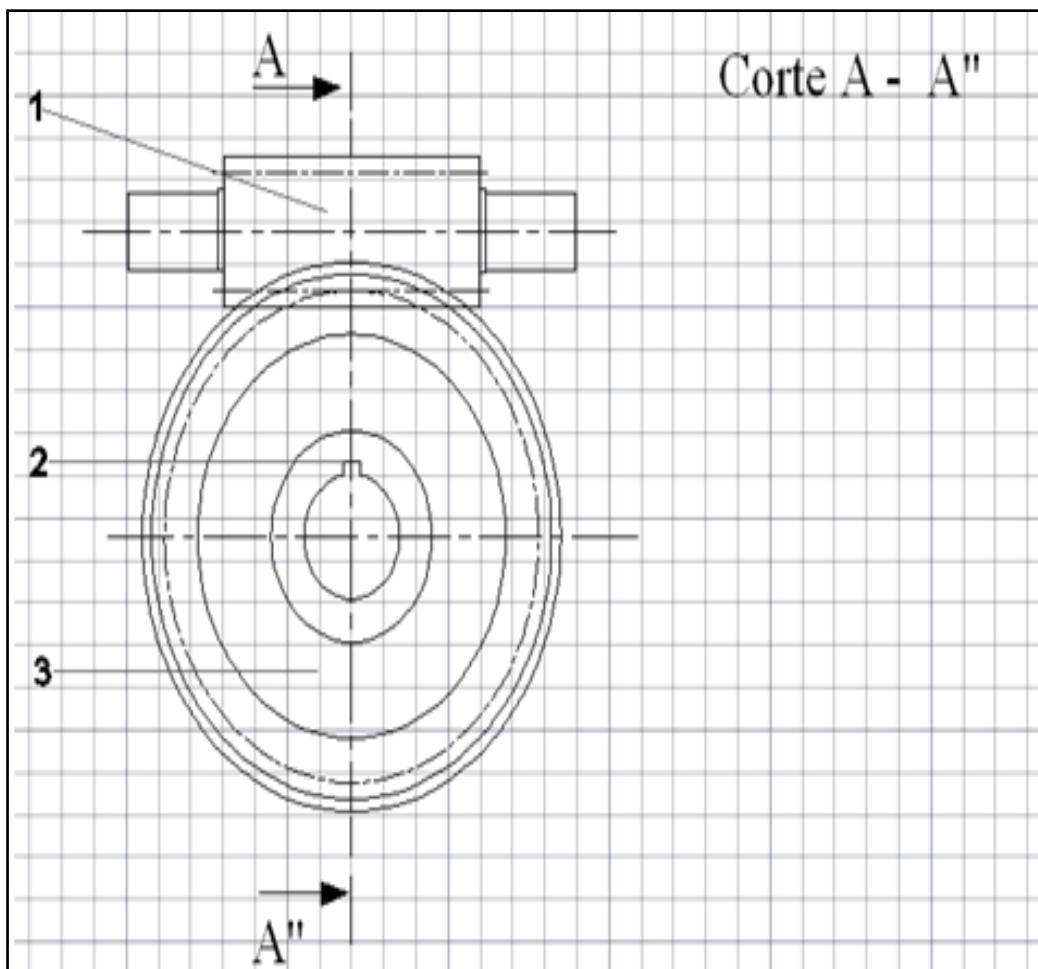
**Figura 79 Portada Manual de Herramientas de medición: calibrador pie de rey y micrómetro de platillos**



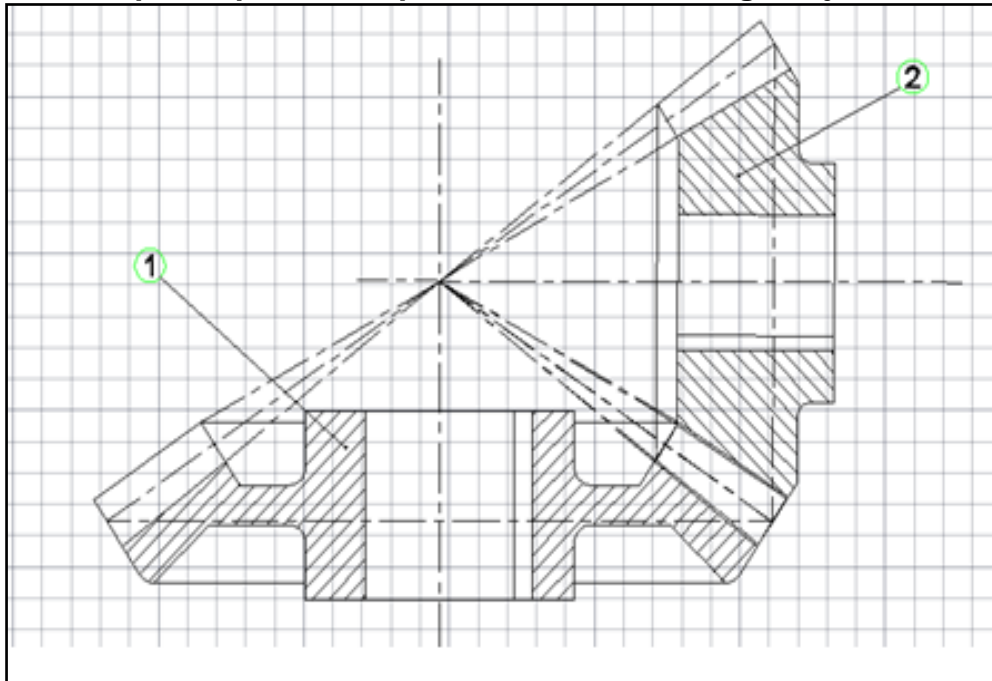
#### 4.2.5 PROCESO REPRESENTACIÓN

En este proceso el estudiante complementara lo realizado en el proceso de medir y consignar, ayudado entonces con los manuales conceptuales de representación grafica de engranajes estará en la capacidad de realizar una representación técnica y grafica de estos, representación simbólica, sus características principales, dibujos y datos de corte, dibujo de detalles o parametros fundamentales asignados según norma de los tipos de engranajes trabajados durante la práctica. Las figuras 80 y 81 corresponden a los encisos III y IV de la plantilla de práctica de Engranajes – Mecano, donde para mayor información se puede revisar el anexo I.

**Figura 80 Esquema proceso representación de un tornillo sinfín corona**



**Figura 81 Esquema proceso representación de un engranaje cónico**



## **5.0 TICS DE APRENDIZAJE PARA LA PRÁCTICA DE ENGRANAJES**

### **5.1 INTRODUCCION**

Como un mecanismo para transmitir, procesar y difundir la información de una manera instantánea, el proceso de documentación en el proyecto, nos lleva a la búsqueda de soluciones digitales, la cual permita un mayor entendimiento de la parte conceptual de este proceso.

Además se pretende motivar al estudiante en la lectura de la información la cual se requiere para el desarrollo de las prácticas de engranajes. Es posible lograr esto mediante páginas web y videos programados o relacionados. Su proceso realizado se describe de la siguiente manera

### **5.2 OBJETIVOS**

- Iniciar al estudiante en la lectura de la documentación de una manera recursiva y opcional pedagógicamente viable.
- Proveer al estudiante recursos alternativos que complementen el proceso de documentación.

- Invitar al estudiante en el aprendizaje de engranajes otorgando un acceso a la información de una manera rápida, clara y concisa la cual resulta vialmente efectiva al abarcar todos los procesos del proyecto.

### 5.3 DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

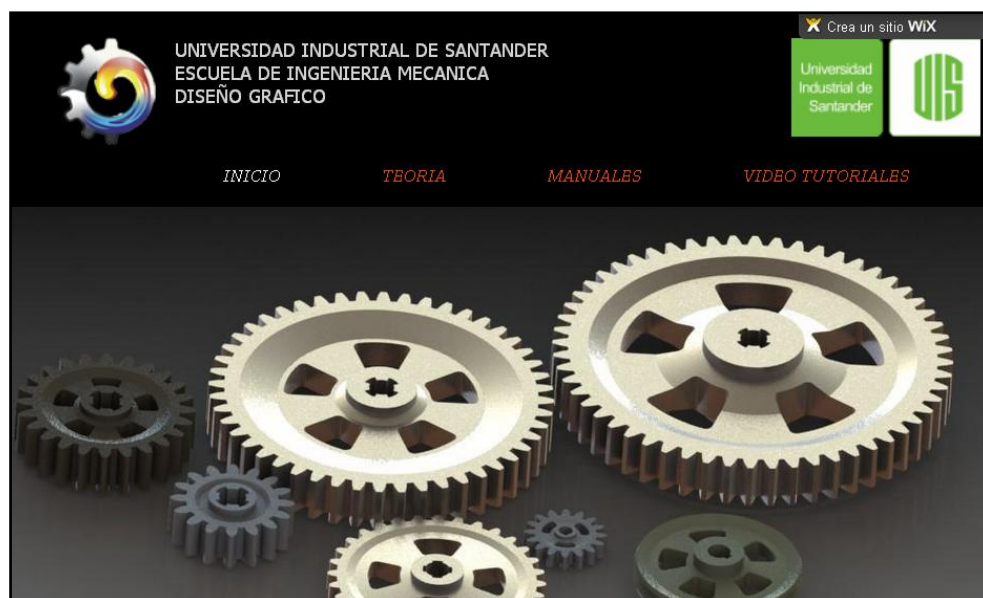
**5.3.1 Pagina web.** El desarrollo de la página web trabaja partiendo de la misma metodología aplicada durante la realización del proyecto. Tiene como propósito brindar al estudiante un medio alternativo de acceso a la información, la cual a su vez sea de fácil y completo acceso. Se pretende además que su diseño intente atraer al estudiante generándole una sensación de impacto y encaminarlo de esa manera al aprendizaje de los engranajes.

El enlace de la página es <http://mryotigeorge.wix.com/engranajes>

#### ✓ **Página principal**

Se presenta en un enlace de inicio donde se le da la bienvenida al estudiante reconociendo a la institución y a la escuela por medio de sus logos y nombrando al área de diseño grafico. Se presentan unas imágenes en presentación tipo “slide show” con el propósito que pretenda captar la atención del estudiante desde un comienzo, se da una introducción de lo que se presentara en la pagina. Ver figura 82.

**Figura 82 Pantalla principal pagina web**



## **Teoría**

En esta sección el estudiante encontrara toda la teoría pertinente acerca de los engranajes, información básica para conocer cuáles son los parámetros fundamentales de estos que nos permitan realizar una representación grafica. Se encontrara la información acerca de la aplicación de los engranajes en un mecanismo diferencial. En esta sección se encontrara un enlace exclusivo dedicado a los dibujos de engranajes como una forma de visualizar y complementar el entendimiento de la temática. Dicha información estará disponible también a modo de descarga para que el estudiante la conserve como unas memorias si así lo desea.

## **Manuales**

Se le brinda al estudiante los manuales de medición, los manuales de montaje y desmontaje del mecano y del diferencial, para que también puedan ser descargados en pdf, de tal manera el estudiante tenga un completo acceso de la información, se pretende además que el estudiante dedique sus horas extra de estudio pertinentes a la asignatura en lo relacionado lo cual permitirá entonces reducir el tiempo de la lectura del manual en la práctica del laboratorio.

### **5.3.2 Video tutoriales**

Este proceso se le brinda al estudiante como una alternativa en el desarrollo del tema de los engranajes si lo que pretende es adquirir un entendimiento o quizás un repaso de lo ya aprendido con anterioridad por medio de la lectura, se le muestran aplicaciones de estas tecnologías y enlaces relacionados con el tema.

**Figura 83 Video tutorial**



## **6. PRUEBA PILOTO EN LA PRÁCTICA DE ENGRANAJES**

### **6.1 INTRODUCCION**

Dadas las características del proyecto, una etapa indispensable luego de realizar el diseño y elaboración de las prácticas, es una prueba piloto para cada una de las experiencias. Al ser variables de diseño, el tiempo de ejecución de la actividad, el entendimiento claro por parte de los estudiantes de cada uno de los parámetros elaborados en el proyecto, manuales, documentación y prácticas, y finalmente el buen desempeño de los mecanismos que involucran engranajes en los procesos de montaje y desmontaje, se ve la necesidad de realizar una simulación de cada una de las experiencias propuestas en el proyecto.

## 6.2 PROPOSITOS DE LA SIMULACION

- ✚ Adoptar la información que demuestre el cumplimiento de los parámetros de diseño en cada una de las prácticas
- ✚ Realizar un ensayo piloto con estudiantes de tercer nivel, que se encuentre cursando la asignatura de diseño grafico con el propósito de comprobar que el proceso pedagógico y de aprendizaje fueron satisfactorios.
- ✚ Validación del tiempo máximo establecido para el desarrollo de las prácticas.
- ✚ Rediseño de la práctica de acuerdo a las recomendaciones y observaciones recogidas durante la simulación.

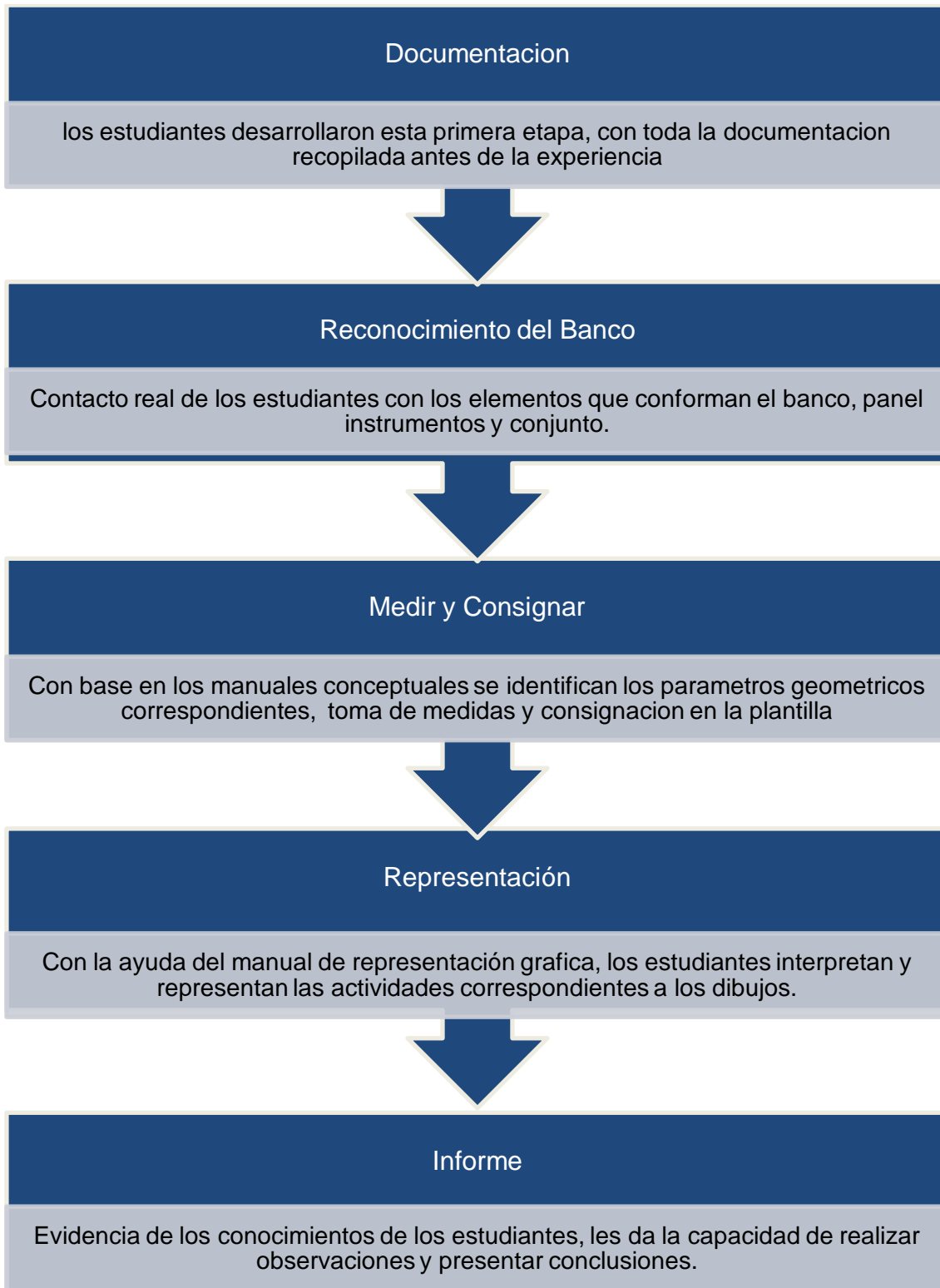
## 6.3 SELECCIÓN DE ESTUDIANTES

Los estudiantes que hicieron parte de este proceso de acompañamiento en el proceso de simulación fueron: **Andrés Felipe Hernández** identificado con el código estudiantil 2132795, y **Javier Maldonado** identificado con código 2132142, ambos estudiantes se encuentran actualmente cursando la asignatura de Diseño Grafico, pertenecientes a la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

## 6.4 ENSAYO DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Para el desarrollo que realizaron los estudiantes durante la práctica lo podemos observar por medio de la siguiente figura

**Figura 84 Desarrollo del procedimiento**



A continuación se adjuntan fotos de registro de los estudiantes, en su proceso de la práctica

Figura 85 Foto registro de la práctica



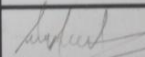
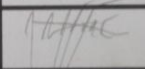
	PRACTICA DE ENGRANAJES - MECANO			 CONSTRUIMOS FUTURO
	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DISEÑO GRAFICO			
Nombre	Código	Firma	Fecha:	
Andrés Felipe Hernández	2132795		05/02/15	
Javier Maldonado	2132142		Reviso:	
<b>INTRODUCCION</b>				
<p>Mediante la utilización de un mecano, se busca continuar con la aplicación grafica de los engranajes, se complementan con dibujos de detalle, de taller y acotaciones de algunos elementos que conforman el sistema. Finalmente se pretende mostrar la aplicación que tienen los engranajes al interactuar entre si, visto como un conjunto mecanico.</p>				
❖ Identificar los diferentes tipos de parámetros que existen sobre engranajes para la representación y dimensionamiento de los elementos aplicando las normas respectivas.				

Figura 86 Foto registro desmontaje del diferencial



**Figura 87 Foto registro toma y consignación de datos**



**Figura 88 Foto registro del diferencial**



**Figura 89 Foto registro Armado del mecano**



▪ **Verificación del tiempo de ejecución de la práctica**

Culminada las prácticas de prueba se obtuvieron los siguientes registros de tiempo

**Tabla 6 Tiempos de ejecución de la práctica.**

<b>PRÁCTICA</b>	<b>TIEMPO DE DURACION</b>
Mecano	58 minutos
Diferencial	45 minutos
Verificación de engranajes	26 minutos
<b>TOTAL</b>	<b>129 Minutos</b>

En la tabla anterior se observa el tiempo de duración por práctica y el total de esta el cual debe estar programado para dos horas (2 h) o ciento veinte minutos (120 min), como podemos observar en nuestro caso existe un excedente de nueve minutos (9 min), sin embargo podemos inferir que se verifica el cumplimiento del parámetro de diseño en tiempo aceptable, pues depende en gran medida de la agilidad de los elementos de medición y de trabajo, los cuales los estudiantes no están acostumbrados a interactuar, con el tiempo y la práctica es posible reducir aun mas los tiempos realizados.

## **6.5 CORRECCIONES REALIZADAS DESPUÉS DE LA PRÁCTICA DE PRUEBA**

Una vez finalizada las prácticas los compañeros hicieron las siguientes observaciones

- Presentaron cierta dificultad al observar dibujos donde se involucran dos ruedas dentadas, dado que por tratarse de copias el color es el mismo y no logra verse bien los detalles.

Se procedió entonces a cambiar la nitidez de las figuras por medio del brillo para darle más nitidez a las imágenes y tratar de que se observen de una mejor manera los detalles

- En todas las plantillas manifestaron en las observaciones la importancia de interactuar de esta manera como un complemento indispensable de la asignatura.

Aunque en estos momentos es algo que no se puede corregir, ese es el propósito de este trabajo de grado, permitir ese tipo de conexión entre la práctica y el estudio de la asignatura.

## 7. CONCLUSIONES

Se logro cumplir con los objetivos propuestos para el proyecto de grado, participando en la implementación del laboratorio de diseño grafico, mediante el diseño y construcción de la práctica de engranajes, incorporando representaciones graficas y parámetros fundamentales de los engranajes considerados como una rueda dentada o en conjunto, participando a su vez en diseño y elaboración de material pedagógico, permitiendo que el aprendizaje de los temas desarrollados en las prácticas sea beneficioso para su aprovechamiento, importantes en la vida de un Ingeniero Mecánico.

Se desarrollo un nuevo procedimiento de ejecución de práctica con cinco procedimientos, a partir del rediseño en la práctica de transmisión de potencia por elementos rígidos, propuesta presentada en el proyecto de grado de los compañeros Álvaro Javier Duran Martínez y Hernán Darío Mora Jaime, con el apoyo de recursos físicos y un material pedagógico, lo cual permitió que la experiencia de transmisión de potencia por engranajes fuera constructiva, concisa y de un rápido entendimiento, donde se implementara un proceso de aprendizaje eficaz para el estudiante.

Dentro de la realización de este proyecto se implemento una serie de documentos que incluyen la sección de manuales conceptuales en el procedimiento de la práctica, donde se pretende brindar toda la información relacionada que será la base del aprendizaje de los engranajes y su respectiva representación grafica, la cual fue desarrollada con herramientas pedagógicas lo cual permiten una lectura amena y atractiva del estudiante.

Se realizaron tres prácticas así: Practica de engranajes – Mecano, Diferencial y verificación de engranajes para ser realizadas en el laboratorio, con el propósito de que los estudiantes refuercen los temas adquiridos en el aprendizaje teórico y de manera práctica observe y comprenda la importancia de la experimentación y la observación que son la base para el desarrollo de un raciocinio ingenieril.

## **8.0 RECOMENDACIONES**

Para dar continuidad al proceso de formación del aula del laboratorio de diseño gráfico se hace necesario culminar las prácticas faltantes como proyectos de grado en los estudiantes de pregrado, con el propósito de terminarlo y ayudar con el mejoramiento de la calidad técnica de la escuela de Ingeniería Mecánica.

Es de vital importancia que la Escuela en su proceso de crecimiento cuente con la infraestructura necesaria para dar a paso al laboratorio de diseño gráfico, indispensable para ir de la mano con su asignatura, dado que promueve la creatividad y el interés por aprender más, por parte de los estudiantes.

Se recomienda tener en cuenta la metodología desarrollada en este proyecto de grado, así como su procedimiento diseñado para lograr un aprovechamiento máximo, de igual forma validar las etapas del procedimiento de ejecución en las prácticas faltantes por desarrollar, considerando que la naturaleza de estas así lo requiere.

## BIBLIOGRAFÍA

ANGAMARCA LIMAICO, Carlos y PAREDES ACOSTA, Klever. Banco didáctico del sistema diferencial. Latacunga - Ecuador, 201. Trabajo de Grado (Tecnólogo en Mecánica Automotriz) Escuela Politécnica del Ejército. Extensión – Latacunga. Departamento de Energía y Mecánica.

BAUTISTA SIERRA, Néstor y GUERRA DÍAZ, Jaison. Diseño y construcción de un instrumento para el aprendizaje de dibujos de ensamble en la Escuela de Ingeniería Mecánica para la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga 2012. Trabajo de grado (Ingeniería Mecánica) Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

CHEVALIER, A. Dibujo Industrial. Limusa. 2005. ISBN 10: 968183948X

DE CASTRO, Vicente. Enciclopedia del motor y del Automóvil, CEAC 1990.

DÍAZ DEL CASTILLO, Felipe. Engranajes: historia, fabricación y fallas. Departamento de ingeniería, Laboratorio de tecnología de materiales, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuatitlán Izcalli, 2013.

DURÁN MARTÍNEZ, Álvaro y MORA JAIMES, Hernán. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico. 3aparte: Manual y diseño de prácticas. Bucaramanga 2011. Trabajo de grado (Ingeniería Mecánica) Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

DYGDON, Jhon Thomas; NOVAK, James E; SPENCER, Henry Cecil. Dibujo Técnico. 7 ed. Alfa omega, 2003. ISBN: 9701506774.

Engranaje. [En línea]. 2010. [Consultado en Agos 2014] disponible en: <[http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)>

Engranajes. [En línea]. 2009. [Consultado en Agos 2014] disponible en: <<http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>>

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA, Julio Garavito. Plásticos Protocolo, Curso de procesos de manufactura, Edición 2007-2 Facultad de Ingeniería Industrial. Santa Fe de Bogotá.

ESPINOSA, M<sup>a</sup> del Mar; Domínguez, Manuel. Fundamentos de dibujo técnico y diseño asistido. UNED ediciones. ISBN 64-362-4348-X.

ESTÉVEZ Segundo; SANZ Pedro. La medición en el taller mecánico. 1 ed. Barcelona. CEAC, 1977.

FERNÁNDEZ CÁRDENAS, Alexander. Verificación de engranajes cilíndricos de dientes rectos con máquina de medición de coordenadas. Lima, Perú 2010. Trabajo de grado (Ingeniería Mecánica) Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingenierías.

GIESECKE, Technical Drawing, 12 ed. Prentice – Hall, Inc. 2003.

HAMROCK, Bernard J., JACOBSON, Bo, SCHMIDT, Steven. Elementos de Maquinas. McGraw – Hill/ Interamericana de México, 2000. ISBN 9789701027998.

HELSEL, Jay D.; JENSEN, Cecil; Short, Dennis R. Dibujo y diseño en ingeniería. 6 ed. México: McGraw - Hill, 2002. ISBN 970-10-3967-X.

HERMOGENES, Gil. Manual del Automóvil, España: Cultural S.A 2002, Tomo III.

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Manual de normas de aplicación para dibujo técnico, IRAM Edición XXVII. 1983. 146 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACIÓN. Dibujo técnico. Principios generales de presentación. NTC 1777. Bogotá D.C.: El Instituto, 2001. 27 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACIÓN. Dibujo técnico. Representación convencional de engranajes. NTC 1832. Bogotá D.C.: El Instituto, 2000, 9 p.

PINTOR BOROBIA, Jesús M<sup>a</sup>., Apuntes de la asignatura Teoría de Máquinas, Tema 8: Mecanismos de contacto directo: Engranajes. Escuela técnica superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Pública de Navarra.

ROJAS, María Cristina. Piñones - Diente por diente y vuelta por vuelta. En: Revista Metal actual. p. 44-50, [www.metalactual.com](http://www.metalactual.com)

Universidad Carlos III de Madrid, Teoría de mecanismos. Practicas. [En línea]. 2008. [Consultado en Agos 2014] disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/practicas>>.

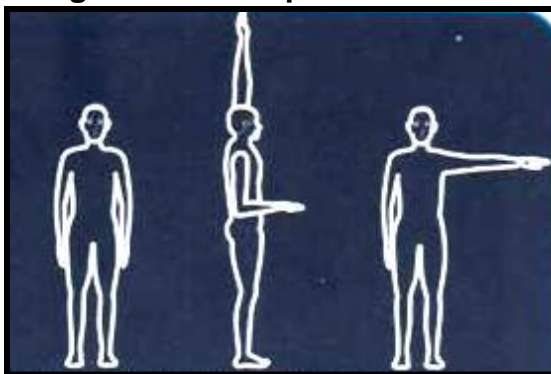
## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**DISEÑO DEL BANCO DE PRÁCTICAS**

## DISEÑO DEL BANCO PROTOTIPO

Este banco fue concebido y diseñado bajo el principio fundamental del diseño conocido como ergonomía y principios de antropometría; junto con otros requerimientos técnicos que hicieran de este un banco ilustrativo, cómodo, económico funcional y operativo entre otros. La posición escogidas para el desarrollo de las actividades fueron la posición erguida y como referencia la altura del codo al suelo (Ver Imagen A1.1); teniendo en cuenta la naturaleza del puesto, manipulación de cargas, objetos, movilidad y diseño emplazamiento.

**Figura A1.1 Posición erguida del cuerpo 5**



**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Durán Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. 2011

### 1.0 Antropometría.

Es considerado una disciplina perteneciente a la **ergonomía** y cuyo origen se remonta a la antropología física, que se encarga de registrar las medidas del cuerpo humano tomando como referencia ciertos puntos anatómicos con la finalidad de optimizar la relación de las personas con el entorno, ya sea por medio de puestos de trabajo ó desarrollo de productos confortables que se adaptan a la persona que hace uso de ellos.

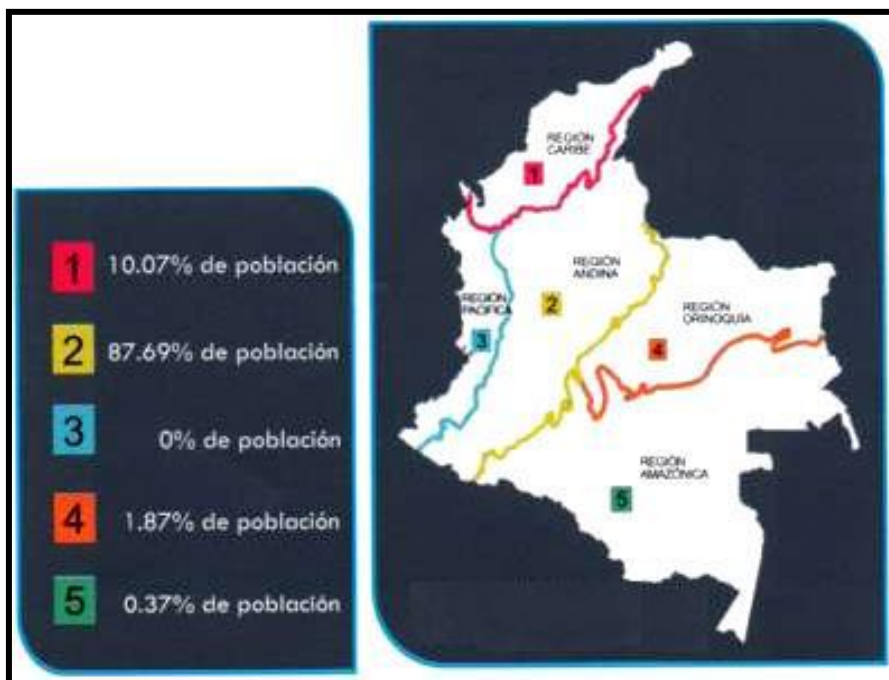
**2.0 Banco metálico.** En el diseño de muebles, máquinas o productos se debe tener en cuenta hacia quien va dirigido el diseño o qué tipo de personas utilizarán dicho producto; es así como se debe tener en cuenta si el diseño es exclusivo para la utilización de una persona, un grupo de personas muy numeroso o si estará dirigido hacia una población; de acuerdo a eso se pueden

usar algunos principios básicos del diseño antropométrico como lo son; diseño para un intervalo ajustable, diseño para extremos o diseño para el promedio.

Para el dimensionamiento estructural y funcional del banco prototipo se recurre al análisis de sus características y parámetros fundamentales; es así como se llega a la conclusión que la altura de trabajo o plano de trabajo era por decirlo así uno de los elementos más críticos e importantes a la hora del dimensionamiento para dicho banco.

Para llegar a determinar una altura adecuada y óptima para el plano de trabajo se basó en el libro “Datos Antropométricos para el Diseño”<sup>7</sup> para una población perteneciente a la Universidad Industrial de Santander y que representa una muestra significativa teniendo en cuenta el carácter pluricultural de la población de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**Figura A1.2 Porcentaje de participación por regiones**

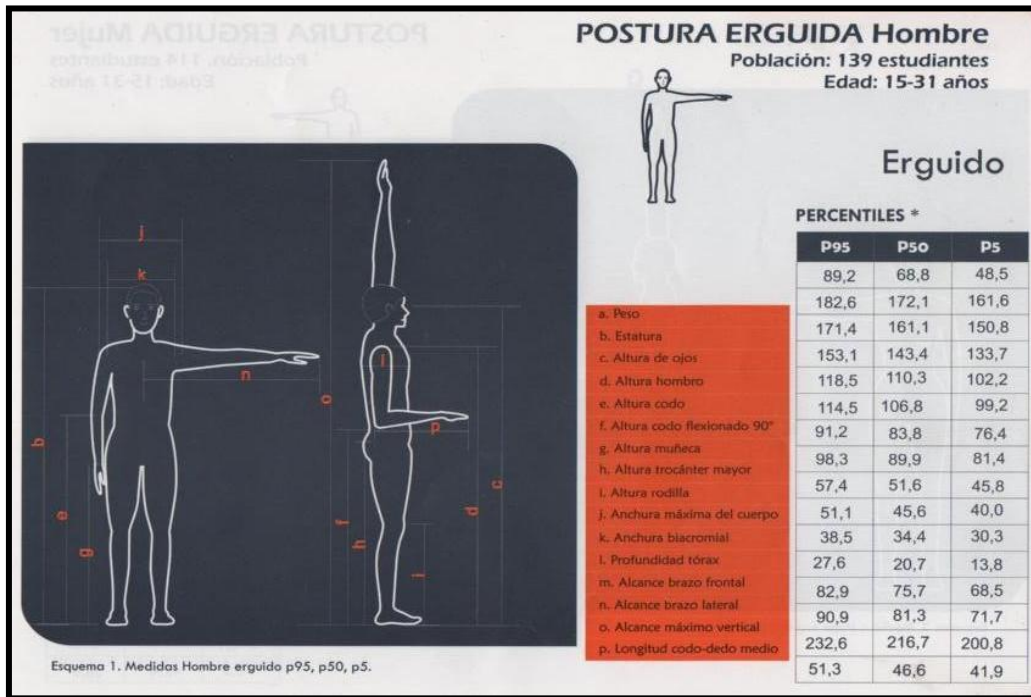


**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Durán Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. 2011

La altura del plano de trabajo es importante ya que puede ocasionar en los estudiantes lesiones a nivel de la espalda ya que una altura muy alta puede hacer que levanten excesivamente los hombros y una altura demasiado baja

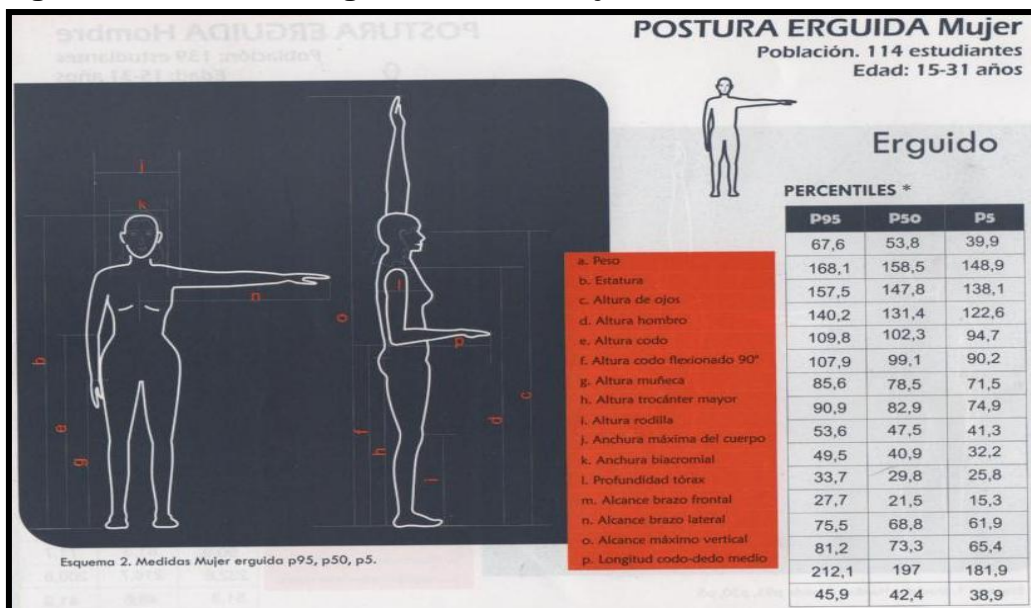
hacer agachar constantemente a las personas afectando la parte baja de la espalda.

**Figura A1.3 Postura erguida de un hombre**



**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Durán Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. 2011.

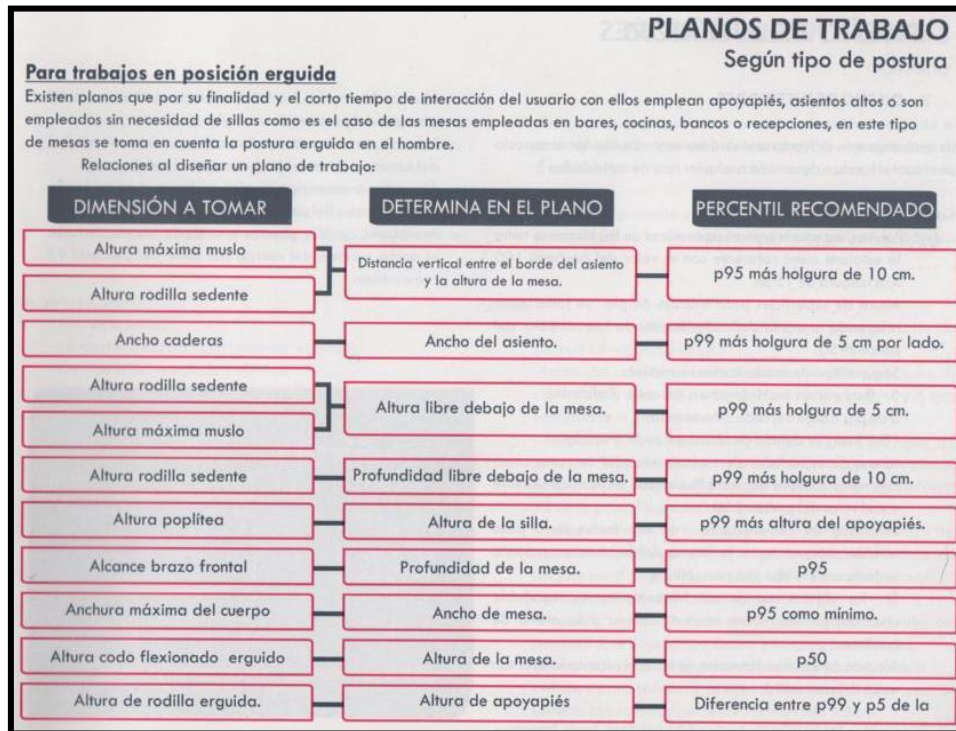
**Figura A1.4 Postura erguida de una mujer**



**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Durán Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. 2011

Estas imágenes tienen los percentiles P95 P50 Y P5 tanto para hombres como para mujeres de medidas antropométricas básicas para el desarrollo de planos de trabajo; siendo la medida “f: altura codo flexionado 90°” la dimensión recomendada para nuestra altura de plano.

**Figura A1.5 Planos de trabajo**



**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Durán Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. 2011

Según la imagen anterior y la recomendación de uno de los autores del libro, la Diseñadora M. Fernanda Maraday, el percentil recomendado a utilizar dadas las condiciones de trabajo, de los posibles grupos que utilizaran dicho banco es el percentil 50 para mujeres el cual tiene un valor de 99,1 cm.  $H_t = \text{Aprox } 100\text{cm}$

Para el ancho del banco de trabajo teniendo en cuenta que debe ser utilizado al menos por dos personas al mismo tiempo tomamos como referencia la suma de las siguientes dimensiones “j. anchura máxima del cuerpo + n. alcance brazo lateral” para hombres y percentil como mínimo P95, lo cual nos da

$(51.1+90.9) = 142$  cm, 1.5m aprox. para el ancho del plano de trabajo del banco prototipo.

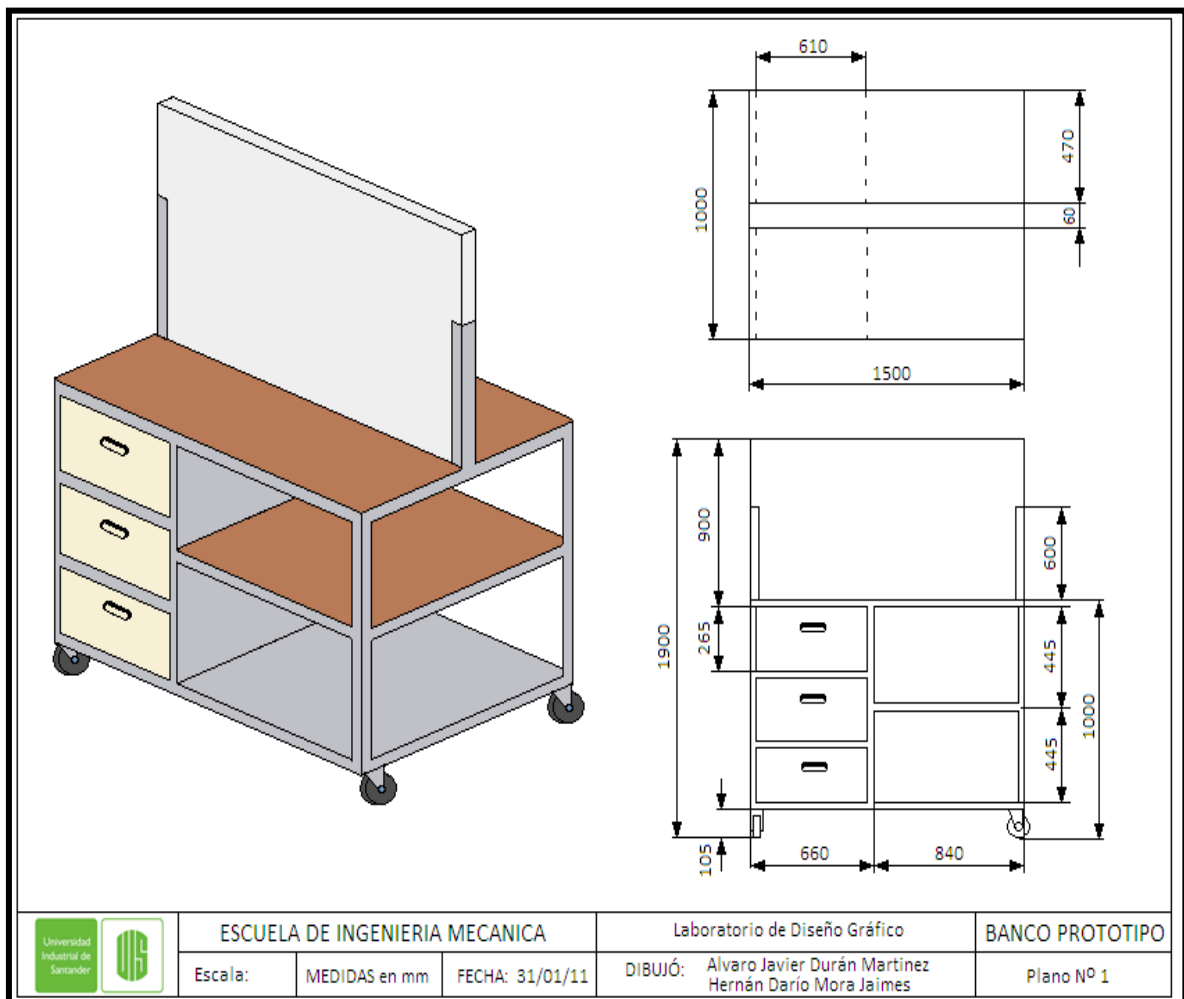
Para hallar el alcance sobre el plano de trabajo los autores y la tabla recomiendan:

Máximo adelante:

1. Alcance brazo frontal = P95
2. Profundidad tórax = P95

Para obtener la medida:  $1 - (2 + \text{holgura de 4 cm}) = 61.9 - 27.7 + 4 = 38.2$ cm.

**Figura A1.6 PLANO EN CAD DEL BANCO PROTOTIPO**



**Fuente:** Mora Jaimes Hernán, Durán Martínez Álvaro. Diseño para el montaje y desarrollo del laboratorio de diseño gráfico en la escuela de ingeniería mecánica de la universidad industrial de Santander. 2011

## **ANEXO B**

### **MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: TEORÍA Y CLASIFICACIÓN**

# MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: TEORIA Y CLASIFICACION



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DISEÑO GRAFICO

## **TABLA DE CONTENIDO**

### **1.0 Introducción**

### **2.0 Definiciones Geométricas Generales**

### **3.0 Clasificación De Los Engranajes**

#### **3.1 Ejes Paralelos**

##### **3.1.1 Engranjes Cilindricos de Dientes Rectos**

##### **3.1.2 Engranajes Cilíndricos de Dientes Helicoidales**

##### **3.1.3 Engranajes Helicoidales de Ejes Cruzados**

##### **3.1.4 Engranajes Helicoidales Dobles**

#### **3.2 Ejes Perpendiculares**

##### **3.2.1 Engranajes Cónicos**

###### **3.2.1.1 Engranajes Cónicos de Dientes Rectos**

###### **3.2.1.2 Engranajes Cónicos de Dientes Helicoidales**

###### **3.2.1.3 Engranajes Cónicos hipoide**

##### **3.2.2 Engranajes Helicoidales Que Se Cruzan**

##### **3.2.3 Tornillo Sin Fin y Corona**

#### **3.3 Por Aplicaciones Especiales**

##### **3.3.1 Planetarios**

##### **3.3.2 De Cremallera**

#### **3.4 Por la Forma de Transmitir su Movimiento**

##### **3.4.1 Engranaje Loco o Intermedio**

#### **3.5 Transmisión Mediante Cadena o Polea Dentada**

##### **3.5.1 Mecanismo Piñón – Cadena**

##### **3.5.2 Polea Dentada**

### **4.0 Bibliografía**

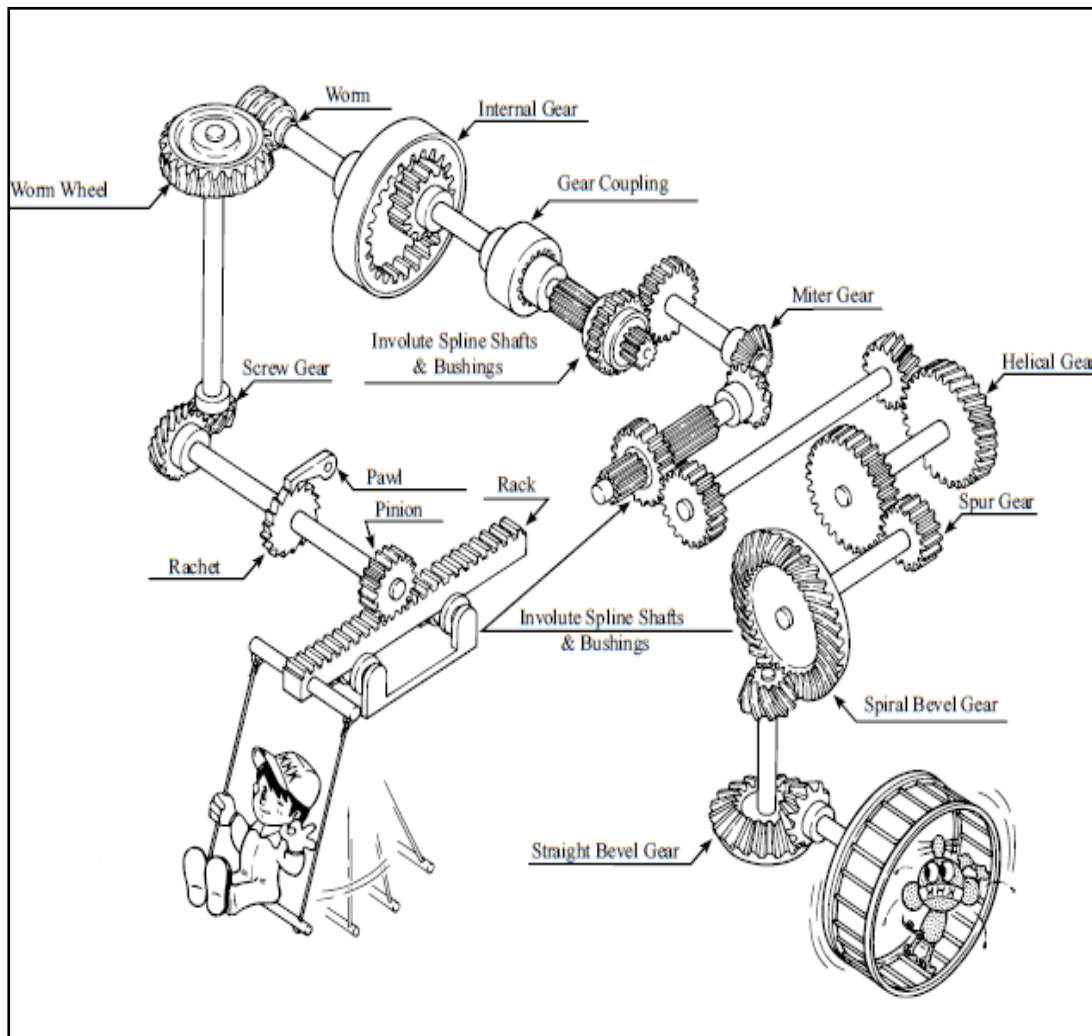
## 1.0 INTRODUCCION

Un engranaje es un mecanismo formado por dos o mas ruedas dentadas que engranan entre si, formando conjuntos mecanicos. Su superficie exterior es cilindrica o cónica; se utilizan para transmitir directamente el movimiento circular de los arboles(ejes) sobre los que estan montados. La transmision de movimiento se verifica sin deslizamiento de las partes moviles, diferenciandolas de las de transmisión por poleas ya que no patinan, con lo que se obtiene exactitud en la relación de transmisión. Sus usos y aplicaciones son muy variadas, van desde la industria automotriz hasta aplicaciones en la computacion. Según su aplicación y diseño estos pueden usarse para aumentar o reducir velocidad, transmitir potencia, variar torque, cambiar sentido de rotacion de ejes entre otros (ver figura 1). Un conjunto de dos o más engranajes que transmite el movimiento de un eje a otro se denomina **tren de engranajes**.

Los engranajes se utilizan sobre todo para transmitir movimiento giratorio, pero usando engranajes apropiados y piezas dentadas planas pueden transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa. Según el tamaño de los engranajes que se acoplen suele denominarse rueda o corona al de mayor diametro y piñón al de menor diametro, como se observa en la figura 2.

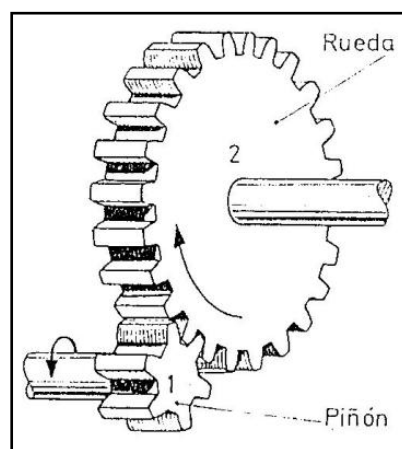
Los engranajes son los mas durables y resistentes de todos los transmisores mecanicos, por esta razón, se utilizan engranes en lugar de bandas o cadenas en transmisiones automotrices y en la mayoría de transmisiones de maquinas para trabajo pesado.

**Figura 1 Formas de aplicación de los engranajes**



Fuente: Introduction to gears, Kohara gear industry co., ltda.

**Figura 2 Rueda y piñón de un engranaje**



Fuente: [http://www.usmp.edu.pe/ffia/industrial/separata/DisenoIndustrial/Dis\\_Industr/Contenidos/PDFs/engranajes.pdf](http://www.usmp.edu.pe/ffia/industrial/separata/DisenoIndustrial/Dis_Industr/Contenidos/PDFs/engranajes.pdf)

El diseño de engranajes es muy tedioso, dado que tiene que ver con problemas tales como resistencia, desgaste y selección del material. Normalmente un dibujante selecciona un engrane en un catálogo. La mayoría de los engranes son de hierro fundido o acero, pero se utilizan de latón, bronce o plástico cuando factores tales como desgaste o ruido deben ser considerados.

**Figura 3 Engranajes de una caja diferencial**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

## **2.0 DEFINICIONES GEOMÉTRICAS GENERALES**

A continuación se hace una descripción de los parámetros más importantes referentes al dentado de una rueda dentada perteneciente a un engranaje, independientemente del tipo de rueda utilizada. En sucesivos apartados se estudiarán las particularidades de cada tipo de rueda.

**Rueda conjugada:** cualquiera de las dos ruedas dentadas de un engranaje respecto a la otra.

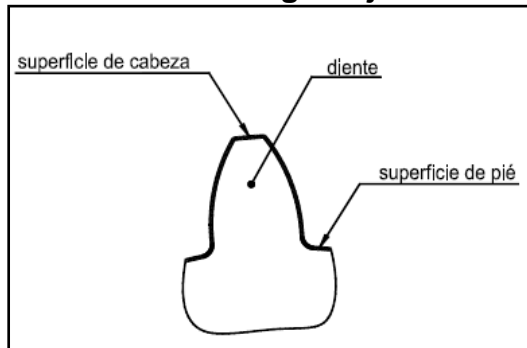
**Diente:** en una rueda dentada, cada uno de los elementos salientes destinados a asegurar, por contacto con los dientes de la rueda conjugada, el arrastre de la rueda por su conjugada.

**Hueco entre dientes:** espacio que separa dos dientes contiguos de una rueda dentada.

**Superficie de cabeza:** superficie coaxial a la rueda dentada que limita las puntas de los dientes.

**Superficie de pie:** superficie coaxial a la rueda dentada que limita el fondo de los huecos entre dientes.

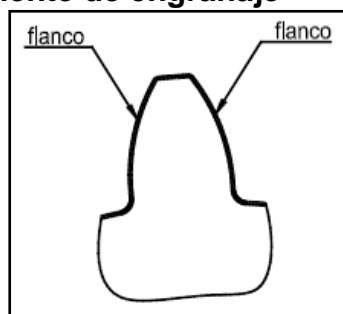
**Figura 4 Parámetros de un diente de engranaje**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Flanco del diente:** porción de la superficie lateral de un diente comprendida entre las superficies de cabeza y de pié. Para establecer la forma del perfil de los flancos de los dientes hay que tener en cuenta los siguientes aspectos: sencillez de su tallado, disminución del rozamiento, resistencia de los dientes, asegurar un funcionamiento silencioso y exento de vibraciones.

**Figura 5 Flancos de un diente de engranaje**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

Hay una gran diversidad de formas de dientes, aunque solamente se emplean curvas cíclicas fáciles de realizar, utilizándose el perfil cicloidal y el de evolvente.

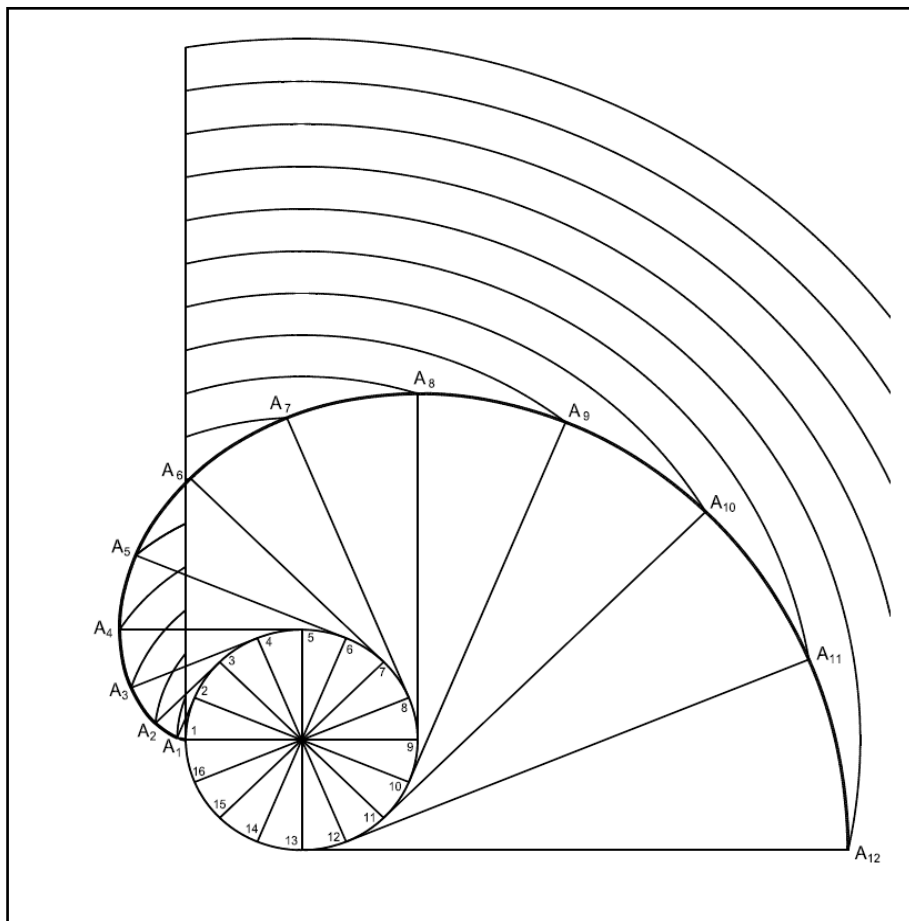
El dentado con perfil cicloidal está compuesto por dos curvas, epicicloide en la parte superior del diente hipocicloide en la parte inferior. Este dentado tiene la ventaja de una perfecta correspondencia en la forma de los dientes, con pequeña presión y, por consiguiente, mínimo desgaste, pero con el

inconveniente de precisar un trazado para cada juego de ruedas o engranaje, con la consiguiente dificultad de mecanizado.

El dentado con perfil de evolvente está compuesto por una sola curva. Tiene la ventaja de que todas las ruedas que tienen el mismo paso, ángulo de presión, ajuste de cabeza y de pie de diente, pueden trabajar juntas e intercambiarse, modificando únicamente la distancia entre centros; a su vez, el mecanizado de este tipo de dientes se efectúa mediante herramientas sencillas. Lo anterior justifica la utilización casi exclusiva del dentado con perfil de evolvente.

**Evolvente de la circunferencia:** curva descrita por un punto de una recta que rueda sin deslizar sobre una circunferencia fija (circunferencia base).

**Figura 6 Evolvente de la circunferencia**

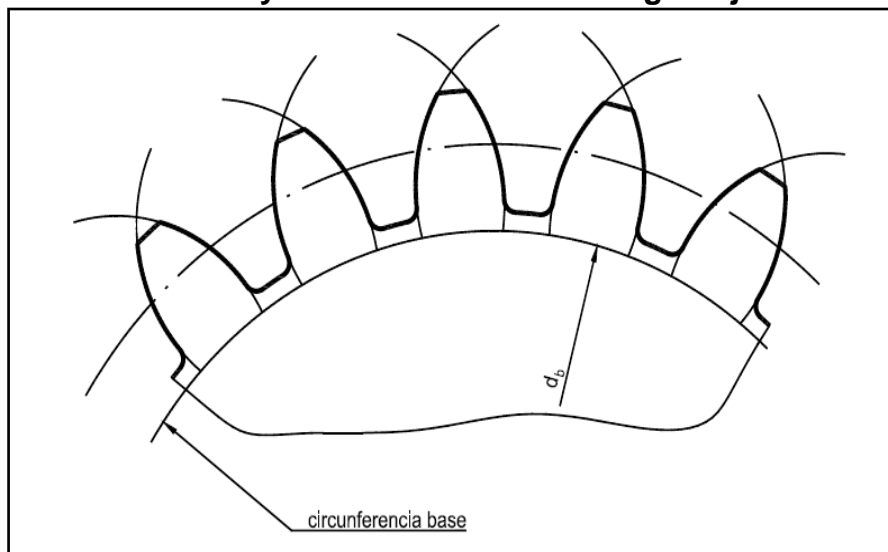


**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Circunferencia base:** es el lugar geométrico de todos los puntos de origen de las evolventes que forman los flancos de los dientes de una rueda dentada.

**Diámetro base ( $d_b$ ):** diámetro de la circunferencia base.

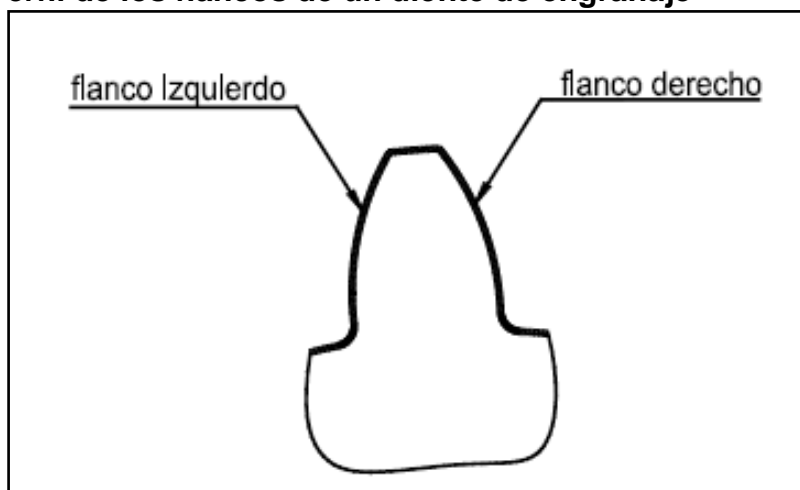
**Figura 7** Circunferencia y diámetro base de un engranaje



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Flanco derecho/izquierdo:** para un observador que mira desde el lado de la rueda dentada convencionalmente elegido como lado de referencia, de los dos flancos, el que está a la derecha/izquierda del diente visto con la cabeza hacia arriba.

**Figura 8** Perfil de los flancos de un diente de engranaje



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Flancos homólogos:** en una rueda dentada, todos los flancos derechos o todos los izquierdos.

**Flanco conjugado:** en un engranaje, uno de los flancos en contacto, considerado con relación al otro.

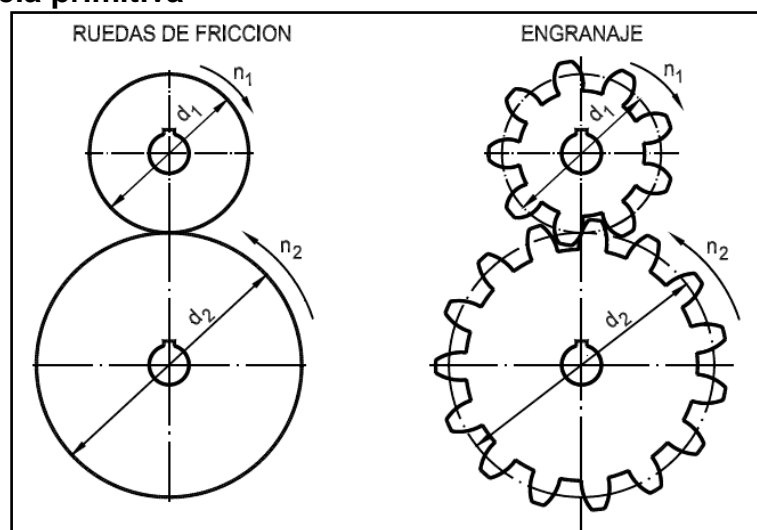
**Flanco activo:** porción del flanco de trabajo sobre el que se efectúa el contacto con los flancos de la rueda conjugada.

**Circunferencia primitiva:** superficie convencional que se toma como referencia para definir las dimensiones del dentado de una rueda dentada, y la posición relativa entre las dos ruedas que constituyen el engranaje.

Desde el punto de vista cinemático representa la sección circular de la rueda de fricción equivalente. Es decir, si en lugar de utilizar un engranaje, utilizamos dos ruedas de fricción, en ambos casos, para una velocidad  $n_1$  de la rueda conductora, obtenemos una velocidad  $n_2$  en la rueda conducida.

**Diámetro primitivo (d):** diámetro de la circunferencia primitiva.

**Figura 9 Relación entre ruedas de fricción y engranajes por medio de la circunferencia primitiva**

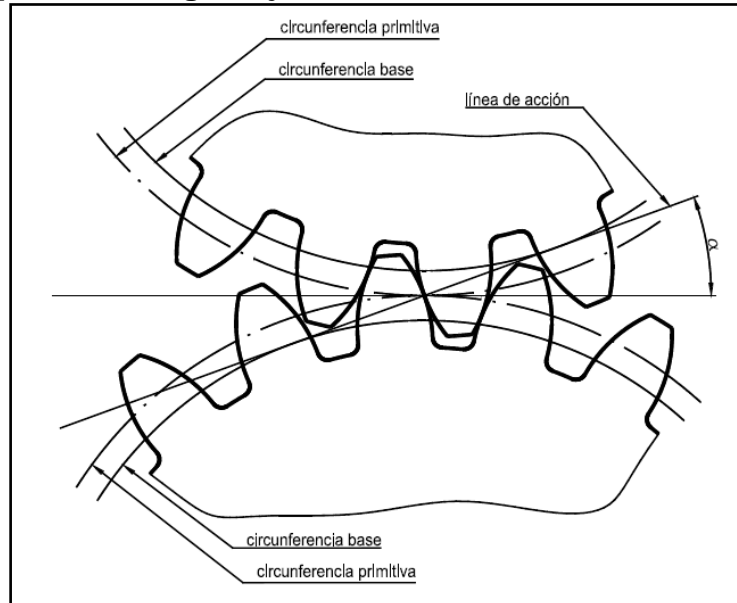


**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

**Línea de acción:** es la tangente común a las dos circunferencias base del engranaje, y a su vez, representa el lugar geométrico de los sucesivos puntos de contacto de los flancos conjugados.

**Ángulo de presión ( $\alpha$ ):** es el ángulo formado por la línea de acción y la tangente común a las circunferencias primitivas del engranaje; su valor es de  $20^\circ$ .

**Figura 10 Esquema de engranaje**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

### **3.0 CLASIFICACIÓN DE LOS ENGRANAJES**

La principal clasificación de los engranajes se efectúa según la disposición de sus ejes de rotación y según los tipos de dentado. Según estos criterios existen los siguientes tipos de engranajes:

#### **Ejes paralelos:**

- Cilíndricos de dientes rectos
- Cilíndricos de dientes helicoidales
- Doble helicoidales

#### **Ejes perpendiculares**

- Helicoidales cruzados
- Cónicos de dientes rectos
- Cónicos de dientes helicoidales
- Cónicos hipoides
- De rueda y tornillo sinfín

### **Por aplicaciones especiales se pueden citar:**

- Planetarios
- Interiores
- De cremallera

### **Por la forma de transmitir el movimiento se pueden citar:**

- Transmisión simple
- Transmisión con engranaje loco
- Transmisión compuesta. Tren de engranajes

### **Transmisión mediante cadena o polea dentada**

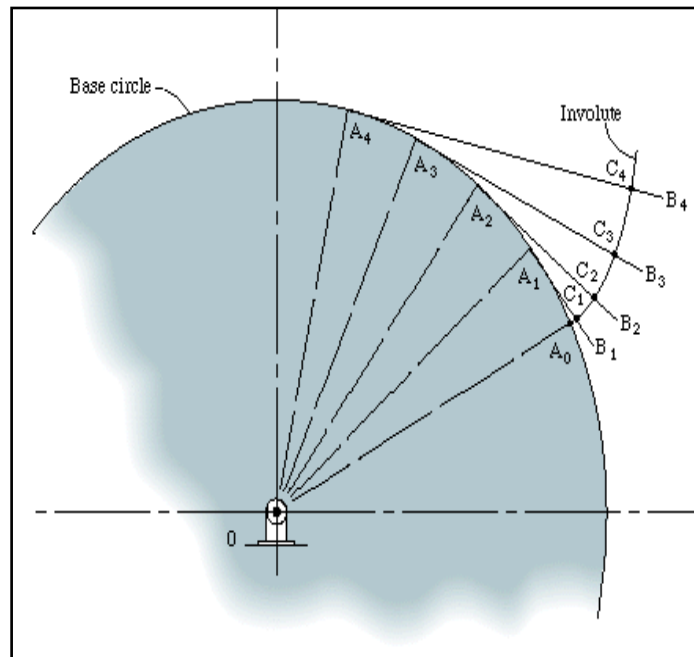
- Mecanismo piñón cadena
- Polea dentada

## **3.1 Ejes Paralelos**

### **3.1.1 Engranajes Cilíndricos de Dientes Rectos**

Los engranajes cilíndricos rectos son el tipo de engranaje más simple y corriente que existe. Se utilizan generalmente para velocidades pequeñas y medias; a grandes velocidades, si no son rectificadas, o ha sido corregido su tallado, producen ruido cuyo nivel depende de la velocidad de giro que tengan. Son utilizados entonces para transmitir movimiento y potencia angular constante. La forma específica del engranaje que produce mejor esta velocidad angular constante es la **involuta**. La involuta se describe como la curva trazada por un punto sobre una cuerda tensa que se desarrolla de un círculo. Este se llama círculo base, todo engrane de dientes en involuta tiene solo un círculo base del cual se generan todas las superficies de involuta de sus dientes. Este círculo base no es una parte física del engrane y no puede ser medido directamente. El contacto entre involutas conjugadas ocurre a lo largo de una línea que siempre es tangente a, y que cruza, los dos círculos base. Esta se conoce como la **línea de acción**.

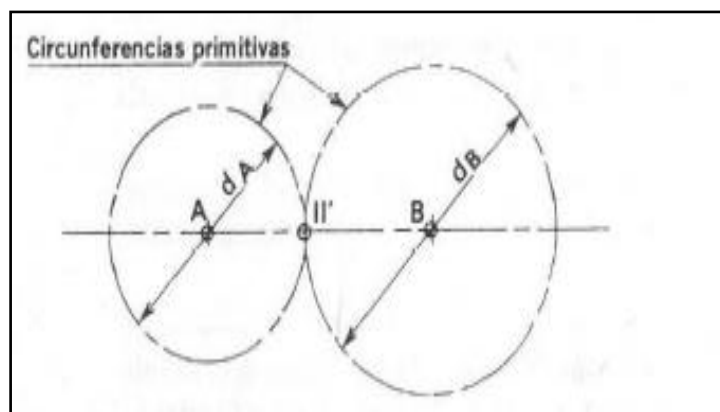
**Figura 11 Construcción de la curva involuta.**



**Fuente:** Hamrock Bernard J., Jacobson Bo, Schmidt Steven R. Elementos de Máquinas.

### Generalidades

**Figura 12 Circunferencias primitivas de un engranaje de dientes rectos**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Diente de un engranaje:** Son los que realizan el esfuerzo de empuje y transmiten la potencia desde los ejes motrices a los ejes conducidos. El perfil del diente, o sea la forma de sus flancos, está constituido por dos curvas

evolventes de círculo, simétricas respecto al eje que pasa por el centro del mismo.

**Cilindro primitivo:** Cilindro descrito por el eje instantáneo de rotación  $l'$  del movimiento relativo de la rueda.

**Conjugada en relación a la rueda considerada:** La sección recta de un cilindro primitivo es la circunferencia primitiva del diámetro  $d$ .

**Cilindro de Cabeza:** Cilindro pasado por el extremo superior de los dientes. Su sección recta es la circunferencia de cabeza de diámetro  $d_a$ .

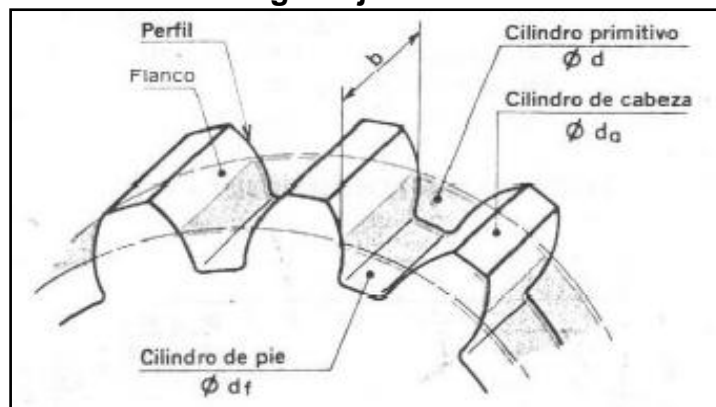
**Cilindro de pie:** cilindro que pasa por el fondo de cada entre diente. Su sección recta es la circunferencia de pie de diámetro  $d_f$ .

**Anchura del diente (b):** Anchura de la parte dentada de una rueda medida sobre una generatriz del cilindro primitivo.

**Flanco:** Parte de la superficie de un diente comprendida entre el cilindro de cabeza y el cilindro de pie.

**Perfil:** Sección de un flanco por un plano normal al eje.

**Figura 13 Parámetros de un engranaje de dientes rectos**



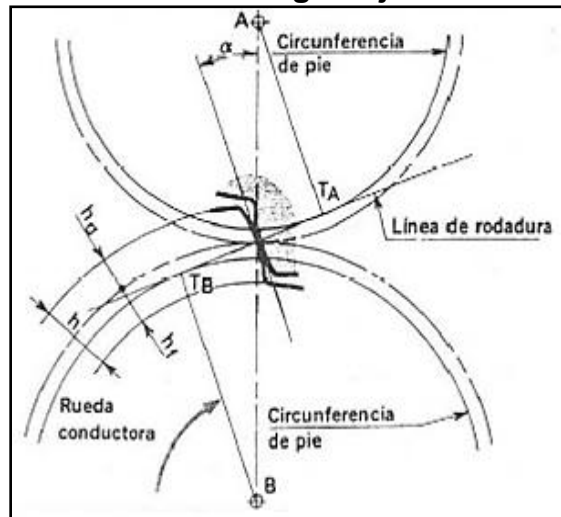
**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Angulo de presión ( $\alpha$ ):** Angulo agudo formado por el radio de la circunferencia primitiva que pasa por el punto donde el perfil corta a la circunferencia primitiva, y la tangente al perfil en dicho punto.

**Línea de rodadura:** Normal común a dos perfiles conjugados en su punto de contacto. En un engranaje de envolvente, la línea de rodadura es una recta fija, tangente interiormente a las dos circunferencias de pie.

**Altura del diente(h):** Distancia radial entre la circunferencia de cabeza y la de pie. Es la suma de la altura de la cabeza ( $h_a$ ) y la del pie ( $h_f$ ), ver figura 14.

**Figura 14 Línea de rodadura de un engranaje**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

### 3.1.2 Engranajes Cilíndricos de Dientes Helicoidales

**Figura 15 Engranaje cilíndrico de dientes helicoidales**



**Fuente:** [http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)

Se emplea para transmitir movimiento o fuerzas entre ejes paralelos, pueden ser considerados como compuesto por un número infinito de engranajes rectos de pequeño espesor escalonado, el resultado será que cada diente está inclinado a lo largo de la cara como una hélice cilíndrica.

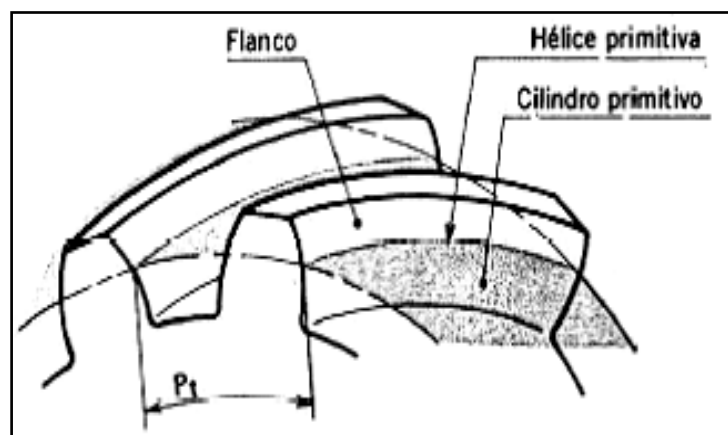
Los engranajes helicoidales acoplados deben tener el mismo ángulo de la hélice, pero el uno en sentido contrario al otro (Un piñón derecho engrana con una rueda izquierda y viceversa). Como resultado del ángulo de la hélice existe un empuje axial además de la carga, transmitiéndose ambas fuerzas a los apoyos del engrane helicoidal.

Para una operación suave un extremo del diente debe estar adelantado a una distancia mayor del paso circular, con respecto al a otro extremo. Un traslape recomendable es 2, pero 1.1 es un mínimo razonable (relación de contacto). Como resultado tenemos que los engranajes helicoidales operan mucho más suave y silenciosamente que los engranajes rectos, su duración es mayor y pueden transferir mayor velocidad, como desventaja su fabricación es de las más caras en el mercado y necesitan mayor mantenimiento.

### Generalidades

**Hélice primitiva:** Intersección de un flanco con el cilindro primitivo de un engranaje helicoidal. La hélice de paso  $P_z$  puede ser a derecha o a izquierda

**Figura 16 Flanco, Hélice primitiva y cilindro primitivo de un engranaje helicoidal**



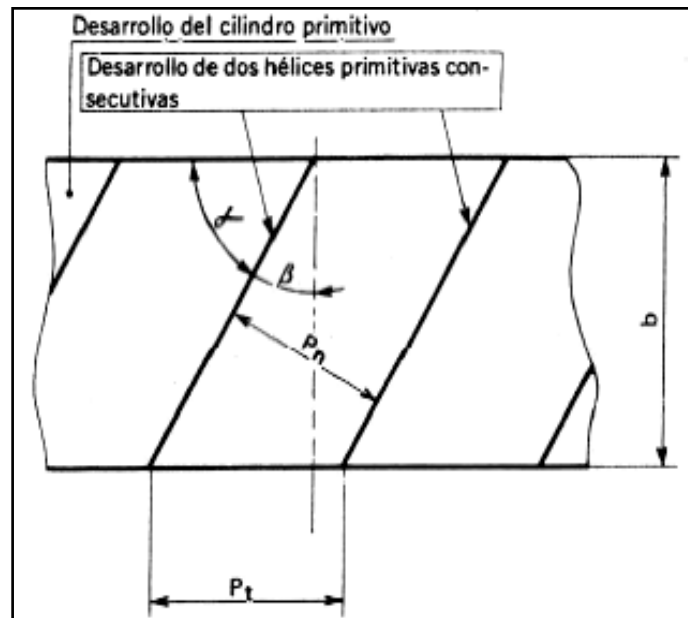
**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Angulo de la hélice ( $\beta$ ):** Angulo formado por la tangente a la hélice primitiva y una generatriz del cilindro primitivo. El complemento del ángulo  $\beta$  se llama ángulo de inclinación  $\gamma$ .

**Paso aparente ( $P_t$ ):** Longitud del arco primitivo comprendido entre dos perfiles homólogos consecutivos.

**Paso real ( $P_n$ ):** Longitud del arco comprendido entre dos flancos homólogos consecutivos, medido sobre una hélice del cilindro primitivo ortogonal a las hélices primitivas.

**Figura 17** Ángulo de hélice, paso aparente y paso real de un engranaje helicoidal



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Modulo aparente ( $m_t$ ):** Cociente del paso aparente (en mm) por  $\pi$

**Modulo real ( $m_n$ ):** Cociente del paso aparente (en mm) por  $\pi$

Todos los engranajes de dientes helicoidales del mismo modulo (real o aparente) y del mismo ángulo de hélice engranan entre sí, sea cual sea su diámetro y su número de dientes, pero las hélices han de ser de sentido contrario (una a la derecha y la otra a la izquierda).

Los dientes helicoidales aseguran una transmisión con un bajo rozamiento entre flancos (menos vibraciones, buen rendimiento) pero dan lugar a un empuje axial. Se puede evitar este empuje utilizando engranajes con dientes inclinados en sentidos opuestos.

### 3.1.3 Engranajes Helicoidales de Ejes Cruzados

Son la forma más simple de los engranajes cuyas flechas no se interceptan teniendo una acción conjugada (puede considerárseles como engranajes sinfín no envolventes), la acción consiste primordialmente en una acción de tornillo o de cuña, resultando un alto grado de deslizamiento en los flancos del diente.

**Figura 18 Engranaje Helicoidal de ejes cruzados**



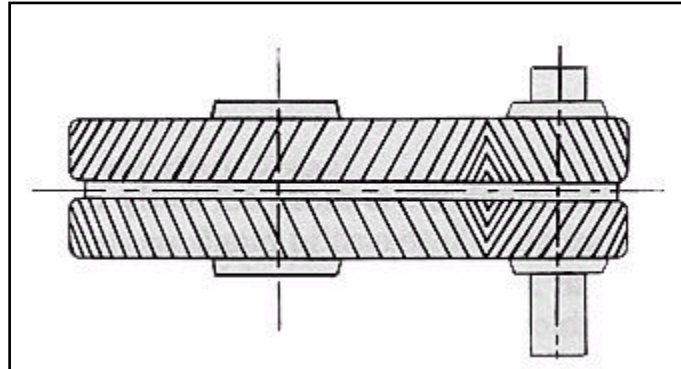
**Fuente:**[http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)

El contacto en un punto entre diente acoplado limita la capacidad de transmisión de carga para este tipo de engranes.

Leves cambios en el ángulo de las flechas y la distancia entre centro no afectan al a acción conjugada, por lo tanto el montaje se simplifica grandemente. Estos pueden ser fabricados por cualquier máquina que fabrique engranajes helicoidales.

### 3.1.4 Engranajes Helicoidales Dobles

Figura 19 Engranaje Helicoidal doble



**Fuente:**[http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)

Los engranajes "espina de pescado" son una combinación de hélice derecha e izquierda. El empuje axial que absorben los apoyos o cojinetes de los engranajes helicoidales es una desventaja de ellos y ésta se elimina por la reacción del empuje igual y opuesto de una rama simétrica de un engrane helicoidal doble.

Un miembro del juego de engranes "espina de pescado" debe ser apto para absorber la carga axial de tal forma que impida las carga excesivas en el diente provocadas por la disparidad de las dos mitades del engranaje.

Un engrane de doble hélice sufre únicamente la mitad del error de deslizamiento que el de una sola hélice o del engranaje recto. Toda discusión relacionada a los engranes helicoidales sencillos (de ejes paralelos) es aplicable a los engranajes de helicoidal doble, exceptuando que el ángulo de la hélice es generalmente mayor para los helicoidales dobles, puesto que no hay empuje axial.

En general es preciso dejar entre ambas hélices una ranura central necesaria para tallar los dientes, aunque hay maquinas especiales que conforman este tipo de engranajes sin necesidad de dicho canal central.

**Figura 20 Engranaje tipo “espina de pescado”**



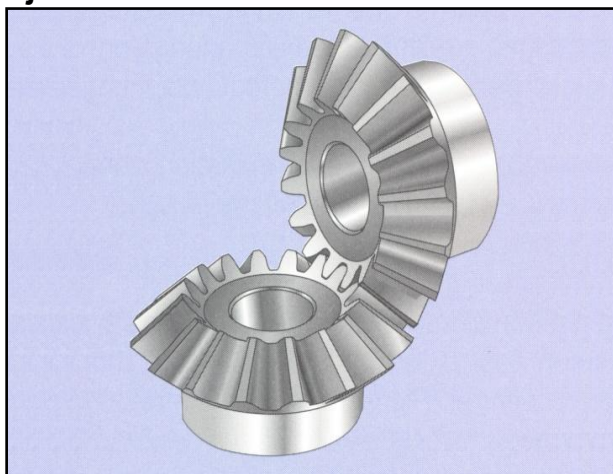
**Fuente:** <http://www.engranajeskelly.com/productos.html>

## **3.2 Ejes Perpendiculares**

### **3.2.1 Engranajes Cónicos**

Se fabrican a partir de un tronco de cono, formándose los dientes por fresado de su superficie exterior. Estos dientes pueden ser rectos, helicoidales o curvos. Esta familia de engranajes soluciona la transmisión entre ejes que se cortan y que se cruzan. Los datos de cálculos de estos engranajes están en prontuarios específicos de mecanizado.

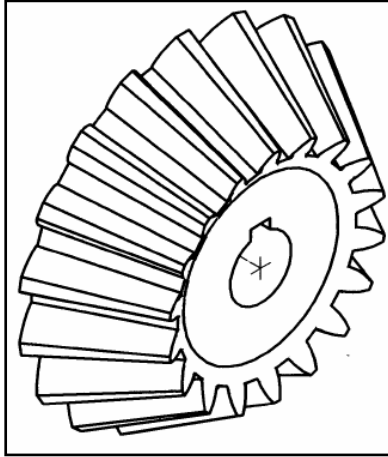
**Figura 21 Engranaje Cónico**



**Fuente:** GuntHamburg MT 110, Estación montaje engranaje combinado

### 3.2.1.1 Engranajes Cónicos de Dientes Rectos

Figura 22 Engranaje conico de dientes rectos



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

Efectúan la transmisión de movimiento de ejes que se cortan en un mismo plano, generalmente en ángulo recto, por medio de superficies cónicas dentadas. Los dientes convergen en el punto de intersección de los ejes. Son utilizados para efectuar reducción de velocidad con ejes en  $90^\circ$ . Estos engranajes generan más ruido que los engranajes cónicos helicoidales. Se utilizan en transmisiones antiguas y lentas. En la actualidad se usan muy poco.

Las ruedas dentadas que efectúan la transmisión son cónicas. Para asegurar una transmisión sin deslizamiento los vértices de las ruedas de un engranaje cónico deben coincidir con el punto de intersección S de los ejes de ambas. (Ver figura 23)

#### Generalidades

**Cono primitivo:** Cono descrito por el eje instantáneo SM del movimiento relativo de la rueda conjugada con relación a la rueda considerada (Ver figura 23).

**Cono complementario:** Cono S'MM' cuyas generatrices son perpendiculares a las del cono primitivo, por el extremo exterior del ancho del diente.

**Cono de cabeza:** Cono pasando por el extremo de los dientes

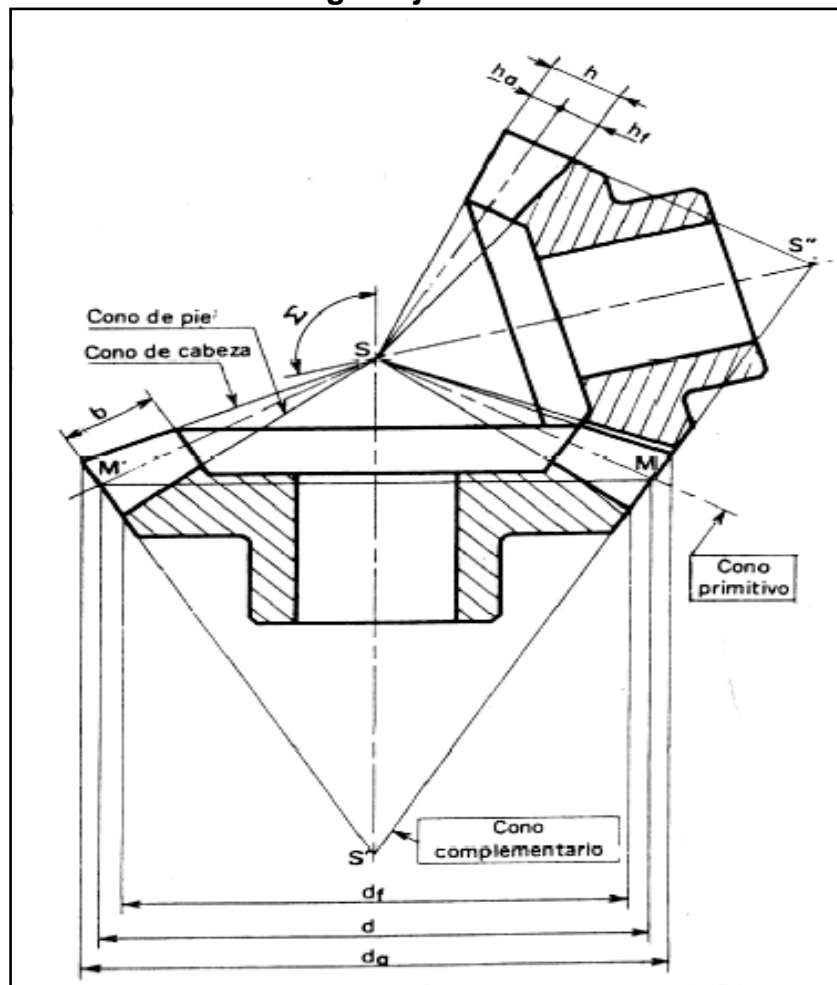
**Cono de pie:** Cono pasando por el fondo de cada entre diente.

**Diámetro de cabeza  $d_a$  y diámetro de pie  $d_t$ :** Diámetro del círculo de intersección del cono de cabeza(o de pie) con el cono complementario

**Anchura del diente (b):** Anchura de la parte dentada del engranaje medida sobre una generatriz del cono primitivo.

**Paso (p):** Longitud del arco de circunferencia primitiva comprendida entre dos perfiles homólogos consecutivos.

**Figura 23 Parámetros de un engranaje cónico de dientes rectos**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

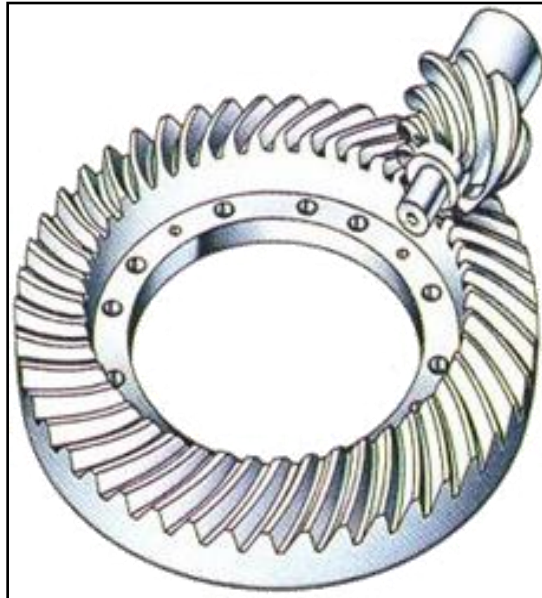
**Modulo (m):** Resultado de dividir el paso por  $\pi$

**Altura del diente (h):** Distancia entre la circunferencia de cabeza y la de pie, medida sobre una generatriz del cono complementario. Es la suma de la altura de la cabeza ( $h_a$ ) y la del pie ( $h_f$ )

Dos ruedas dentadas cónicas no engranan correctamente más que si los conos primitivos tienen a la vez una generatriz común y los vértices confundidos.

### 3.2.1.2 Engranajes Cónicos de Dientes Helicoidales

**Figura 24 Engranaje cónico de dientes helicoidales**



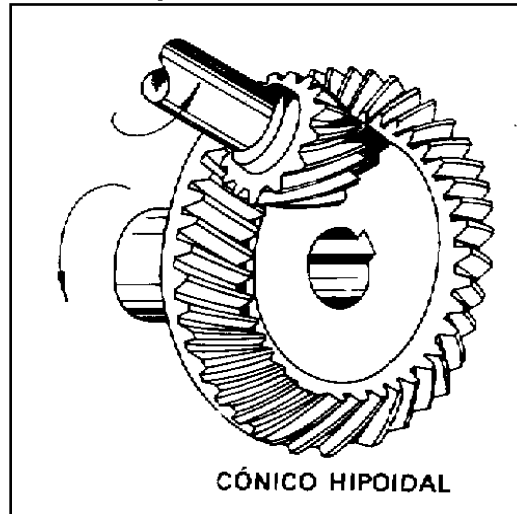
**Fuente:** <http://tecnologialeiva.blogspot.com/2012/03>

Se utilizan para reducir la velocidad en un eje de 90°. La diferencia con el cónico recto es que posee una mayor superficie de contacto. Es de un funcionamiento relativamente silencioso. Además pueden transmitir el movimiento de ejes que se corten. Los datos constructivos de estos engranajes se encuentran en prontuarios técnicos de mecanizado. Se mecanizan en fresadoras especiales.

### 3.2.1.3 Engranajes Cónicos hipoide

Un engranaje hipoide es un grupo de engranajes cónicos helicoidales formados por un piñón reductor de pocos dientes y una rueda de muchos dientes, que se instala principalmente en los vehículos industriales que tienen la tracción en los ejes traseros.

**Figura 25 Engranaje cónico hipoide**



**Fuente:** [http://html.rincondelvago.com/engranajes\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/engranajes_1.html)

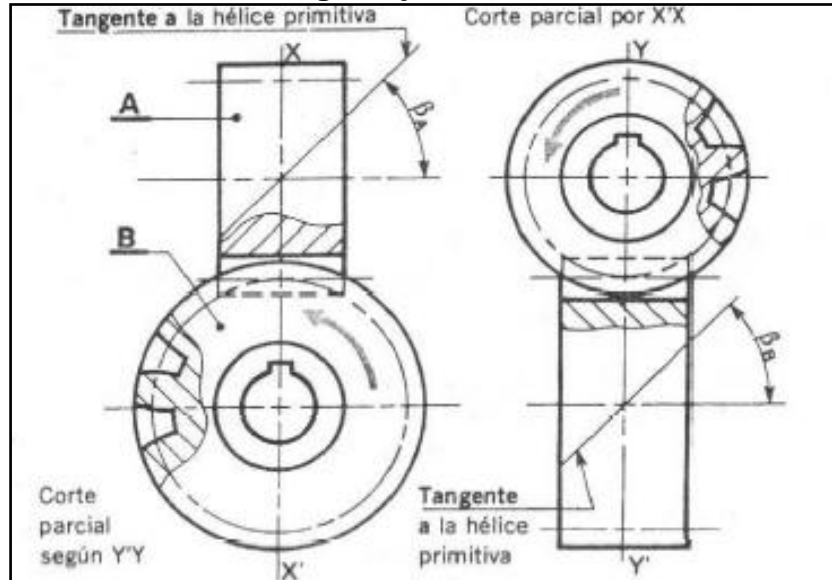
Son engranajes parecidos a los cónicos helicoidales, se diferencian en que el piñón de ataque está descentrado con respecto al eje de la corona. Esto permite que los engranajes sean más resistentes. Este efecto ayuda a reducir el ruido del funcionamiento. Se utilizan en máquinas industriales y embarcaciones, donde es necesario que los ejes no estén al mismo nivel por cuestiones de espacio.

Este tipo de engranaje necesita un tipo de aceite de extrema presión para su lubricación. Tiene la ventaja de ser muy adecuado para las carrocerías de tipo bajo, ganando así mucha estabilidad el vehículo. Por otra parte la disposición helicoidal del dentado permite un mayor contacto de los dientes del piñón con los de la corona, obteniéndose mayor robustez en la transmisión. Su mecanizado es muy complicado y se utilizan para ello máquinas talladoras especiales (Gleason).

### **3.2.2 Engranajes Helicoidales Que Se Cruzan**

Como característica principal estos engranajes no son coplanarios y forman un ángulo  $\Sigma$  cualquiera, están formados por dos ruedas con dentado helicoidal, pero contrariamente a los engranajes helicoidales de ejes paralelos el sentido de las hélices primitivas es el mismo para ambas ruedas. En el caso de ejes ortogonales ( $\Sigma = 90$ ) se toma con frecuencia:  $\beta_A = \beta_g = 45^\circ$ , Ver figura 23.

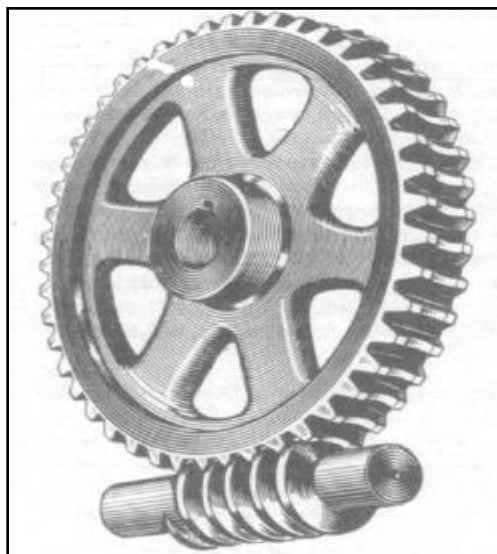
**Figura 26 Vista en corte de engranajes helicoidales cruzados**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

### 3.2.3. Tornillo Sin Fin y Corona

**Figura 27 Tornillo sin fin corona**



**Fuente:** <http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>

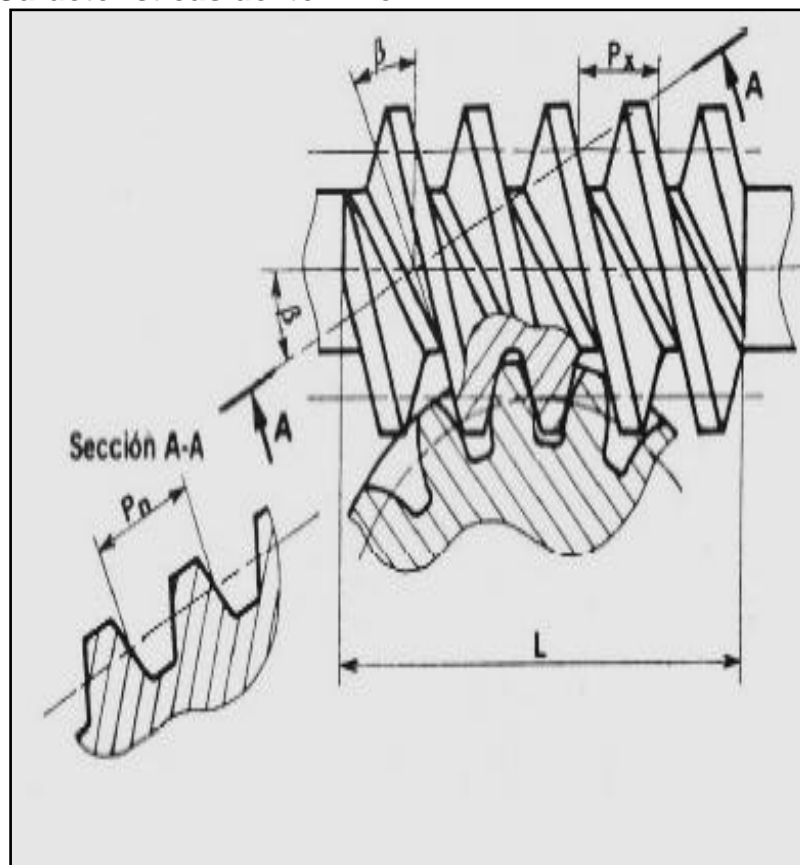
Es un mecanismo diseñado para transmitir grandes esfuerzos, y como reductores de velocidad aumentando la potencia de transmisión.

Generalmente trabajan en ejes que se cortan a  $90^\circ$ . Tiene la desventaja de no ser reversible el sentido de giro, sobre todo en grandes relaciones de

transmisión y de consumir en rozamiento una parte importante de la potencia. En las construcciones de mayor calidad la corona está fabricada de bronce y el tornillo sin fin, de acero templado con el fin de reducir el rozamiento. Este mecanismo si transmite grandes esfuerzos es necesario que esté muy bien lubricado para matizar los desgastes por fricción.

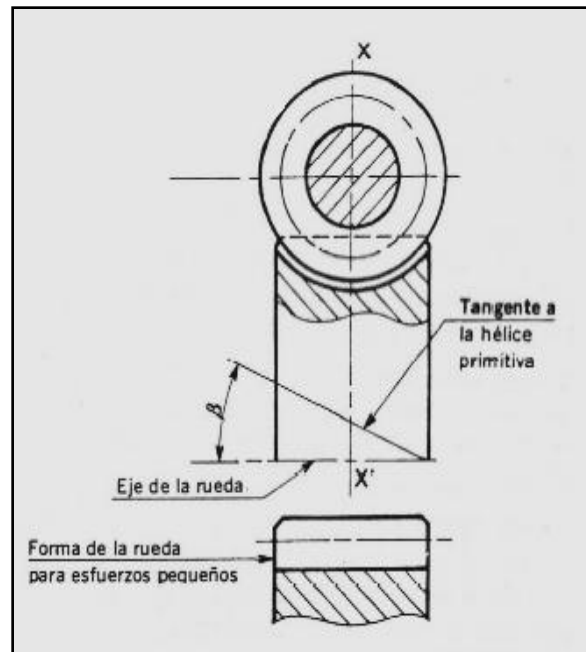
La transmisión se efectúa mediante un tornillo de una o varias entradas que engrana con una rueda. Para aumentar el rendimiento se eligen materiales con bajo coeficiente de rodamiento. El sentido de la hélice es el mismo para el tornillo que para la rueda.

**Figura 28 Características del tornillo**



**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

**Figura 29 Características de la rueda**

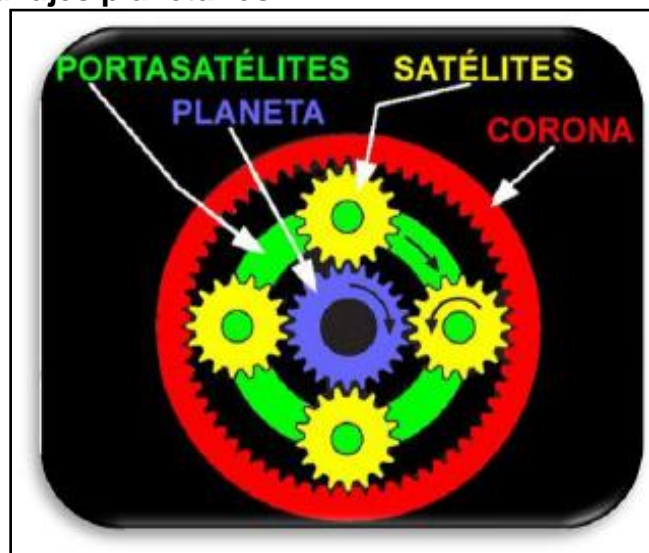


**Fuente:** Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005.

### 3.3 Por Aplicaciones Especiales

#### 3.3.1 Planetarios

**Figura 30 Engranajes planetarios**



**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.com/transmisiones-4x4.htm>

Los engranajes interiores o anulares son variaciones del engranaje recto en los que los dientes están tallados en la parte interior de un anillo o de una rueda

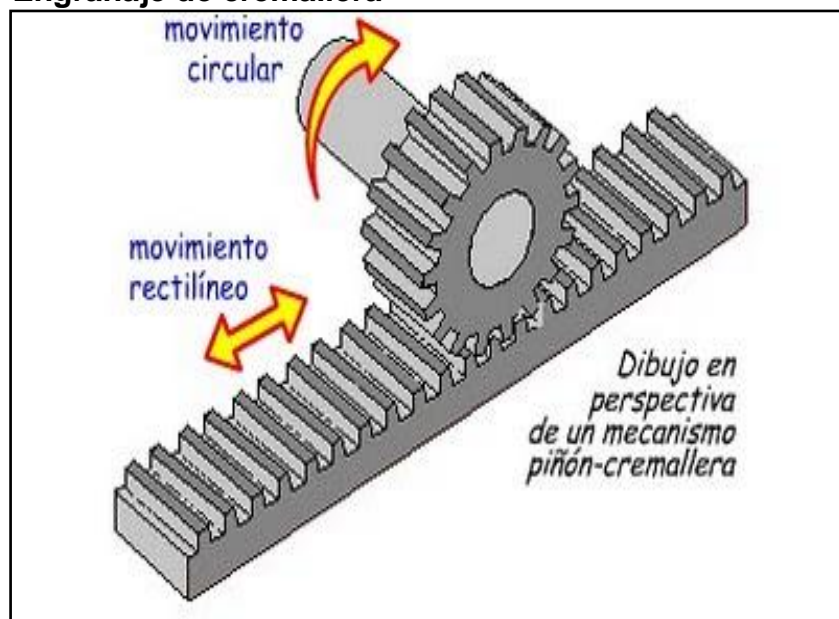
con reborde, en vez de en el exterior. Los engranajes interiores suelen ser impulsados por un piñón, un engranaje pequeño con pocos dientes. Debido a que tienen más dientes en contacto, son capaces de transmitir y soportar mayor torque. Este tipo de engrane mantiene el sentido de la velocidad angular. El tallado de estos engranajes se realiza mediante talladoras mortajadoras de generación.

### 3.3.2 De Cremallera

Cuando una de las ruedas dentadas tiene un radio primitivo se considera como un engranaje de diámetro infinito, convirtiéndose así en una cremallera. Se compone de una barra tallada con dientes, y de un engranaje de diente recto pero de menor diámetro, que sirve para transformar un movimiento de rotación del piñón en un movimiento lineal de la cremallera.

Su aplicación más directa es en el campo automovilístico, pero la más conocida es la que equipan los tornos para el desplazamiento del carro longitudinal.

**Figura 31 Engranaje de cremallera**

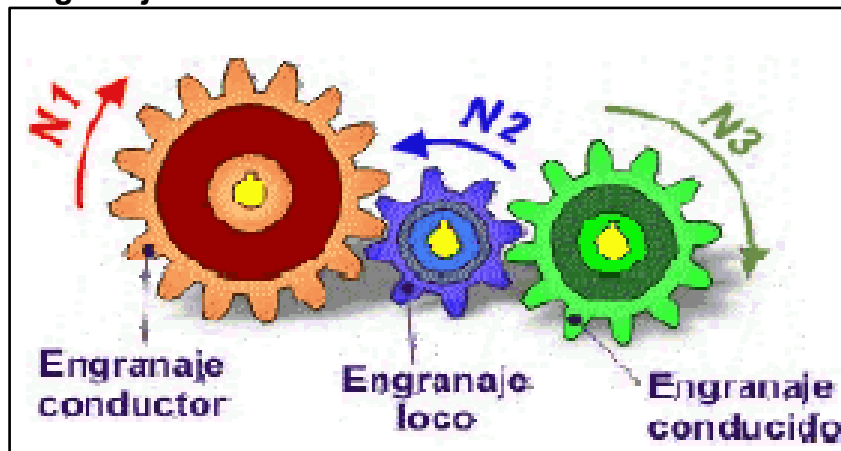


**Fuente:** <http://electricidad-tekno.blogspot.com/2010/03/mecanismo-pinon-y-cremallera.html>

### 3.4 Por la Forma de Transmitir su Movimiento

### 3.4.1 Engranaje Loco o Intermedio

Figura 32 Engranaje loco o intermedio



Fuente: [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec\\_eng\\_multiplicador.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_eng_multiplicador.html)

En un engrane simple de un par de ruedas dentadas, el eje impulsor que se llama eje motor tiene un sentido de giro contrario al que tiene el eje conducido. Esto muchas veces en las máquinas no es conveniente que sea así, porque es necesario que los dos ejes giren en el mismo sentido. Para conseguir este objetivo se intercalan entre los dos engranajes un tercer engranaje que gira libre en un eje, y que lo único que hace es invertir el sentido de giro del eje conducido, porque la relación de transmisión no se altera en absoluto. Esta rueda intermedia hace las veces de motora y conducida y por lo tanto no altera la relación de transmisión. Un ejemplo de rueda o piñón intermedio lo constituye el mecanismo de marcha atrás de los vehículos impulsados por motores de combustión interna, también montan engranajes locos los trenes de laminación de acero.

Los piñones planetarios de los mecanismos diferenciales también actúan como engranajes locos intermedios.

## 3.5 Transmisión Mediante Cadena o Polea Dentada

### 3.5.1 Mecanismo Piñón – Cadena

Es uno de los métodos más utilizados para transferir movimiento giratorio entre dos ejes paralelos, este mecanismo se compone de tres elementos: dos

piñones, uno en cada uno de los ejes, y una cadena cerrada, los dientes de los piñones engranan de una manera muy precisa en los eslabones de la cadena, transmitiéndose movimiento.

Es el mecanismo de transmisión que utilizan las bicicletas, motos y en muchas maquinas e instalaciones industriales.

**Figura 33 Engranaje piñón-cadena**

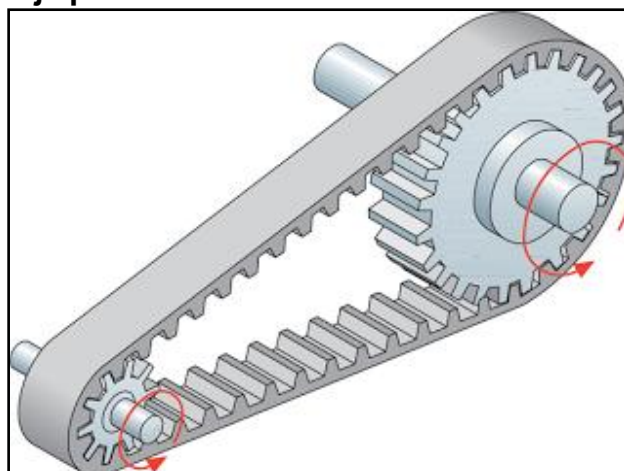


**Fuente:** <http://tecnologia3deeso.blogspot.com/2011/02/mecanismos-de-trasmision-de-movimiento.html>

### 3.5.2 Polea Dentada

Mantienen las mismas propiedades que los engranajes, evitan el deslizamiento y la principal características de este sistema es que conservan precisión en la relación de transmisión. Para la fabricación de este sistema los datos más significativos de las poleas son: el paso y ancho de las poleas, y el número de dientes.

**Figura 34 Engranaje polea dentada**



**Fuente:** <http://bitsbycode.blogspot.com/2012/03/como-fabricar-poleas-dentadas.html>

#### **4.0 BIBLIOGRAFÍA**

**Jensen Cecil. Short R. Dennis, Helsel D. Jay. Dibujo y diseño en ingeniería. Segunda edición en español 2004**

**Spencer Henry Cecil, DygdonJhon Thomas, Novak James E. Dibujo Técnico Octava Edición 2009.**

**Hamrock Bernard J., Jacobson Bo, Schmidt Steven R. Elementos de Maquinas.**

**A. Chevalier. Dibujo Industrial, 2005**

**<http://www.elprofedemicurso.es/teoriaengranajes.pdf>**

**[http://www.electronicaestudio.com/docs/1550\\_Tutorial\\_de\\_ENGRANES.pdf](http://www.electronicaestudio.com/docs/1550_Tutorial_de_ENGRANES.pdf)**

## **ANEXO C**

### **MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: EL DIFERENCIAL**

# MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: EL DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DISEÑO GRAFICO

## **TABLA DE CONTENIDO**

### **1.0 INTRIODUCCION**

### **2.0 EL DIFERENCIAL**

#### **2.1 DESPIECE DEL DIFERENCIAL**

#### **2.2 ESTRUCTURA DE UN PUENTE TRASERO RIGIDO**

#### **2.3 EL GRUPO CONICO**

##### **2.3.1 CLASIFICACION DEL GRUPO CONICO**

###### **2.3.1.1 GRUPO CONICO ESPIRAL**

###### **2.3.1.2 GRUPO CONICO HIPOIDE**

##### **2.3.2 PIÑON DE ATAQUE**

##### **2.3.3 CORONA**

##### **2.3.4 FUNCIONAMIENTO GRUPO PIÑON – CORONA**

#### **2.4 EL CONJUNTO DIFERENCIAL**

##### **2.4.1 PLANETARIOS**

##### **2.4.2 SATELITES**

#### **2.5 CAJA DIFERENCIAL**

### **3.0 FUNCIONAMIENTO DE OPERACIÓN**

### **4.0 TIPOS DE DIFERENCIAL**

#### **4.1 DIFERENCIALES ABIERTOS**

#### **4.2 DIFERENCIAL DE DESLIZAMIENTO LIMITADO**

#### **4.3 DIFERENCIAL TORSEN**

#### **4.4 DIFERENCIAL EPICICLOIDAL**

#### **4.5 DIFERENCIALES CONTROLADOS**

##### **4.5.1 POR BLOQUEO MANUAL**

##### **4.5.2 POR BLOQUEO AUTOMATICO**

###### **4.5.2.1 POR DISCOS DE FRICCION**

###### **4.5.2.2 POR VISCOACLOPADOR O TIPO FERGUSON**

###### **4.5.2.3 TIPO TORSEN**

##### **4.5.3 POR BLOQUEO PERMANENTE**

### **5.0 LUBRICACION DEL SISTEMA DIFERENCIAL**

### **6.0 BIBLIOGRAFIA**

## 1.0 INTRODUCCION

Los engranajes juegan un papel fundamental en la vida cotidiana en muchos de los elementos y cosas que usamos a diario y la industria automotriz no es ajena a esta. Los diferenciales están conformados básicamente por sistemas de engranes y son de suma importancia para que un automóvil funcione perfectamente, y a medida que avanza el campo automotriz también avanzan los elementos que la conforman como lo son el mecanismo diferencial.

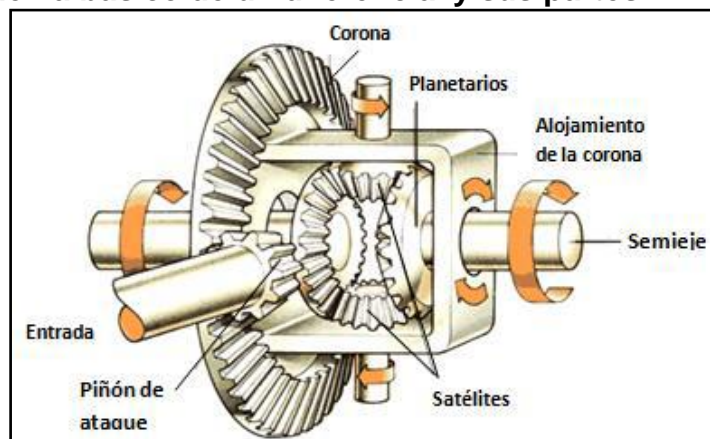
Antiguamente, las ruedas de los vehículos estaban montadas de forma fija sobre el eje. Este hecho significaba que una de las dos ruedas no giraba bien, desestabilizando el vehículo. Mediante el diferencial se consigue que cada rueda pueda girar correctamente en una curva, sin perder por ello la fijación de ambas sobre el eje, de manera que la tracción del motor actúa con la misma fuerza sobre cada una de las dos ruedas.

### 2.0 El Diferencial

El mecanismo diferencial es un tren planetario de piñones cónicos cuya misión es permitir velocidades de giro distintas en las dos ruedas motrices de los vehículos cuando toman una curva.

El movimiento es transmitido desde el piñón de ataque a la corona, y mientras el vehículo marcha en línea recta, los dos palieres de las ruedas motrices giran a la misma velocidad y el par transmitido a ambos ejes es idéntico. (Ver figura 1 y 2)

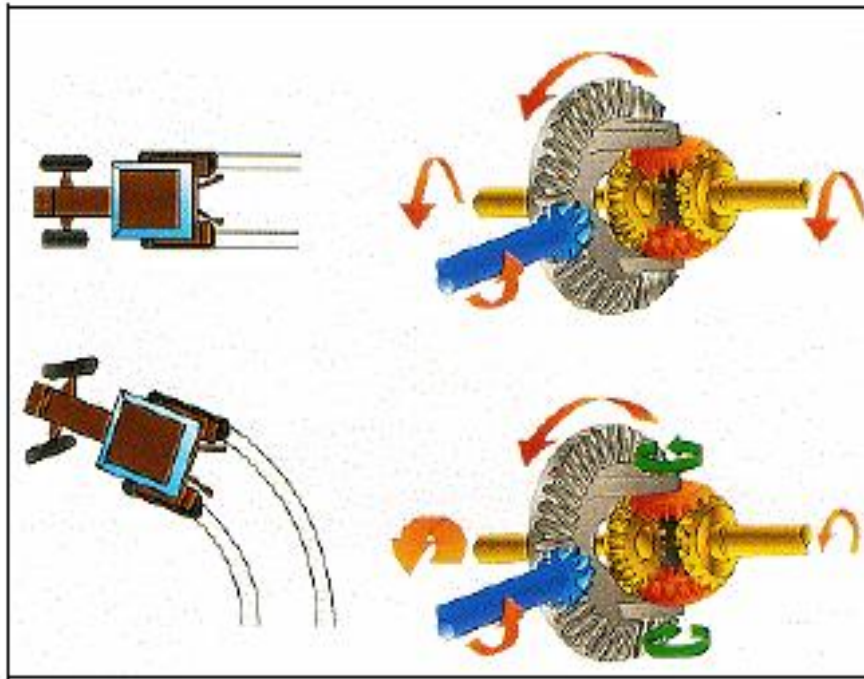
**Figura 1 Esquema básico de un diferencial y sus partes**



**Fuente:** [www.conocimientosbásicosdelautomovil](http://www.conocimientosbásicosdelautomovil)

En este caso, los satélites no giran, sirviendo solamente de enlace para transmitir la potencia a los palieres a través de los planetas. Al tomar una curva los satélites empiezan a girar, como se observa en la figura 2, con lo cual la rueda del interior de la curva gira más despacio y la del exterior más deprisa, variando ambas en la misma magnitud.

**Figura 2** Movimiento del diferencial en línea recta y en una curva



**Fuente:** Tema 8 engranajes, Universidad de Castilla – La Mancha.

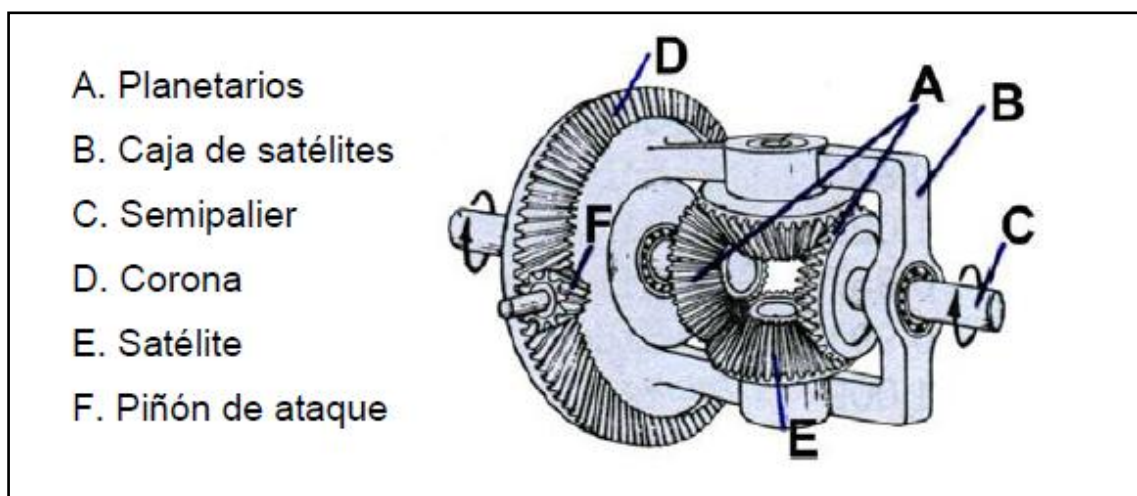
El diferencial, por lo tanto, permite administrar el par a ambas ruedas, o bien a una sola. Cuando ambas ruedas tienen la misma carga, el diferencial suministra el mismo par a ambas, pero cuando una de ellas está más cargada que la otra entonces reparte el movimiento de forma proporcionada.

### 2.1 Despiece del diferencial

Constituido así el mecanismo( ver figura 3), cuando la corona empieza a girar impulsada por el piñón de ataque, arrastra con ella a la caja del diferencial (B), que en su giro voltea a los satélites (C) y (D) que, actuado como cuñas, arrastran a su vez a los planetarios (E) y (F), los cuales transmiten el movimiento a las ruedas haciéndolas girar en el mismo sentido y con igual velocidad mientras el vehículo marche en línea recta; pero cuando toma una curva, la rueda interior ofrece más resistencia al giro que la exterior (al tener

que recorrer distancias desiguales) y, por ello, los satélites (C) y (D) rodarán un poco sobre uno de los planetarios (el correspondiente a la rueda interior) multiplicando el giro en el otro (el de la rueda exterior). De esta manera, lo que pierde en giro una rueda lo gana la otra, ajustándose automáticamente el giro de cada una de ellas al recorrido que le corresponda efectuar en cada curva. Igualmente, las diferencias de trayectoria en línea recta, debidas a diferencias de la presión de inflado de los neumáticos, irregularidades del terreno, etc., son absorbidas por el diferencial.

**Figura 3 Partes de un diferencial**

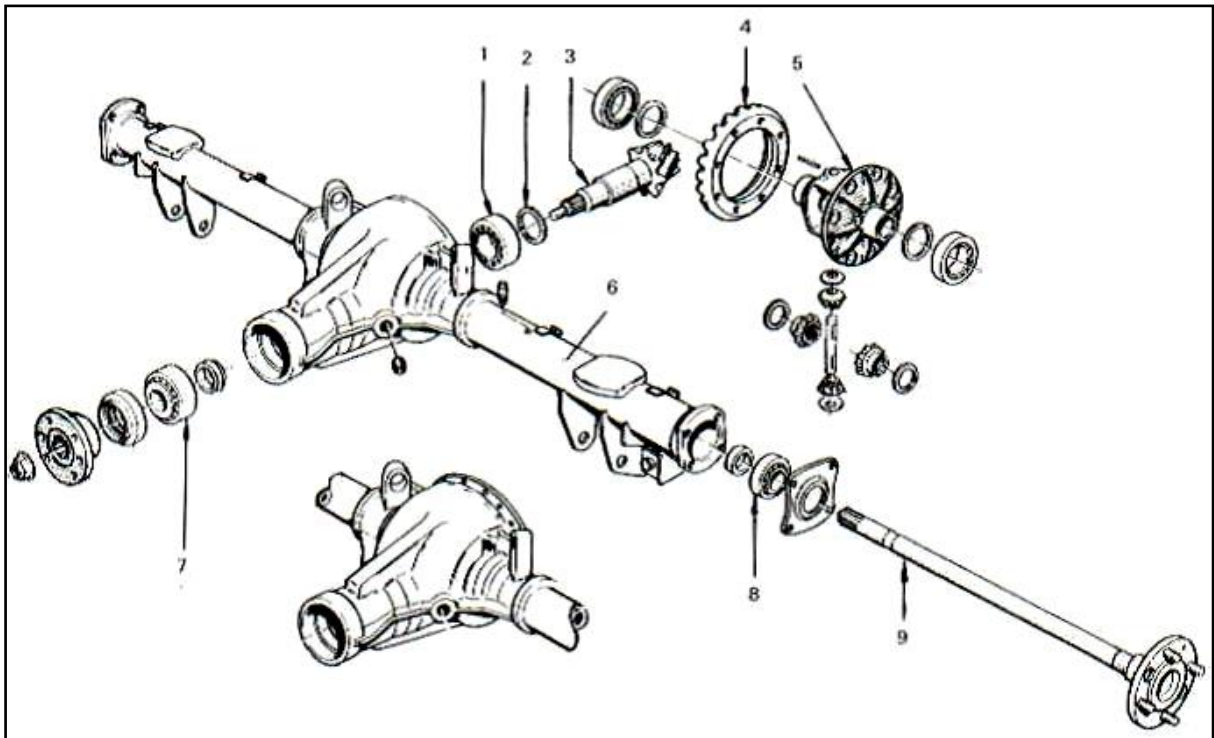


Fuente: [www.conocimientosbásicosdelautomovil](http://www.conocimientosbásicosdelautomovil)

## 2.2 Estructura de un puente trasero rígido

En la Figura 4 se muestra el despiece de un puente trasero de tipo convencional (rígido), en el cual los palieres o semiejes (9) quedan alojados en las trompetas (6), apoyándose por su extremo interior en el conjunto diferencial (5), del cual recibe el movimiento, mientras que por el extremo exterior se apoyan en la trompeta por medio del rodamiento (8). A la caja del diferencial (5) se fija la corona (4), que recibe movimiento del piñón de ataque (3), alojado en la carcasa del diferencial, apoyado sobre ella por medio de los cojinetes (1) y (7).

**Figura 4. Estructura del puente trasero rígido**



**Fuente:** [www.todomecanica.com](http://www.todomecanica.com)

- |                         |               |
|-------------------------|---------------|
| 1. Cojinetes            | 6. Trompetas  |
| 2. Retenedor            | 7. Cojinetes  |
| 3. Piñón de ataque      | 8. Rodamiento |
| 4. Corona               | 9. Semiejes   |
| 5. Conjunto Diferencial |               |

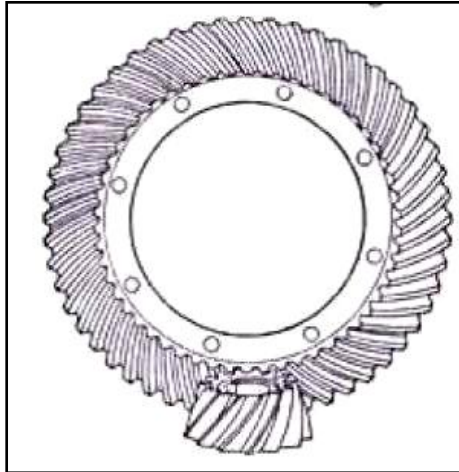
En la parte central del cárter del eje trasero existe un ensanchamiento en el cual se encuentran alojados los mecanismos del par cónico o grupo piñón corona y el grupo diferencial en los vehículos de todo adelante o de todo atrás, este conjunto se encuentra alojado en la caja de velocidades

**2.3 El grupo cónico.** Está formado por el conjunto piñón y corona los cuales se encargan de realizar las funciones de reducción de velocidad y de la transmisión entre ejes. En el caso de los vehículos con motor longitudinal el piñón de ataque y la corona son cónicos, en el caso de los motores transversales son cilíndricos.

**2.3.1 Clasificación del Grupo cónico.** De acuerdo a la disposición geométrica de los dientes del grupo cónico estos se clasifican en dos grandes grupos:

**2.3.1.1 Grupo cónico espiral.** Son engranajes cónicos con dientes helicoidales, en los cuales los ejes del piñón y la corona (figura 5) son concurrentes, se los emplea cuando tienen que transmitir un elevado par motor. Para ello el diseño permite que los dientes engranen formando un ángulo agudo, en lugar de  $90^\circ$  como en un engranaje recto

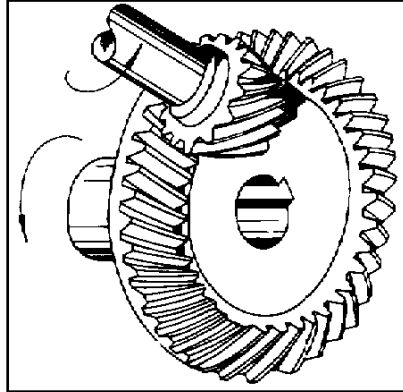
**Figura 5 Engranaje conico con dientes helicoidales**



**Fuente:** Enciclopedia del motor y del Automóvil, De Castro Vicente, 1990, pág. 176

**2.3.1.2 Grupo cónico hipoide.** Consiste en un engranaje con un dentado especial capaz de transmitir el movimiento entre dos ejes no concurrentes, de forma que el piñón se encuentra desplazado respecto al centro de la corona (figura 6), para alcanzar una separación entre ejes igual a 0,2 veces el diámetro de la corona con lo cual se consiguen dientes más largos y en mayor número y por consiguiente mayor robustez, por la presencia de grandes empujes entre las ruedas dentadas, lo cual obliga a elegir cuidadosamente los rodamientos y el empleo del lubricante.

**Figura 6 Engranaje cónico hipoide**

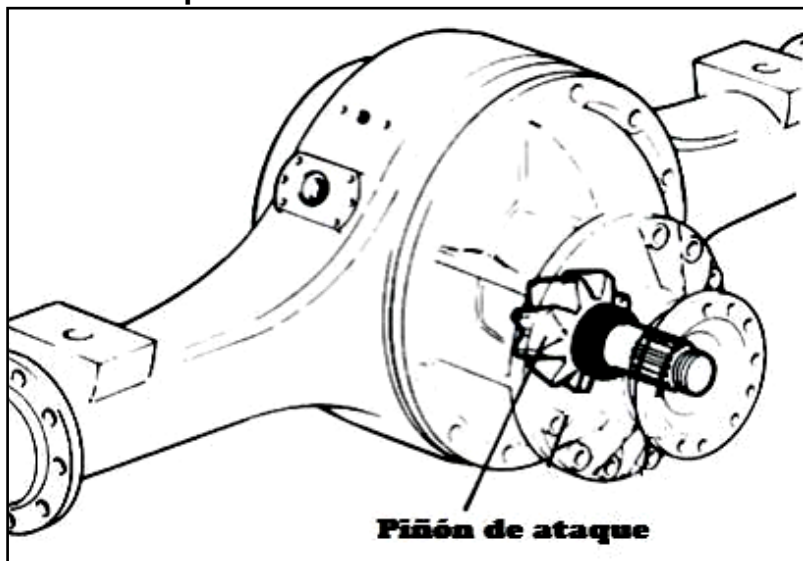


**Fuente:** [mecanismosenmarchaudista.blogspot.com/2010/08/engranajes-generalidades-y-nociones.html](http://mecanismosenmarchaudista.blogspot.com/2010/08/engranajes-generalidades-y-nociones.html)

Tanto el piñón cónico como la corona disponen de un dentado helicoidal que presenta la ventaja de ser la más idónea para las carrocerías de piso bajo que se utilizan hoy en día, resultado de ello se obtiene una mayor estabilidad

**2.3.2 Piñón de ataque.** El piñón de ataque está construido en una sola pieza y está constituido por un engranaje y un piñón (figura 7), los cuales deben tener una elevada resistencia a los esfuerzos mecánicos y al desgaste de la superficie de los dientes, generalmente va montado sobre dos cojinetes de rodillos cónicos, los cuales a su vez van montados en los alojamientos mecanizados en la carcasa del mecanismo diferencial.

**Figura 7. Piñón de ataque**



**Fuente:** [www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html](http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html)

Para la construcción del piñón de ataque se utiliza acero bonificado 709 / AISI 4140, como norma, el acero 709 es suministrado templado y revenido (temple tenaz bonificado), por lo que no se requeriría un tratamiento térmico posterior, a no ser que así lo exija la aplicación y en ese caso, se templaría un acero especial para obtener propiedades mecánicas más elevadas

**2.3.3 Corona.** Es un elemento dentado de gran tamaño y de un número elevado de dientes que tienen una forma helicoidal (figura 8), utilizado para la transmisión del movimiento desde el piñón de ataque hacia el mecanismo diferencial y posteriormente hacia las ruedas.

En contraposición con un piñón, se denomina corona a la rueda dentada de mayor tamaño, y por tanto de mayor número de dientes de cada etapa de reducción o de multiplicación de velocidad, en el caso de formar parte de un mecanismo reductor de velocidad como es el caso del mecanismo diferencial la corona es una rueda conducida.

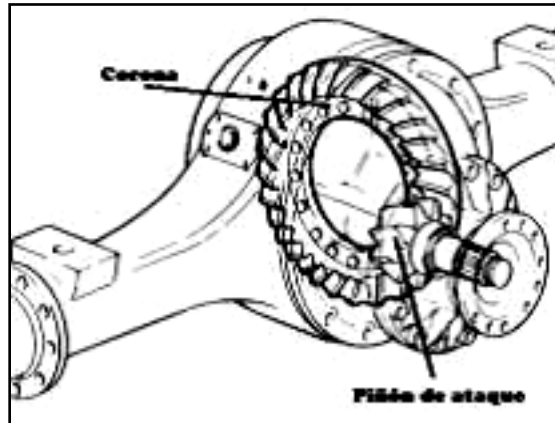
**Figura 8 Corona**



**Fuente:** [www.aeromodelismoserpa.com](http://www.aeromodelismoserpa.com)

**2.3.4 Funcionamiento grupo Piñón-corona.** El piñón de ataque recibe el movimiento desde la caja de cambios por medio del árbol de transmisión, y lo transmite a la corona (figura 9), dispuesta en posición transversal para transmitir el movimiento hacia las ruedas; la reducción de velocidad, se consigue al disponer el piñón de un menor número de dientes que la corona, con lo que también se consigue aumentar el par. La relación de desmultiplicación está comprendida entre 3:1 y 6:1 que dependerá del tamaño de las ruedas y de la potencia del motor.

**Figura 9 Grupo Piñón - corona**



**Fuente:** [www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html](http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html)

**2.4 El Conjunto Diferencial.** Si las ruedas motrices del vehículo se unieran directamente a la corona del par cónico, el movimiento de rotación del motor sería transmitido desde el piñón de ataque a la corona y de esta a las ruedas; el conjunto diferencial está formado de planetarios y satélites.

**2.4.1 Planetarios.** En un diferencial, los planetarios son las 2 ruedas dentadas unidas a los semiejes de las ruedas motrices y que engranan con los satélites. Debido a que unos y otros sólo se encuentran en movimiento relativo durante un tiempo limitado (en las curvas) a bajas velocidades, poseen dientes rectos; en los diferenciales normales, los planetarios están constituidos por ruedas cónicas, pero no faltan modelos en que planetarios y satélites son ruedas cilíndricas. Ver figura 10.

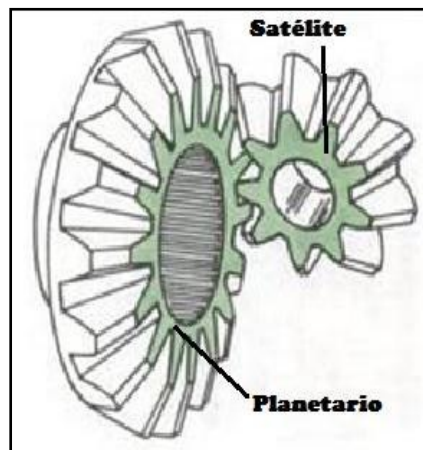
**Figura 10. Planetarios**



**Fuente:** [www.mackvyvltada.cl/default5.htm](http://www.mackvyvltada.cl/default5.htm)

**2.4.2 Satélites.** En un diferencial, los satélites son ruedas dentadas las cuales se encuentran unidas mediante un eje transversal, debiendo girar libremente sobre los piñones planetarios (figura 11); por medio de los satélites se obtiene un aumento y disminución de velocidades en cada uno de los planetarios dependiendo esto de la trayectoria de giro que tome el vehículo.

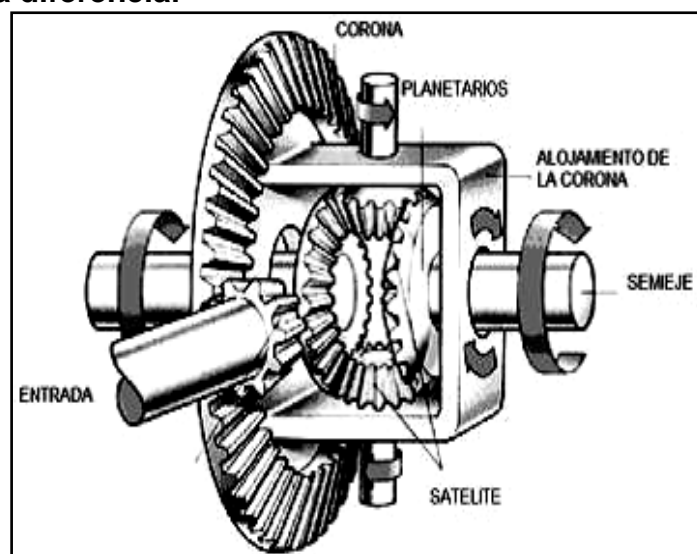
**Figura 11 Satélites y planetarios**



**Fuente:** [www.catalogometalurgico.com/products/view/1843](http://www.catalogometalurgico.com/products/view/1843)

**2.5 Caja diferencial.** Tiene como misión adoptar un giro independiente a las ruedas, según el recorrido que efectuó cada una de ellas y además administrar la fuerza motriz en las ruedas encargadas de la tracción, tomando como base la rotación de una rueda con respecto a la otra, ver figura 12.

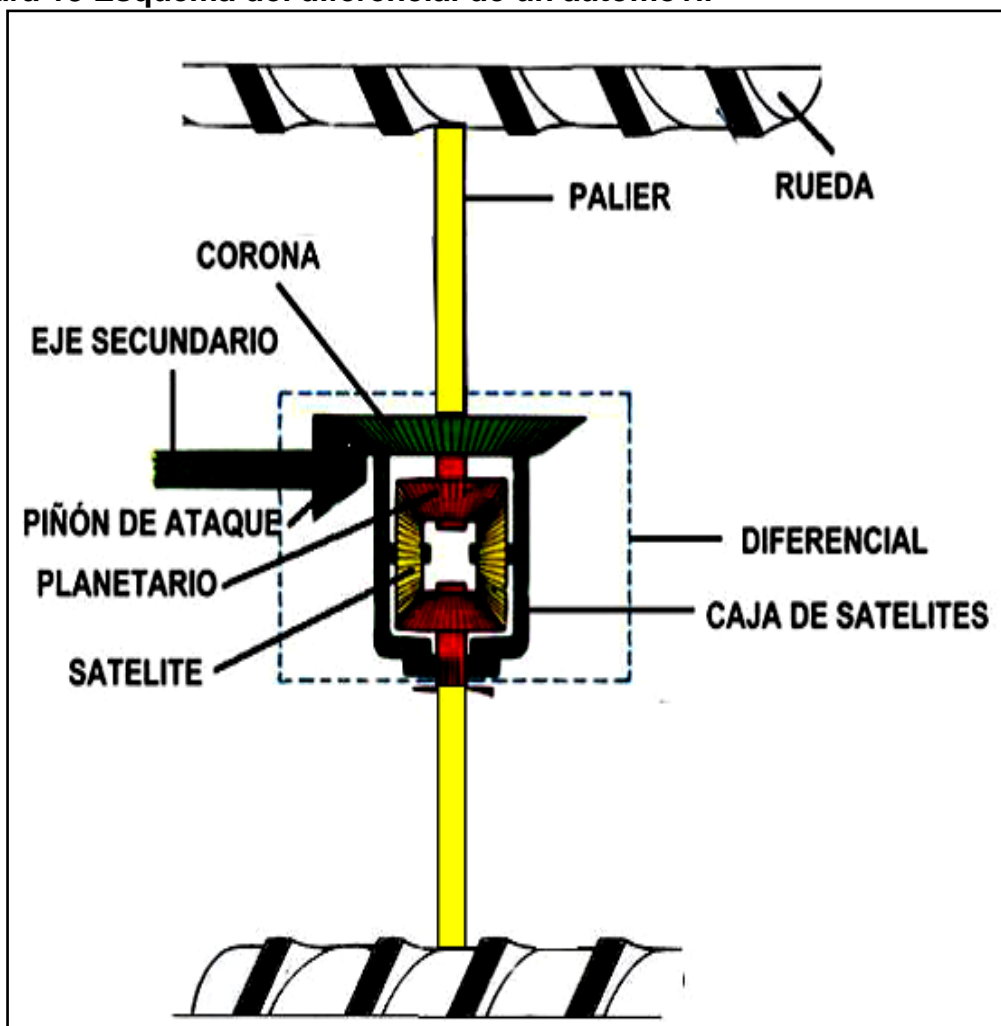
**Figura 12 Caja diferencial**



**Fuente:** [www.irvinsystems.com/?p=2593](http://www.irvinsystems.com/?p=2593)

### 3.0 FUNCIONAMIENTO DE OPERACIÓN

Figura 13 Esquema del diferencial de un automóvil

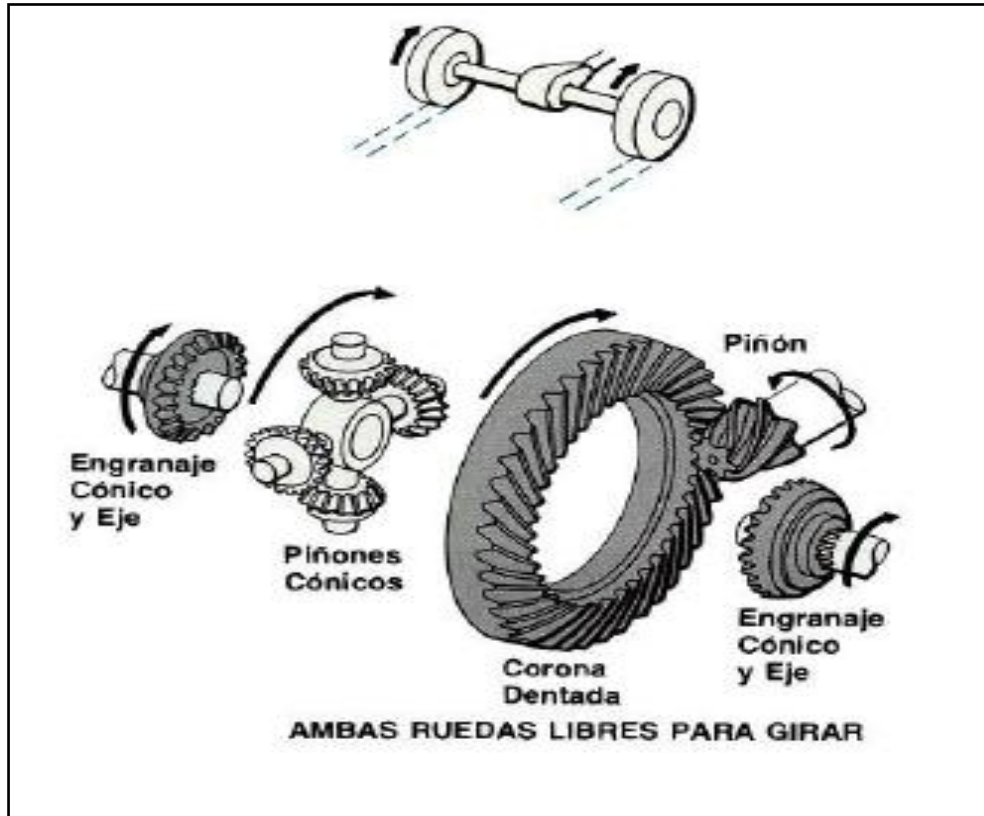


Fuente: [www.todomecanica.com](http://www.todomecanica.com)

El diferencial funciona de la siguiente forma:

Cuando el vehículo va en línea recta el eje secundario de la caja de cambios mueve el piñón de ataque, éste la corona, y ésta arrastra la caja de satélites que está unida solidariamente a ella. Los ejes de los satélites al estar unidos a la caja giran arrastrando a los planetarios, y por tanto, a través de los semipalieres y la reducción final, hacen girar las ruedas. Los planetarios giran en el mismo sentido y velocidad que la corona mientras el vehículo marcha en línea recta. (Ver figura 14)

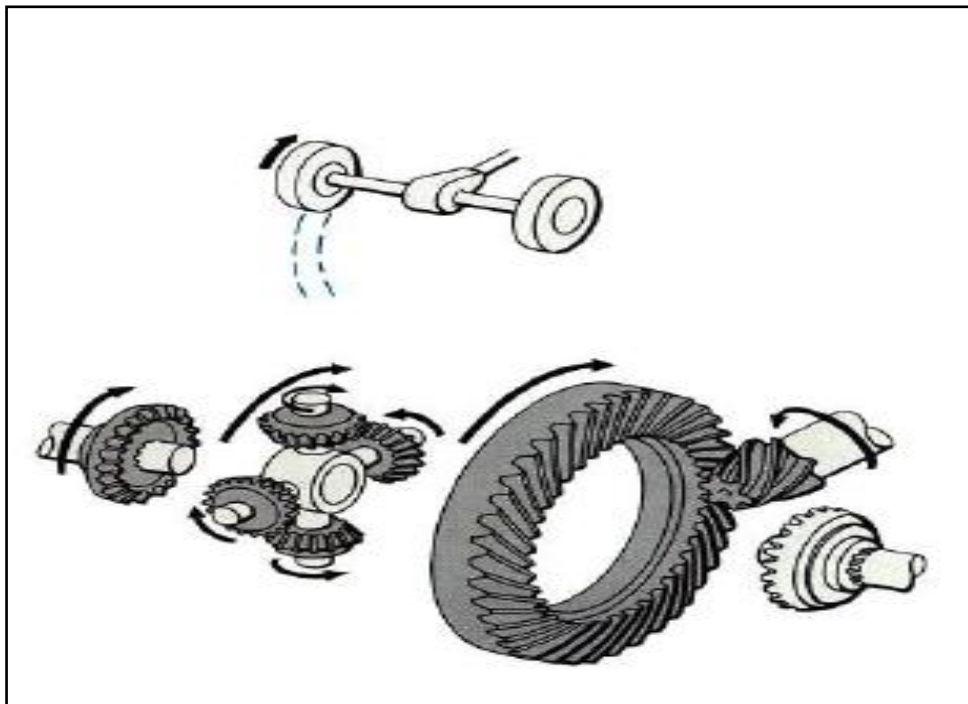
**Figura 14 Funcionamiento del diferencial en línea recta**



**Fuente:** Banco didáctico del sistema diferencial. Escuela Politécnica del Ejército. Extensión - Latacunga

Cuando el vehículo toma una curva, la rueda interior ofrece más resistencia al giro que la exterior, ya que ésta última no puede moverse a la misma velocidad por tener que recorrer un camino mayor. Al quedar frenada la rueda, frena también el movimiento de su planetario correspondiente y entonces los satélites tienden a rodar sobre él, multiplicando el giro en la otra rueda. De esta forma, lo que pierde en giro una rueda lo gana en la otra, ajustándose sí automáticamente el giro en cada una de ellas por la acción compensatoria de los satélites. Cuando con el freno individual se frena una rueda, ésta se detiene totalmente y automáticamente la otra pasa a dar el doble de vueltas. (Ver figura 15)

**Figura 15** Funcionamiento del diferencial en una curva



**Fuente:** Banco didáctico del sistema diferencial. Escuela Politécnica del Ejército. Extensión – Latacunga

Los vehículos con tracción en las ruedas delanteras y traseras, llevan dos diferenciales, el principal inconveniente del diferencial es que si una rueda pierde adherencia con el suelo, gira con velocidad doble que la corona, mientras que la otra se queda inmóvil. Este caso puede darse en zonas con hielo, barro, etc. Para solucionar este problema, los vehículos llevan un mecanismo de **bloqueo del diferencial**, que permite anular su función y obliga a las dos ruedas a ir a la misma velocidad. Este bloqueo debe utilizarse únicamente para resolver ese tipo de situaciones pues en otro caso puede originar averías en el diferencial y hasta el vuelco del vehículo si éste intenta girar.

Al no existir la corona, piñón de ataque, satélites, engranajes laterales que forman el grupo diferencial las ruedas se unirán directamente a la corona del par cónico, el movimiento de rotación del motor sería transmitido desde el piñón de ataque a la corona y de esta a las ruedas, girando ambas a la misma velocidad; con esta disposición el vehículo en una trayectoria recta los desplazamientos de ambas ruedas serían idénticos, pero cuando el vehículo

marche en una trayectoria curva en la que la rueda exterior ha de hacer un recorrido mayor a la interior se produciría el arrastre o patinado de las ruedas, dado que las ruedas son impulsadas por la corona a la misma velocidad y deben efectuar recorridos diferentes.

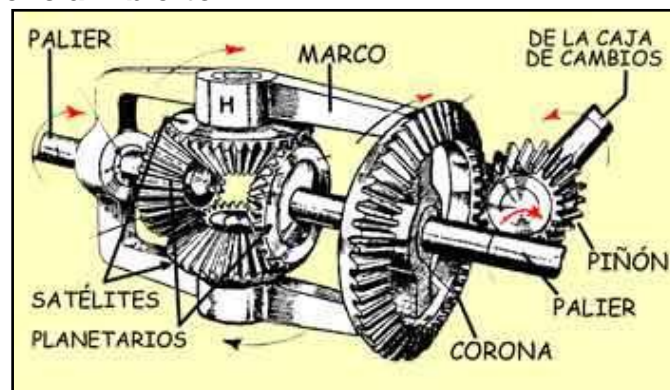
Los engranajes en el mecanismo diferencial se disponen en forma de "U" en el eje. Cuando ambas ruedas recorren el mismo camino, por ir el vehículo en línea recta, el engranaje se mantiene en situación neutra. Sin embargo, en una curva los engranajes se desplazan ligeramente, compensando con ello las diferentes velocidades de giro de las ruedas.

#### 4.0 Tipos de diferencial

Según las características de los diferentes diferenciales se clasifican en:

**4.1 Diferenciales abiertos.** Son los diferenciales convencionales, están compuestos por dos planetarios y dos, tres o cuatro satélites; los planetarios giran a través de los satélites. Este tipo de diferencial no es adecuado para el 4x4, ya que en el caso de circular por terrenos con poca adherencia, el diferencial mandará más revoluciones al eje con menos o sin adherencia. Los diferenciales abiertos son los más comunes en los vehículos y son estándar en la mayoría; consiste en un sistema de engranajes que mantiene la misma cantidad de presión en las caras de engranajes que operan cada uno de los semiejes.

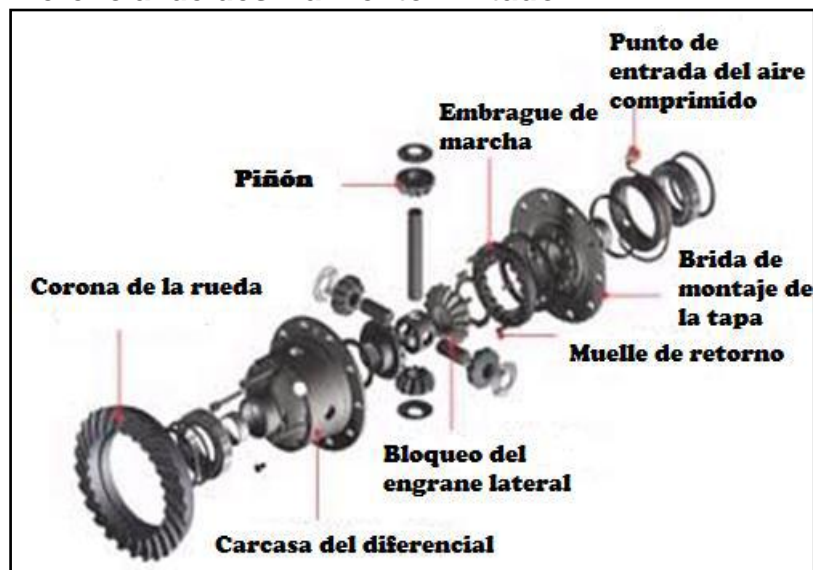
**Figura 16 Diferencial Abierto**



**Fuente:** [suzuki88.webcindario.com/varios-diferencial.htm](http://suzuki88.webcindario.com/varios-diferencial.htm)

**4.2 Diferencial de deslizamiento limitado.** En este tipo, los ejes de los satélites no se soportan en la caja sino en unas entallas en forma de V de los platos de presión estos tienen unos salientes exteriores que encajan en las acanaladuras de la caja para producir su arrastre al tiempo que pueden desplazarse lateralmente entre cada uno de los platos de presión y la caja de satélites.

**Figura 17 Diferencial de deslizamiento limitado**



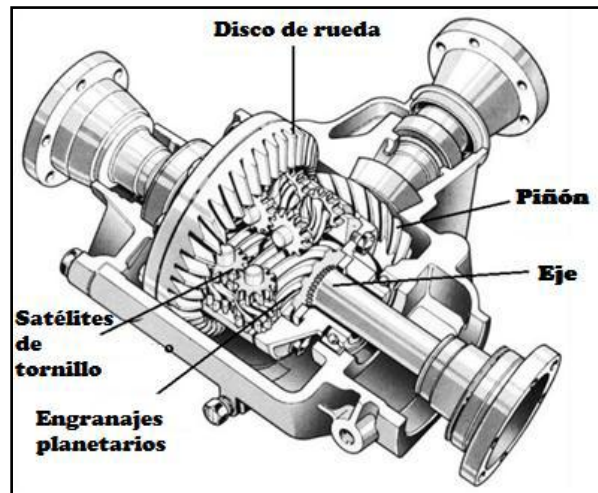
**Fuente:** [suzuki88.webcindario.com/varios-diferencial.html](http://suzuki88.webcindario.com/varios-diferencial.html)

**4.3 Diferencial Torsen.** Su funcionamiento está basado en el principio de un tornillo sin fin, el tornillo puede mover a la corona pero la corona no puede mover al tornillo es un sistema irreversible, este diferencial es el único capaz de repartir el deslizamiento de forma independiente a la velocidad de giro de los semiejes.

Funciona mediante la combinación de tres pares de ruedas helicoidales que engranan a través de dientes rectos situados en sus extremos (engranajes de concatenación). La retención o el aumento de la fricción se produce porque las ruedas helicoidales actúan como un mecanismo de tornillo sin fin, el punto de contacto entre los dientes se desplaza sobre una línea recta a lo largo del propio diente (figura 18), lo que significa la unión del movimiento de giro de las ruedas con el movimiento de deslizamiento que supone fricción. El tarado o

grado de resistencia se determina precisamente por el ángulo de la hélice de estas ruedas helicoidales.

**Figura 18 Diferencial Torsen**

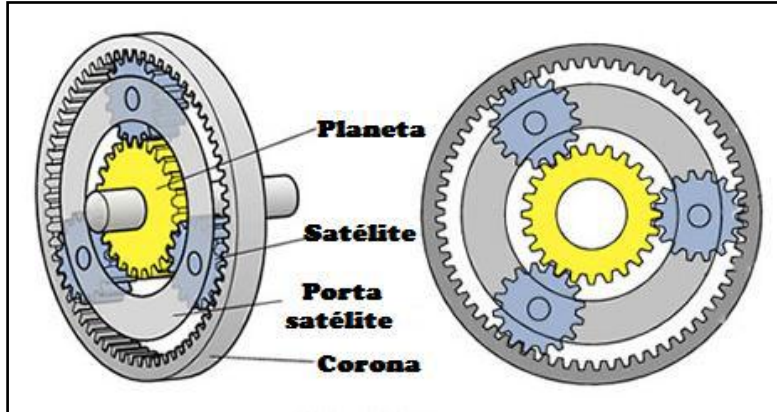


**Fuente:** [www.clubjapo.com/foro/mec%E1nicas-potenciaci%F3n-y-gesti%F3n-electr%F3nica/156382-mecanica-y-potenciacion-con-elherrerillo.html](http://www.clubjapo.com/foro/mec%E1nicas-potenciaci%F3n-y-gesti%F3n-electr%F3nica/156382-mecanica-y-potenciacion-con-elherrerillo.html)

Lo más interesante de este tipo de diferenciales es que puede repartir la fuerza del motor a cada semieje en función de la resistencia que oponga cada rueda al giro, pero al mismo tiempo permite que la rueda interior en una curva gire menos que la exterior, aunque esta última reciba menos par

**4.4 Diferencial epicycloidal.** Este diferencial está constituido por un tren de engranajes planetarios simple, aunque dependiendo de los cuales sean los elementos utilizados, como entradas y salidas el juego de satélites puede ser doble, se utiliza como repartidor de par entre los diferenciales de los puentes delantero y trasero y como diferencial delantero en los automóviles con tracción a las cuatro ruedas; cuando la entrada se hace por la caja de satélites las salidas a los puentes delantero y trasero se efectúan por los ejes del planeta y de la corona. Ver figura 19

**Figura 19 Diferencial epicicloidal**



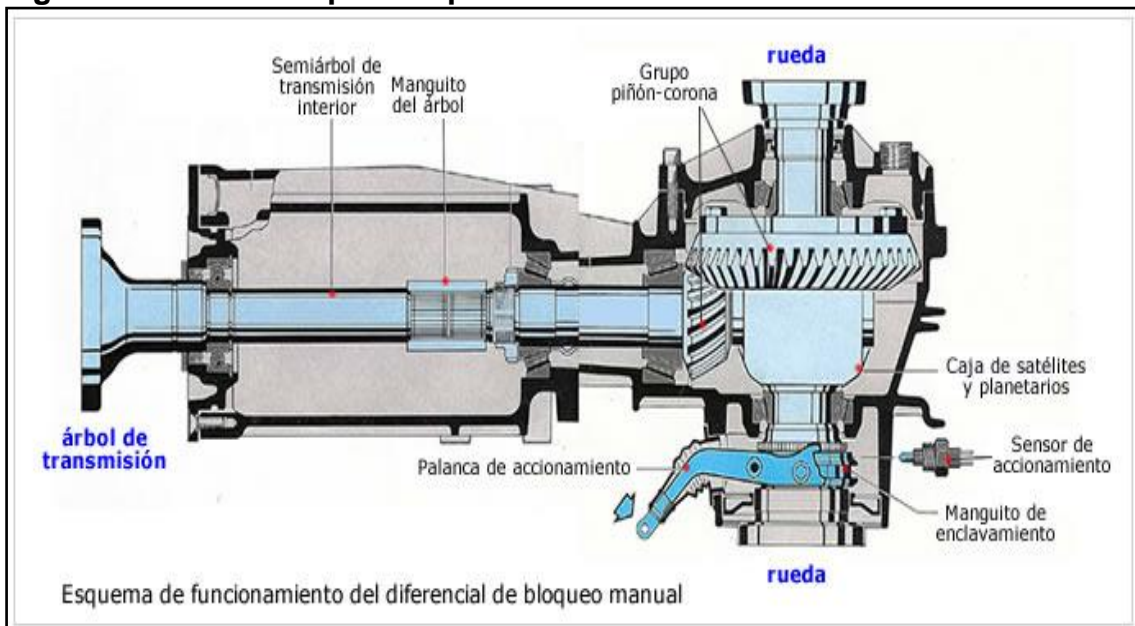
**Fuente:** [www.taringa.net/posts/autos-motos/16167998/Cajas-de-cambio-2da-parte.html](http://www.taringa.net/posts/autos-motos/16167998/Cajas-de-cambio-2da-parte.html)

#### 4.5 Diferenciales controlados.

Se clasifican por su accionamiento entre los cuales están:

**4.5.1 Por bloqueo manual.** Constan de los mismos componentes que un diferencial convencional de ruedas cónicas en el cual se ha añadido un sistema de bloqueo parcial entre la caja diferencial y planetarios que se los puede hacer actuar a voluntad. Ver figura 20.

**Figura 20 Diferencial por bloqueo manual**



**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/>

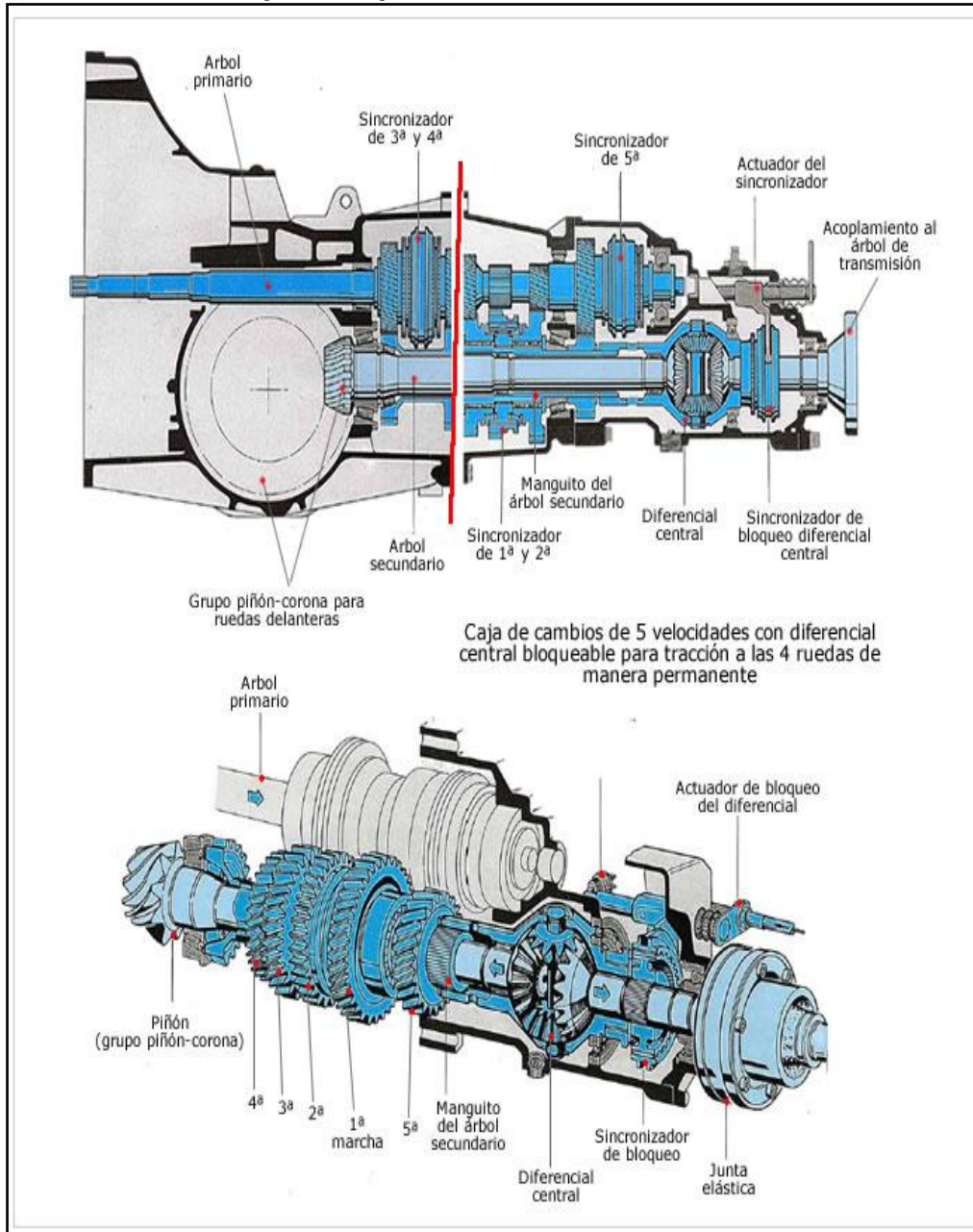
Para estudiar el funcionamiento del "diferencial central" tenemos la figura 21 donde se ve la caja de cambios, que es igual a la utilizada en cualquier automóvil sin tracción a las 4 ruedas, la diferencia está en la incorporación del diferencial central y la forma de como reparte el par de tracción a cada uno de los ejes (ruedas delanteras y ruedas traseras).

Vemos que el árbol secundario de la caja de cambios se divide en dos árboles (si lo comparamos con una caja de cambios para vehículos sin tracción a las 4 ruedas). Uno sería un árbol en forma de manguito que gira solidario con los piñones de las marchas 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> y el sincronizador de 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup>, además mueve la carcasa del diferencial central que a su vez mueve sus satélites.

El segundo árbol secundario sería el que empujado por un planetario del diferencial central transmite el par de tracción al piñón del grupo piñón-corona del diferencial delantero.

Así se transmitiría la tracción a las ruedas delanteras pero para las ruedas traseras necesitamos de otro árbol, este partiría del otro planetario del diferencial central, para sacar el movimiento fuera de la caja de cambios y de aquí por medio de una junta elástica al árbol de transmisión que lleva el movimiento al diferencial trasero.

**Figura 21 Diferencial por bloqueo manual**



**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/>

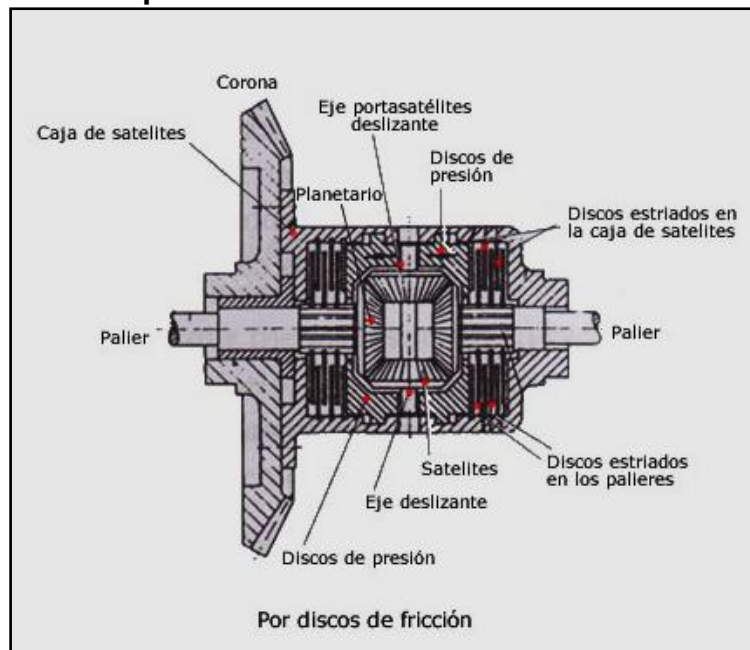
**4.5.2 Por bloqueo automático.** Son los más utilizados por los vehículos todo terreno y la mayoría de 4x4, utilizan al menos en uno de los dos ejes uno de estos diferenciales y muchas veces también en el diferencial central. Según su funcionamiento se clasifican en:

**4.5.2.1 Por discos de fricción.** En estos diferenciales el sistema de bloqueo los realizan un conjunto de discos de dos tipos que se montan intercalados,

unos unidos al diferencial por el diámetro exterior y otros solidarios a un manguito desplazable por el diámetro interior. Posee unas arandelas de presión en el extremo del paquete presionando axialmente entre la caja diferencial y el planetario. Ver figura 22

Los piñones satélites planetarios son análogos a los de un diferencial convencional. Cada piñón planetario se acopla sobre sendos bujes estriados, que a su vez encajan sobre cada una de las dos mitades de la caja diferencial. Entre cada mitad de la caja y el buje estriado correspondiente existe un embrague compuesto por discos de fricción y arandelas elásticas de acero. Los discos de fricción, interpuestos entre el disco de presión y la pared de la carcasa, van intercaladas de forma que las que tienen dentado exterior, engranan en unas ranuras de la carcasa, y las que llevan dentado interior, engranan con los planetarios.

**Figura 22 Diferencial por discos de fricción**



**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.html>

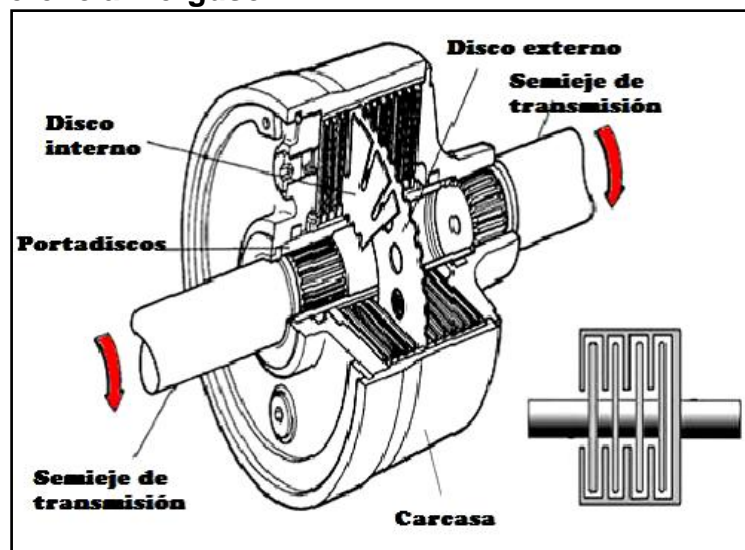
**4.5.2.2 Por viscoacoplador.** Se le conoce también como embrague viscoso o acoplamiento **Ferguson** efectúa el acoplamiento de dos ejes en función de la diferencia de la velocidad angular entre los mismos, en este caso los discos no rozan unos con los otros bajo una presión inicial, sino que están separados e

inmersos en un líquido viscoso (silicona), mezclado con un 20% de aire, que llena todo el conjunto.

Los discos solidarios a la caja diferencial tienen una serie de agujeros circulares mientras que los que van montados solidarios a los palieres tienen ranuras radiales en toda su superficie, van montados de forma alternativa y distanciada axialmente por medio de anillos separadores. Ver figura 23.

En marcha recta las ruedas traseras se ven arrastradas por las del tren que recibe la tracción a través de su contacto con el suelo, generándose una pequeña aportación de par a través del aceite silicona, uno de los ejes pierde tracción el deslizamiento que se genera entre los discos alternos hace aumentar la temperatura y presión en el aceite silicona que los envuelve, aumentando las fuerzas de cizalladura, arrastrando los discos conductores a los conducidos, consiguiéndose un giro solidario entre ambos.

**Figura 23 Diferencial Ferguson**



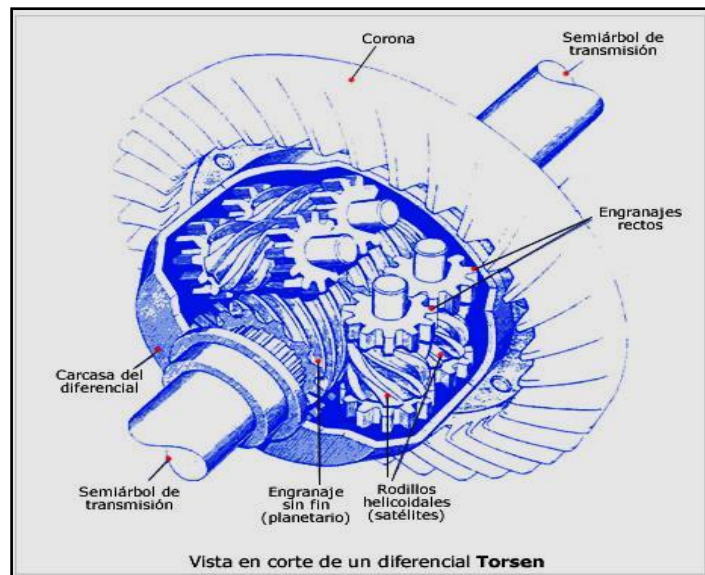
**Fuente:** [www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.html](http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.html)

Al momento de actuación lo determina el número de discos, los taladros y el aire que tengan mezclado, no recibiendo en funcionamiento normal nada más que una pequeña parte del par a través de él, apenas un 10%. Este diferencial es el más usado cuando a un vehículo de tracción delantera se le añade la trasera como complemento ante una pérdida de tracción del tren delantero, momento en el que el bloqueo del mismo genera el desvío de par al otro tren.

El problema que se presenta con este diferencial es que la tracción a las 4 ruedas no es permanente y hay un cierto retraso desde que empieza a perder tracción uno de los ejes del vehículo y el acoplador viscoso empieza a transmitir el par de tracción al otro eje.

**4.5.2.3 Torsen.** El control del par se realiza por medio de la fricción interna del diferencial creado por el paquete de satélites, planetarios y arandelas de fricción, que se ven comprimidos por el esfuerzo axial de los planetarios, los cuales provienen del engranaje helicoidal con los paquetes de satélites( figura 24).

**Figura 24 Vista en corte de un diferencial tipo Torsen de bloqueo automático**

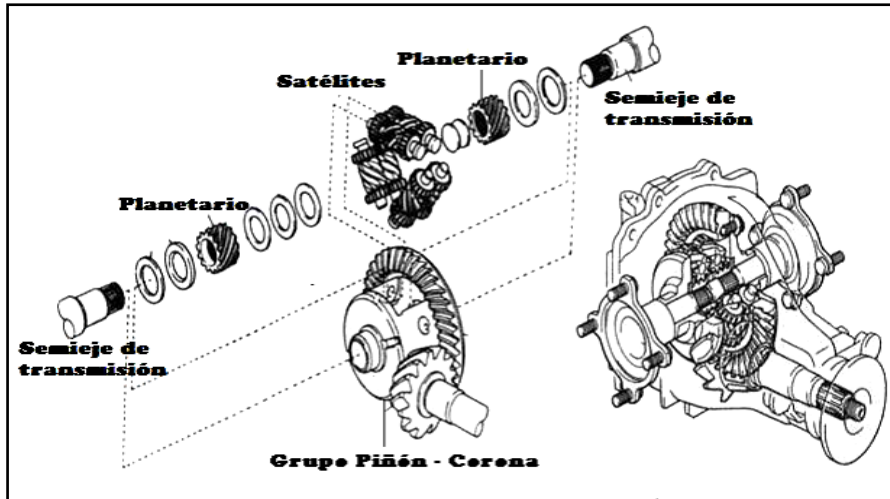


**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/diferencial-autoblocante.html>

El Torsen es el único capaz de repartir el deslizamiento de forma independiente a la velocidad de giro de los semiejes. Funciona mediante la combinación de tres pares de ruedas helicoidales que engranan a través de dientes rectos situados en sus extremos (engranajes de concatenación, figura 24). La retención o el aumento de la fricción se produce porque las ruedas helicoidales actúan como un mecanismo de tornillo sin fin: el punto de contacto entre los dientes se desplaza sobre una línea recta a lo largo del propio diente, lo que significa la unión del movimiento de giro de las ruedas con el movimiento de deslizamiento que supone fricción. El tarado o grado de resistencia se determina precisamente por el ángulo de la hélice de estas ruedas helicoidales.

Lo más interesante del Torsen es que puede repartir la fuerza del motor a cada semieje en función de la resistencia que oponga cada rueda al giro, pero al mismo tiempo permite que la rueda interior en una curva gire menos que la exterior, aunque esta última reciba menos par, a diferencia del resto de diferenciales.

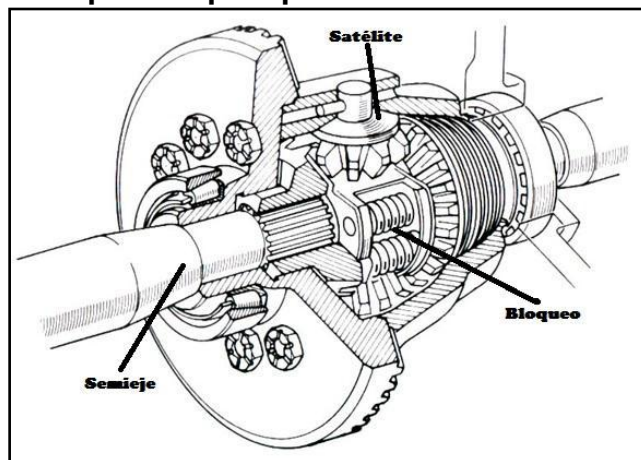
**Figura 25** Esquema explosionado del diferencial Torsen por bloqueo automático



Fuente: [hr24x4.blogspot.com/2011\\_02\\_01\\_archive.html](http://hr24x4.blogspot.com/2011_02_01_archive.html)

**4.5.3 Por bloqueo permanente.** Este tipo de diferencial se caracteriza por hacer girar las ruedas motrices unidas rígidamente, permitiendo así que giren con independencia entre sí únicamente cuando el automóvil tome una curva

**Figura 26** Diferencial por bloqueo permanente



Fuente: [www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html](http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html)

## **5.0 Lubricación del sistema diferencial**

El término lubricante hace referencia a una sustancia cuyo propósito consiste en la sustitución de la fricción entre dos elementos en movimiento, por una fricción menor, producida por las moléculas que lo componen.

Los aceites lubricantes APIGL-5, han sido desarrollados para cumplir eficientemente los requisitos de lubricación en el sistemas de transmisión automotriz tanto para cajas de velocidades, como en diferenciales utilizándose en engranajes automotrices, juntas universales, cajas de engranajes de la dirección, ejes reanudados, etc.

La transmisión por engranajes principalmente están sometidas a condiciones de funcionamiento de alta velocidad-bajo torque y baja velocidad-alto torque por lo que debe tener un lubricado adecuado para poder contribuir y conservar sus propiedades mecánicas durante el uso, garantizando un funcionamiento eficiente y una larga vida útil del mecanismo.

## **6.0 BIBLIOGRAFIA**

**Banco didáctico del sistema diferencial. Escuela Politécnica del Ejército.  
Extensión – Latacunga**

**Enciclopedia del motor y del Automóvil, De Castro Vicente, 1990.**

**Manual del Automóvil, 2002, Tomo III**

**[www.conocimientosbasicosdelautomovil.com](http://www.conocimientosbasicosdelautomovil.com)**

**<http://www.kugaexperience.com>**

**[www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html](http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/15307728/El-Diferencial.html)**

**<http://www.stealth316.com/2-awd3.htm>**

**Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/>**

## **ANEXO D**

### **MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: FABRICACIÓN**

# MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: FABRICACIÓN



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DISEÑO GRAFICO

## **TABLA DE CONTENIDO**

**1.0 INTRODUCCION**

**2.0 PRODUCCION DE ENGRANAJES**

**2.1 PRODUCCION DE ENGRANAJES COMPLETOS**

**2.2 PRODUCCION DE ENGRANAJES POR TALLA**

**2.2.1 PROCEDIMIENTOS DE TALLA POR REPRODUCCION O  
COPIA**

**2.2.2 PROCEDIMIENTOS DE TALLA POR GENERACION**

**2.3 PRODUCCION DE ENGRANAJES PLASTICOS POR INYECCION**

**2.4 PRODUCCIÓN DE ENGRANAJES POR MEDIO DE CORTE: POR  
LÁSER**

**Y CHORRO DE AGUA**

**3.0 MATERIALES USADOS EN LA FABRICACION DE RUEDAS DENTADAS**

**4.0 BIBLIOGRAFIA**

## 1.0 INTRODUCCION

La fabricación de dientes de engranaje se puede realizar de distintas maneras. Lo más habitual es algún tipo de mecanizado en el que se elimina material a partir de una pieza en bruto cilíndrica. Son métodos de mecanizado de engranajes, por ejemplo, el tallado con fresa madre, el mecanizado con discos, el cepillado, el conformado o el pulido. El método que conviene utilizar depende de factores como los requisitos de productividad, el tamaño del lote, el tamaño del engranaje y la accesibilidad, y ciertos métodos no sirven para todos los tipos de engranajes.

Además de eliminar la mayor parte del material, se suele utilizar algún tipo de operación de acabado para mejorar la superficie y la tolerancia del engranaje. La tolerancia es muy importante en los casos donde aparezcan fuerzas elevadas o muchas revoluciones. Es indispensable además tener en cuenta algunos factores que también influyen en el confort de la vida cotidiana en cuanto a los engranajes se refiere, pues un alto nivel de ruido entre ruedas que engranan no resulta para nada cómodo.

## 2.0 PRODUCCIÓN DE ENGRANAJES

Los procedimientos de producción de ruedas dentadas se pueden dividir en dos grandes familias:

- Procedimientos de producción de engranajes completos.
- Procedimientos de producción de engranajes por tallado de los dientes.

### 2.1 PRODUCCIÓN DE ENGRANAJES COMPLETOS

Estos métodos de producción consisten en la formación del engranaje completo, en una sola operación. Se pueden distinguir los siguientes procedimientos:

- **Fundición:** Se diseña un molde que se llena con el material colado (acero, bronce,...etc.). Este molde es una copia exacta de la futura rueda dentada, sin considerar el sobredimensionado que va asociado a la fundición (un ligero aumento del espesor del diente).

**Figura 1 Engranaje obtenido por el proceso de fundición**



**Fuente:** Felipe Díaz Del Castillo Rodríguez. Engranajes: historia, fabricación y fallas. Departamento de ingeniería, Laboratorio de tecnología de materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

- **Pulvimetalurgia:** (Metalurgia de polvos) Consiste en un proceso de fabricación que, partiendo de polvos finos y tras su compactación previa, para darles una forma determinada (compactado), se calientan en atmósfera controlada (sinterizado) para la obtención de la pieza. Este proceso es adecuado para la fabricación, además de los engranajes, de grandes series de piezas pequeñas de gran precisión, para materiales o mezclas poco comunes y para controlar el grado de porosidad o permeabilidad.

**Figura2 Elementos dentados por pulvimetalurgia**



**Fuente:** <http://www.china2west.com/es/products-processes/?pid=14>

- **Estampación:** Se estampa una matriz, con la forma de la futura rueda dentada, que sirve como herramienta cortante, contra una lámina base. Es un procedimiento empleado generalmente con ruedas delgadas.

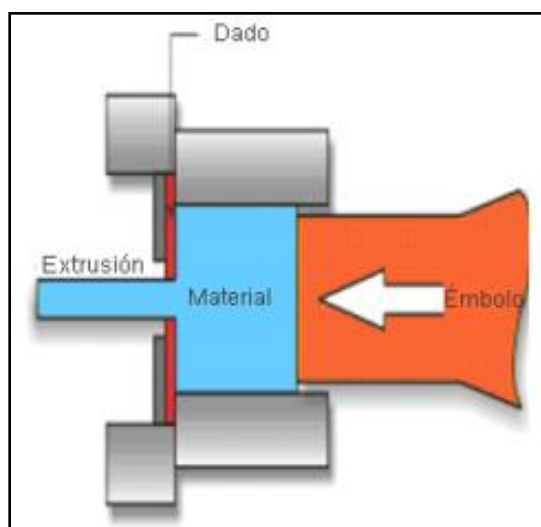
**Figura 3 Elementos dentados por estampación**



**Fuente:** <http://www.sz-wholesaler.com/>

- **Extrusión y rebanado:** La extrusión se basa en hacer pasar una masa fluida de metal, plástico, etc. por una abertura con una determinada forma. Este método de producir engranajes consiste en generar, por extrusión, una barra con el perfil de una rueda dentada, de la cual se van extrayendo los engranajes, seccionándolos como rebanadas

**Figura 4**Proceso de extrusión



**Fuente:** Felipe Díaz Del Castillo Rodríguez. Engranajes: historia, fabricación y fallas. Departamento de ingeniería, Laboratorio de tecnología de materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Figura 5 Piezas obtenidas por el proceso de extrusión**



**Fuente:** Felipe Díaz Del Castillo Rodríguez. Engranajes: historia, fabricación y fallas. Departamento de ingeniería, Laboratorio de tecnología de materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

## **2.2 PRODUCCIÓN DE ENGRANAJES POR TALLA**

Los procedimientos de tallado de ruedas dentadas consisten en la utilización de una herramienta de corte para efectuar el tallado de los dientes de los engranajes a partir de un cilindro base. Los dientes de los engranajes se mecanizan por fresado, cepillado o formado con sinfín y pueden ser acabados por cepillado, bruñido, esmerilado o pulido con rueda.

Los procedimientos de producción de engranajes por talla se dividen, a su vez, en dos grandes grupos:

- Procedimientos de talla por reproducción o copia.
- Procedimientos de talla por generación.

### **2.2.1 PROCEDIMIENTOS DE TALLA POR REPRODUCCIÓN O COPIA**

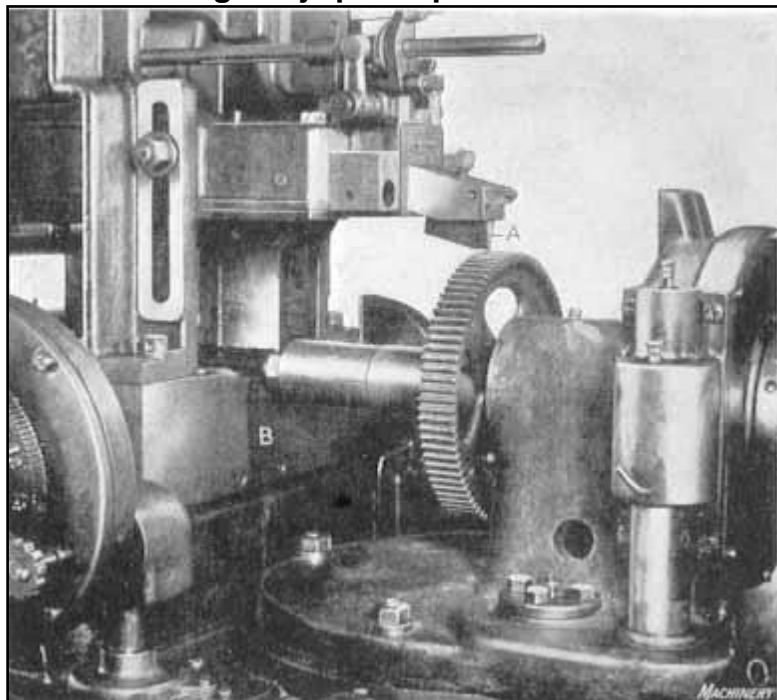
En los procedimientos de tallado de ruedas dentadas por reproducción, el borde cortante de la herramienta es una copia exacta de cierta parte de ella (por ejemplo, del hueco entre dientes contiguos). Como consecuencia de ello, los métodos de talla por reproducción precisan de un número elevado de herramientas ya que, incluso para fabricar ruedas dentadas con el mismo módulo hace falta una herramienta para cada número de dientes, puesto que el hueco interdental varía.

A estas herramientas de corte se les denomina “*cortadores conformadores*” y, generalmente, el cortador tiene la forma exacta del hueco interdental. Cabe distinguir dos procedimientos, según la máquina herramienta utilizada:

- **Cepillado:** La herramienta, en la sección perpendicular a la dirección de su movimiento tiene perfiles cortantes, que se corresponden perfectamente con el contorno del hueco interdental del engranaje a tallar.

La herramienta (elemento A, de la figura 6) desarrolla un movimiento de vaivén sobre el cilindro base, cortando el material correspondiente a un hueco interdental. Después de cada operación, el cilindro base gira un ángulo igual a  $1/z$  de vuelta para poder cepillar el siguiente hueco.

**Figura 6 Tallado de un engranaje por cepillado**



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

- **Fresado:** Es un método muy difundido, similar a la talla por cepillado, pero en lugar de una cuchilla con una forma determinada se utiliza como herramienta una fresa especial estandarizada –la “*fresa de módulo*”- cuyos dientes tienen perfiles idénticos a la forma del hueco interdental

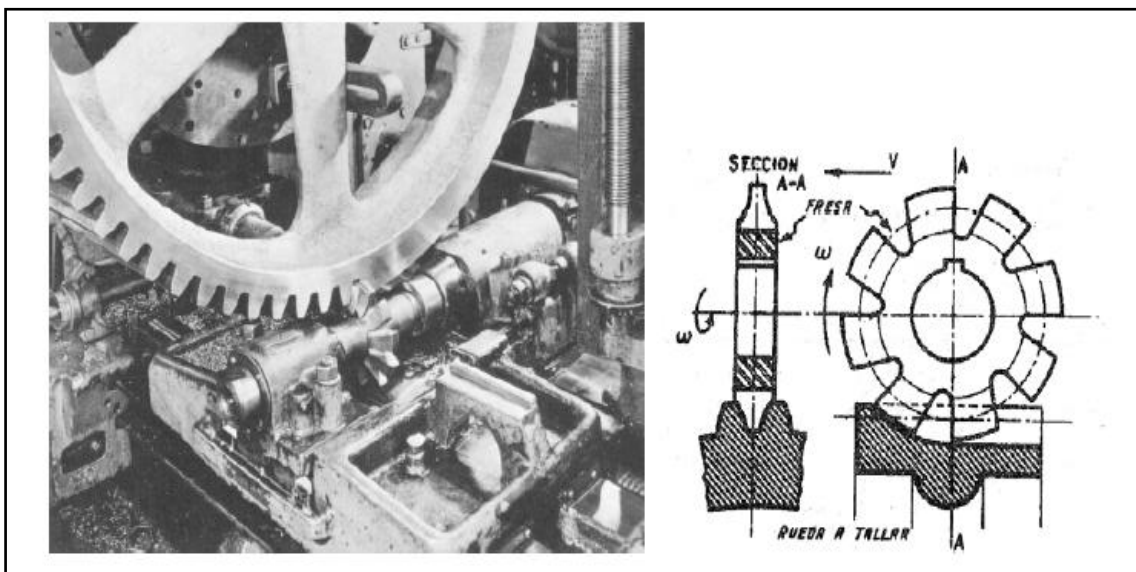
que se persigue (figura 7). Al final de cada operación de fresado la fresa vuelve a su posición inicial y la pieza bruta gira un ángulo igual a  $1/z$  de vuelta para poder fresar el siguiente hueco.

La principal desventaja de este procedimiento es que se necesitan una fresa distinta para cada combinación de módulo y número de dientes. Como es imposible tener un juego de fresas para cada caso, además del elevado precio de una "fresa de módulo" y la rapidez con la que se desgastan, obliga a recurrir a una cierta inexactitud en el tallado, pues se emplea una misma fresa para ruedas con un número de dientes cercano a aquel para el que está diseñada la fresa.

Lo habitual es utilizar juegos de 8 fresas por módulo: por ejemplo, para tallarlas ruedas de 35 a 54 dientes se suele utilizar la misma fresa, debido a la escasa variación de los perfiles. Así, cada fresa se corresponde con el número menor de dientes de su serie, ya que al aumentar "z" disminuye el hueco interdental, evitando de esta manera el peligro de "acuñamiento". En ocasiones se emplean juegos de 15 a 26 fresas, para dar una mayor exactitud.

Este procedimiento conlleva una inexactitud en los perfiles conjugados que no importa para velocidades pequeñas pero que es inadmisibile cuando estas son elevadas.

**Figura 7 Tallado de un engranaje por Fresado**



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

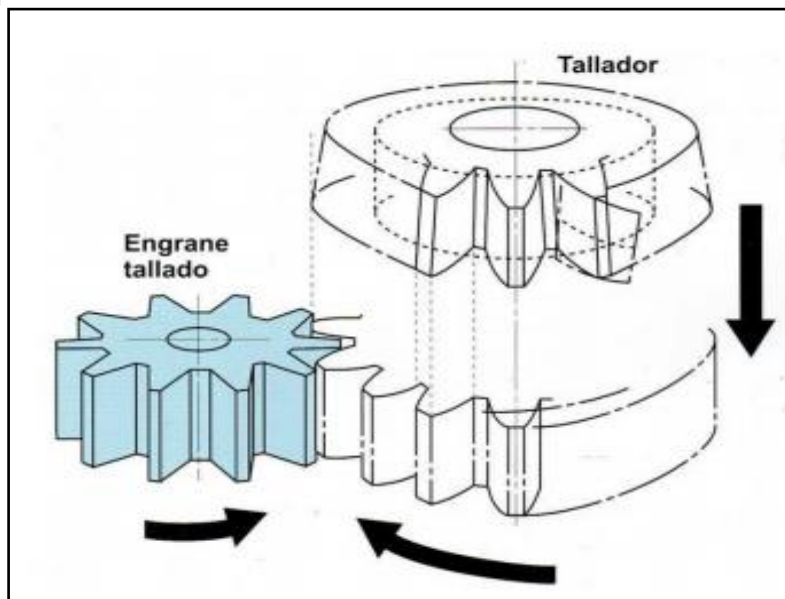
### 2.2.2 PROCEDIMIENTOS DE TALLA POR GENERACIÓN

El procedimiento de talla de ruedas dentadas por generación o rodamiento permite, aprovechando las propiedades de la evolvente, la "generación del perfil del diente" de un engranaje. Los dientes de perfil de evolvente se pueden tallar de forma sencilla y muy exacta empleando herramientas de perfil rectilíneo. La herramienta de corte va avanzando a medida que la rueda gira sobre su centro.

Esta es la principal ventaja de este tipo de perfiles, cuya talla puede realizarse con una precisión elevadísima, cualquiera que sea el número de dientes, asegurando así un funcionamiento perfecto y silencioso, aun a grandes velocidades.

Existen diversas formas de lograr el perfil del diente: por mortajado con un piñón generador, por tallado con cremallera, por tallado con fresa madre, etc.

**Figura 8 Operación de tallado**



**Fuente:** Felipe Díaz Del Castillo Rodríguez. Engranajes: historia, fabricación y fallas. Departamento de ingeniería, Laboratorio de tecnología de materiales, Universidad Nacional Autónoma de México

#### ***Generación con piñón generador***

Como los perfiles de evolvente son conjugados entre sí, se pueden generar ruedas dentadas haciéndolas engranar con un piñón generador, es decir, se

emplea como herramienta de corte una rueda dentada con bordes cortantes a la que se hace rodar sobre la rueda base que se pretende tallar.

Las ventajas de este procedimiento radican en que la talla es continua (no da lugar a imprecisiones por reposicionado de la herramienta), permite generar engranajes de dentado interior y con una sola rueda-herramienta se pueden fabricar ruedas dentadas de un mismo módulo "m" pero con diferentes números de dientes. Presenta las desventajas de que el piñón generador es mucho más difícil de elaborar y de conservar y que el más mínimo defecto de la herramienta se reproduce en la rueda.

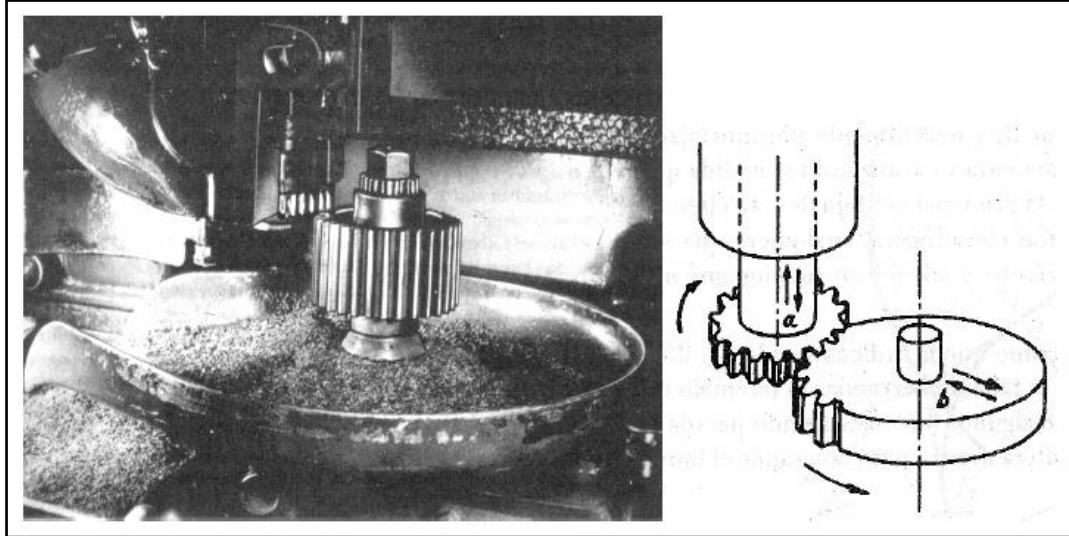
El proceso de talla puede efectuarse de dos formas:

- Si la futura rueda dentada se fabrica en material más blando que la herramienta, girando ambas piezas con la debida relación de velocidades, el piñón generador penetra en la pieza bruta generando los perfiles conjugados a los perfiles de los dientes de la herramienta. El proceso puede invertirse, manteniendo una de las ruedas fijas y variando la velocidad angular de la otra, para obtener el número de dientes deseado.

Este método (poco extendido) se emplea para ruedas dentadas de módulo pequeño. Cuando el material de partida es suficientemente blando puede ser directamente mecanizado en frío, en caso contrario necesita ser precalentado.

- Mediante una mortajadora en forma de piñón: En la figura 9 se representa el proceso de talla mediante herramienta con forma de piñón generador: estando la rueda parada se da al piñón generador el movimiento de vaivén axial **a**, al mismo tiempo que la rueda se acerca en la dirección **b**. Una vez que se ha avanzado la totalidad de los dientes, se para este último movimiento y empieza el giro de ambas ruedas, conservando el movimiento **a** del piñón, con lo cual se va labrando el perfil de los dientes de la rueda. El piñón generador y la pieza bruta deben girar manteniendo la relación de velocidades angulares establecida por la relación entre sus número de dientes.

**Figura 9 Tallado de un engranaje por generación con piñón generador**

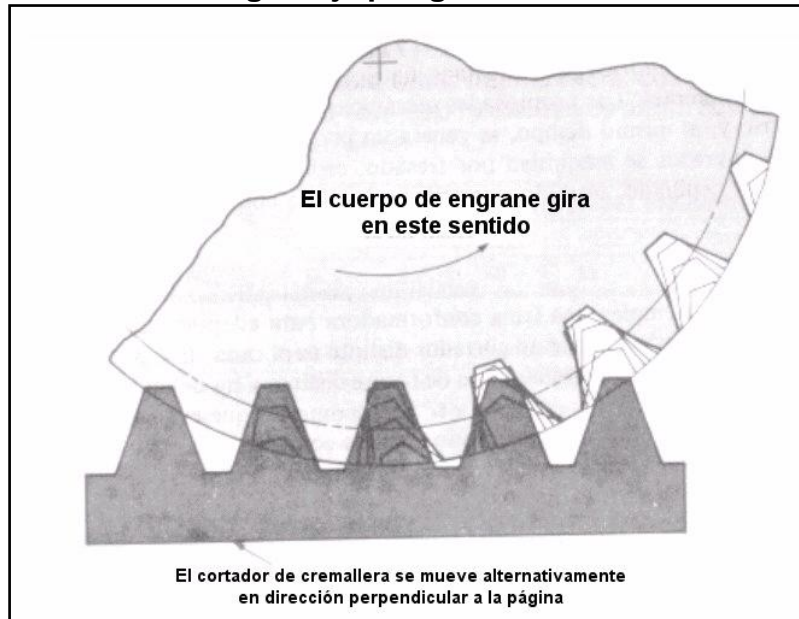


**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

### ***Generación con cremallera***

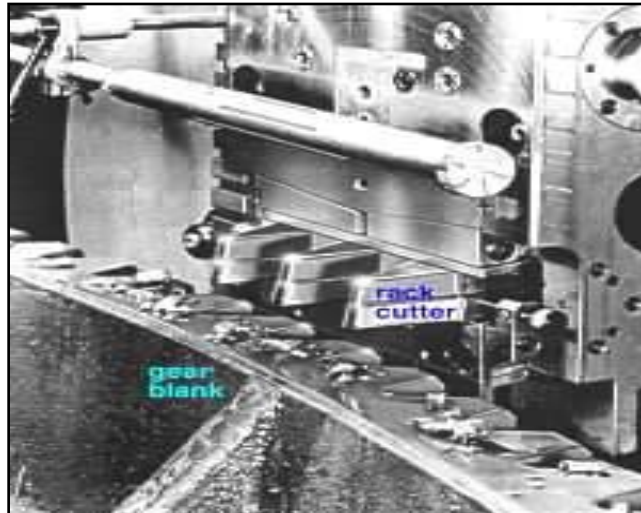
En este método de talla se utiliza un cortador en forma de cremallera, de módulo igual al de la rueda a tallar (figura 10). En todo momento el corte se produce debido a un movimiento de vaivén de la herramienta en la dirección del eje de la rueda. Con la cremallera se generan simultáneamente las dos caras del diente (figura 11).

**Figura 10 Tallado de un engranaje por generación con cremallera**



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

**Figura 11 Talladora de engranajes con forma de cremallera**



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

Aprovechando la propiedad de la evolvente: **todos los perfiles de evolvente son conjugados a una ruleta constituida por un plano móvil, que apoya sobre una base que es la circunferencia primitiva del engranaje, con un perfil solidario que es una línea recta**, se pueden generar los engranajes por medio de una cremallera, haciendo que la línea primitiva de ésta rueda sobre la circunferencia primitiva del engranaje.

Para la fabricación, se parte de un disco de radio igual al radio de cabeza del engranaje a generar, se enfrenta éste al cortador y se hace avanzar la herramienta de modo que penetre en el cuerpo de la rueda hasta que su línea media sea tangente a la circunferencia primitiva de referencia de esta última. Luego, después de cada golpe de corte, se hace girar el cuerpo de la rueda ligeramente, al mismo tiempo que se desplaza longitudinalmente la cremallera, tal como lo haría una cremallera real al engranar con la rueda ya acabada. Este movimiento se repite hasta llegar a completar una distancia igual al paso circular. En ese momento, se habrá completado el tallado de un diente, y se reposiciona la cremallera para proceder al mecanizado del siguiente. De este modo, los flancos de los dientes resultan como envolventes del flanco recto de la herramienta, en su movimiento de rodadura sobre la circunferencia primitiva de referencia.

Este método se emplea con relativa frecuencia, debido a la sencillez del útil de mecanizado ya que es una herramienta de bordes rectilíneos, fáciles de

ejecutar y de conservar por sucesivos afilados. Presenta como principal inconveniente que la talla no es continua pues se origina una ligera imprecisión en el tallado debido al movimiento de reposicionado de la herramienta.

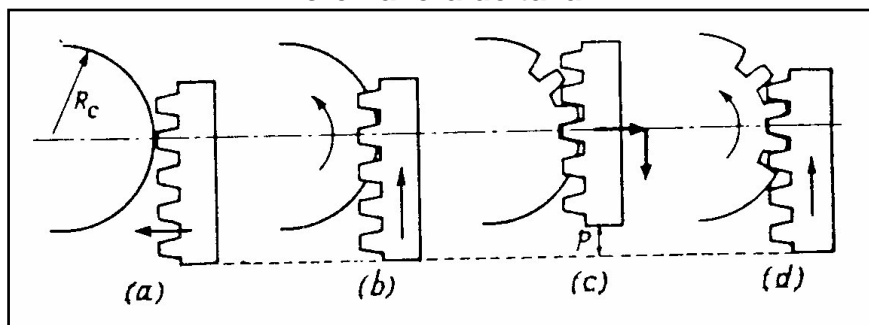
En la figura 12 se indica la manera de proceder durante la talla con cremallera:

- En la figura 12-a se representa el movimiento inicial de la talla: la herramienta(cremallera) avanza hacia la izquierda y vacía parcialmente algunos huecos, estando parada la rueda base.
- Después, la rueda gira y la cremallera avanza para conseguir el movimiento de rodadura de las superficies primitivas, como se indica en la figura 12-b.
- Cuando la herramienta ha avanzado un paso se interrumpe este movimiento, la herramienta se separa y desciende para volver a la posición inicial, como se indica en la figura 12-c.

Entonces se vuelve a realizar la rodadura de la cremallera y de la rueda, pero habiendo avanzado la rueda, previamente, un paso figura 12-d.

- Este proceso se repite hasta que quedan tallados todos los dientes por la eliminación de los huecos correspondientes.

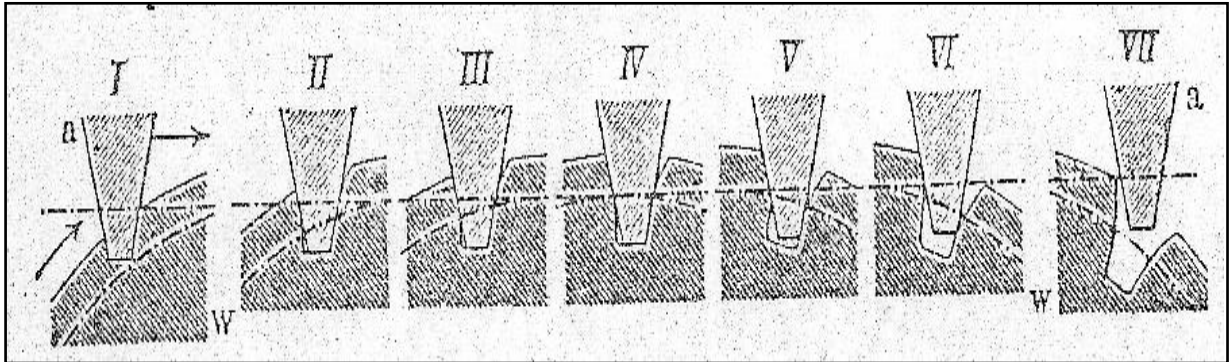
**Figura 12 Generación de ruedas dentadas de perfil de evolvente mediante cremallera de talla**



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

Como se observa en la figura 13, el útil **a** avanza a lo largo de la rueda pero, a medida que ejecuta su movimiento de vaivén la rueda **w** gira, evolucionando desde la posición I a la posición VII, labrando el útil ambos flancos del diente.

**Figura 13 Evolución de la herramienta de talla conforme avanza el mecanizado**



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

### ***Generación por cepillado***

En este procedimiento de talla por generación se utiliza una herramienta de corte de cara plana (figura 14). El proceso consiste en un movimiento de vaivén de la herramienta (cepillado) mientras que la rueda base y la herramienta se mueven según una determinada relación de velocidades generando el diente (figura 9).

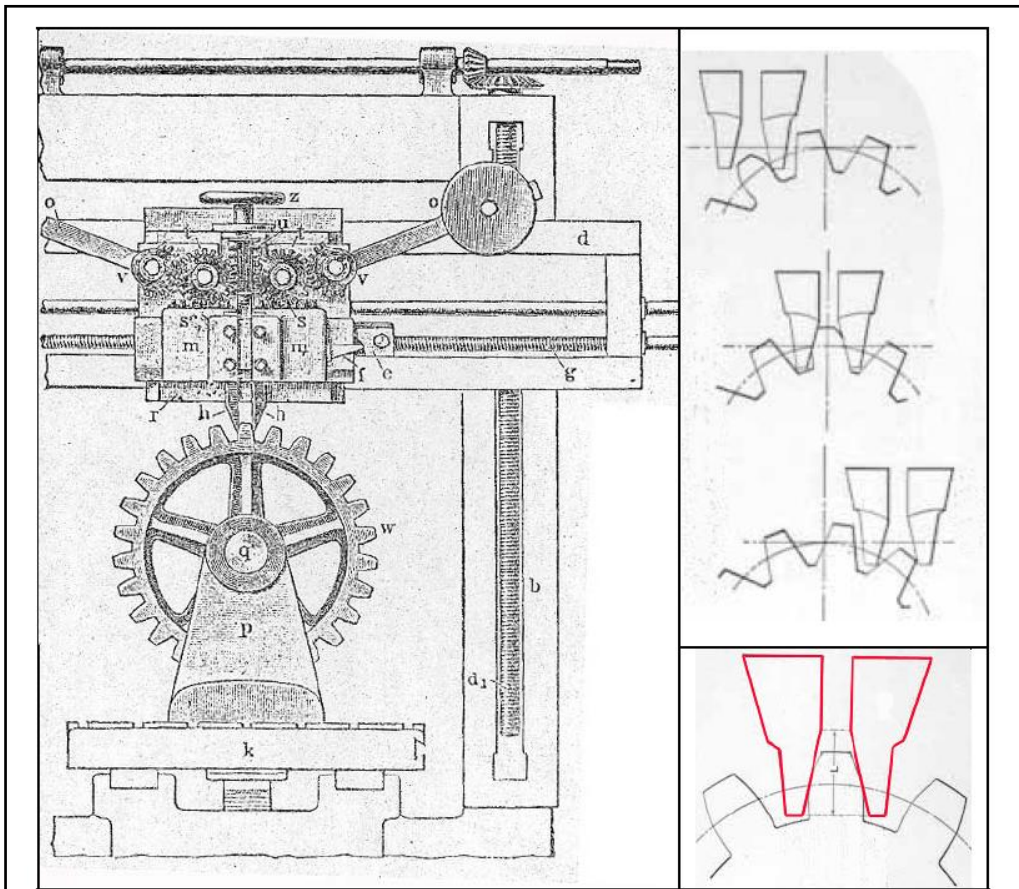
Este método es bastante parecido a la generación por cepillado con cremallera, pero presenta tantas ventajas como esta, por lo que ha caído en desuso y hoy resulta algo anticuado. Aunque todavía se utiliza, sólo suele emplearse para realizar dientes con geometrías no normalizadas.

En la figura 14 se representa una antigua máquina de tallar dientes por cepillado.

En este tipo de máquinas la exactitud depende de la del patrón. Éstos suelen ser de grandes dimensiones para disminuir los errores; la transmisión se ocupa de reducir proporcionalmente el movimiento del útil de corte. Además en cada máquina se necesita un número bastante grande de patrones.

Las máquinas acepilladoras son utilizadas también para tallar engranajes cónicos. Los útiles tienen entonces otro movimiento rectilíneo según la generatriz del cono que forman los dientes

**Figura 14** Maquina para tallar dientes por cepillado y esquema del proceso



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

El funcionamiento de la máquina de la figura 14 era el siguiente:

- Sobre los soportes **b** desliza el puente transversal **d**, cuya altura puede variarse a voluntad mediante los husillos guidores **d1**.
- El puente sirve, además, de soporte para un carro que puede moverse horizontalmente gracias al giro del husillo **g**. El centro del carro se sitúa para que coincida con la vertical que pasa por el centro de la rueda **w** que va a ser tallada.

La rueda a su vez, descansa sobre el árbol **q** del bastidor **p**.

- Los dos útiles de corte **h** pueden desplazarse horizontalmente mediante las guías **m**, cuya placa común puede moverse de arriba abajo sobre los montajes que se encuentran en **r**.
- De esta placa **r** forman parte las ruedas dentadas **t** que engranan con las cremalleras **u** y **s**, estas últimas pertenecientes al porta-útiles **m**.

- El porta-útiles **m** se mantiene contra el patrón **e**, que determina el perfil del diente mediante los sectores dentados **v** y los contrapesos **o**. Esta máquina permite cepillar, no sólo el flanco de los dientes, sino también las bases.
- La rueda y el bastidor se mueven con los carrillos de la plataforma **k** de la máquina. A cada oscilación se da vuelta al volante **z** y se baja la cremallera **u**, con lo cual las garras **m** ejecutan un movimiento horizontal y el contrapeso **o** cuida que el índice **f** recorra el perfil del patrón o modelo **e** manteniéndolo contra él.

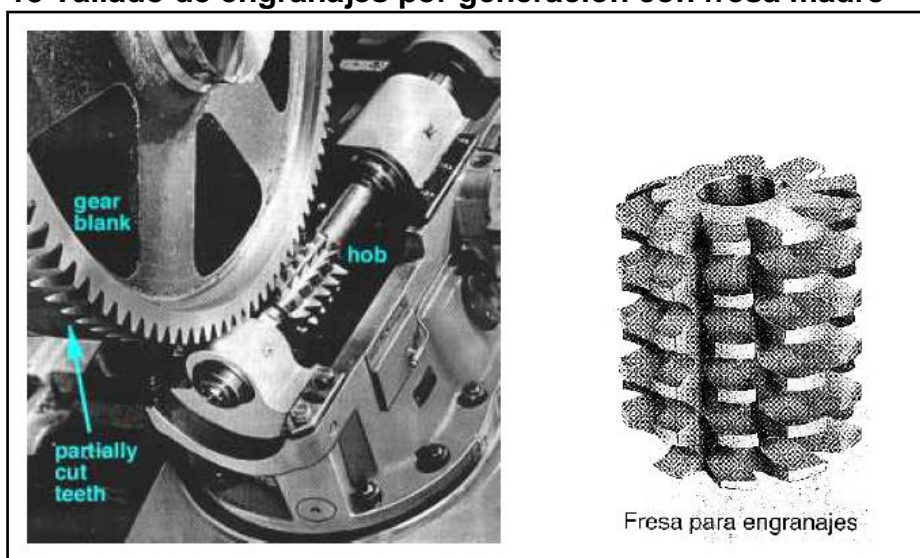
Terminada la fabricación de un diente, hay un mecanismo (no representado en la figura 14) que obliga a la rueda a girar el ángulo correspondiente a un diente.

### **Generación con fresa madre**

En este método de talla por generación, el cortador utilizado es una herramienta con una forma semejante a la de un tornillo sinfín, denominado “fresa madre” o fresa para engranajes (figura 15). Los dientes son de lados rectos, como los de una cremallera, pero el eje del cortador debe desalinearse un valor igual al ángulo de avance de la hélice del tornillo, para cortar dientes rectos (no helicoidales).

Su principal ventaja estriba en que no hay que reposicionar la herramienta lo que arroja unos resultados de mayor precisión (dientes más perfectos). Este método es el procedimiento de generación de engranajes más extendido.

**Figura 15 Tallado de engranajes por generación con fresa madre**

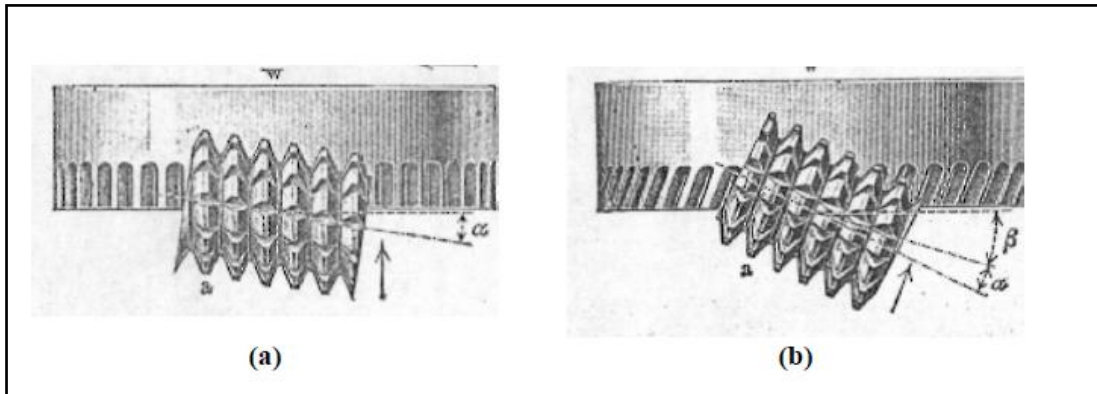


Fuente: TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

Para la generación de ruedas de dientes rectos se debe proporcionar al eje de la fresa madre una inclinación  $\alpha$  respecto al eje de la rueda a tallar, para contrarrestar la inclinación de la hélice de la fresa (figura 16-a).

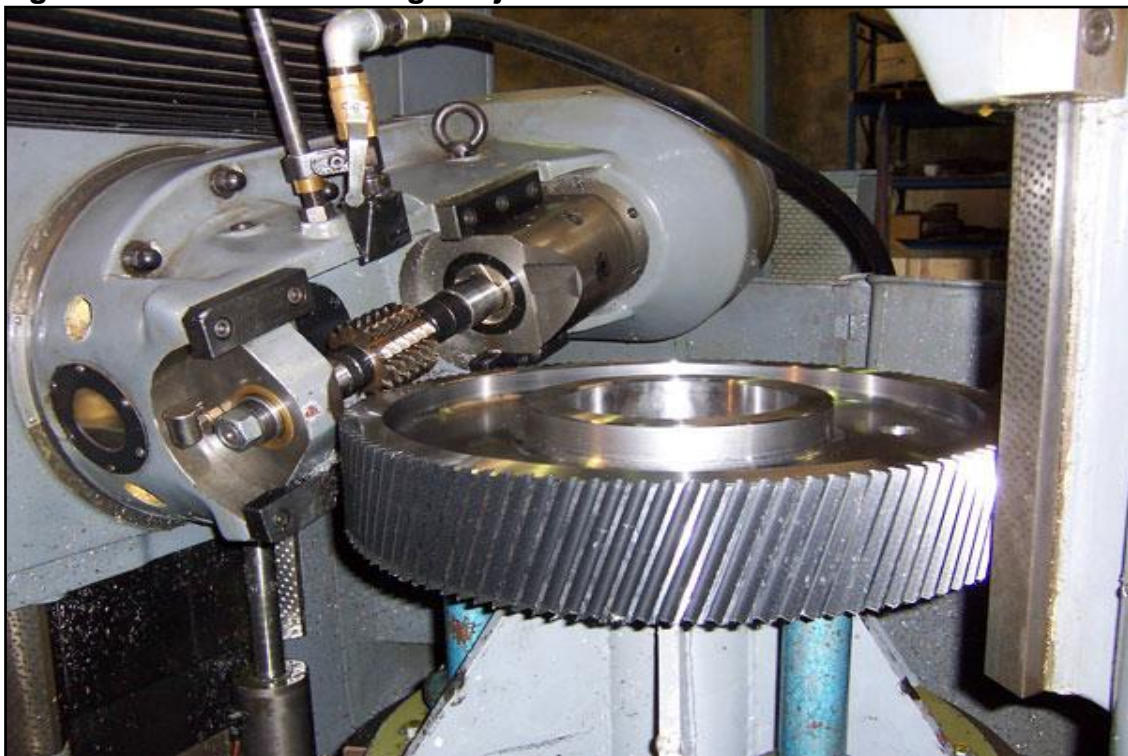
Para generar engranajes con dientes helicoidales se le debe suministrar al eje de la fresa un ángulo igual a  $(\alpha + \beta)$  para además de compensar la inclinación de la fresa proporcionarle a la rueda dentada un ángulo  $\beta$  (figura 16-b).

**Figura 1** Angulo de inclinación proporcionado a la fresa madre para tallar: a) Ruedas dentadas cilíndrico rectas, b) Ruedas dentadas cilíndrico helicoidales



**Fuente:** TEORÍA DE MECANISMOS, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid

**Figura 17** Fresado de un engranaje helicoidal



**Fuente:** Fundamentos de KBE (KnowledgeBasedEngineering), Aplicación al diseño con Catia V5, capítulo 6, Engranajes.

**Figura 18** Fresado de un engranaje Recto



**Fuente:** Fundamentos de KBE (KnowledgeBasedEngineering), Aplicación al diseño con Catia V5, capítulo 6, Engranajes.

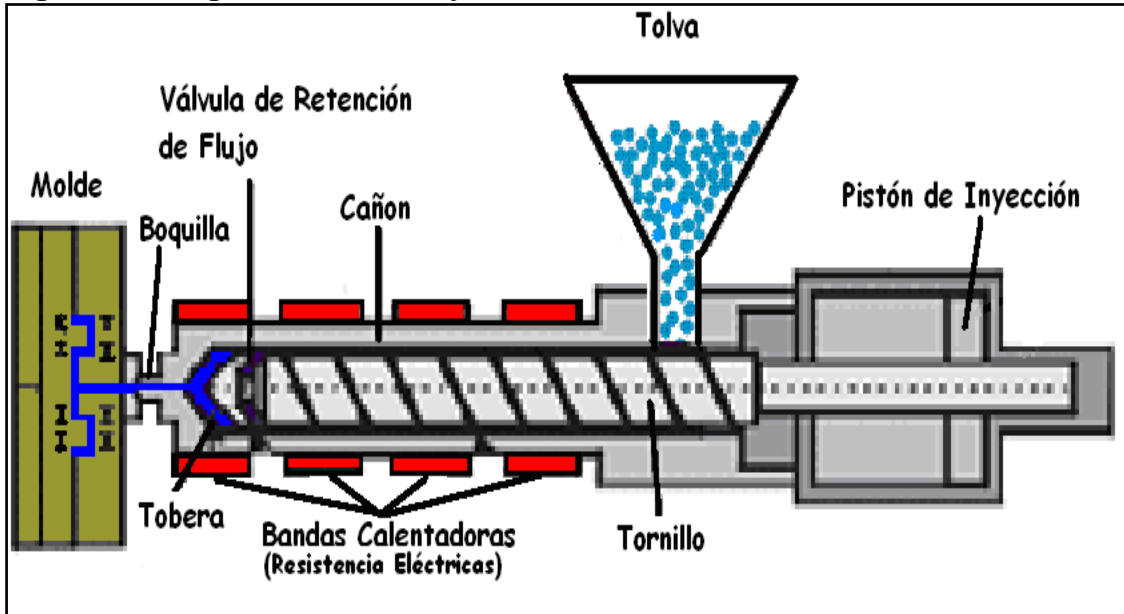
### **2.3 PRODUCCION DE ENGRANAJES PLASTICOS POR INYECCION**

Consiste en introducir el plástico granulado dentro de un cilindro, donde se calienta. En el interior del cilindro hay un tornillo sinfín que actúa de igual manera que el émbolo de una jeringuilla. Cuando el plástico se reblandece lo suficiente, el tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. Ver figura 19

El molde y el plástico inyectado se enfrían mediante unos canales interiores por los que circula agua. Por su economía y rapidez, el moldeo por inyección resulta muy indicado para la producción de grandes series de pieza, ideales para la construcción de engranajes.

La inyección es útil debido a su alto índice de productividad, pues brinda la posibilidad de aplicar, cargas e insertos a los polímeros; permite moldear piezas pequeñas con márgenes de dimensión ajustados y deja la posibilidad de moler y volver a utilizar los desechos termoplásticos.

**Figura 19 Diagrama de una inyectora**

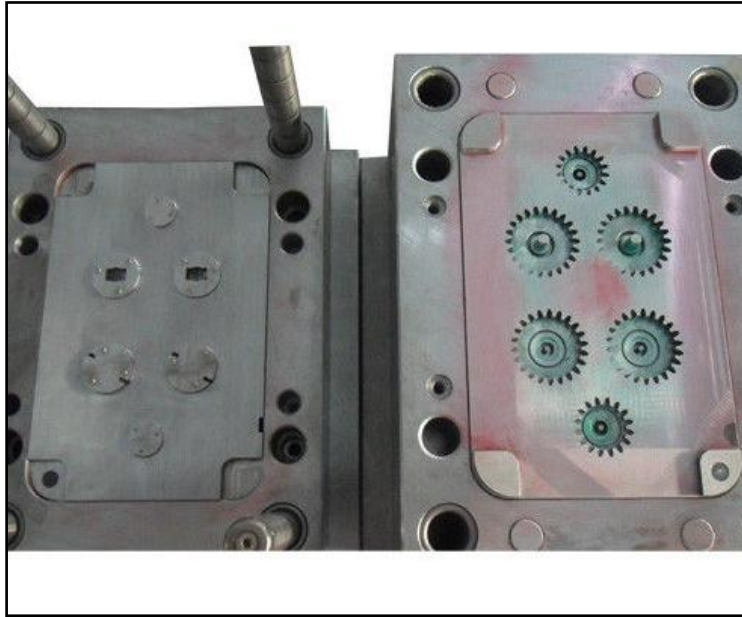


**Fuente:** Plásticos Protocolo, Curso de procesos de manufactura, Edición 2007-2 Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.

### Ciclo de Moldeo

1. Se cierra el molde.
2. Se calienta para plastificar el material, manteniendo la temperatura en el cañón.
3. Se empuja el material caliente hacia la cavidad del molde.
4. El tornillo mantiene la presión hasta que se enfría el plástico
5. El tornillo retrocede para recoger material nuevo de la tolva y plastificar nuevamente.
6. Se abre el molde y se extrae la pieza

**Figura 20 Molde de engranajes**



**Fuente:** <http://spanish.injectionmouldtooling.com>

## **2.4 PRODUCCIÓN DE ENGRANAJES POR MEDIO DE CORTE: POR LÁSER Y CHORRO DE AGUA**

En la fabricación de piezas industriales estos métodos son los más revolucionarios en el mercado, pues las ventajas son muchas entre las cuales las más importantes son el tiempo empleado en producción así, como trabajar mayor tiempo posible y la precisión en el corte el cual no necesita ser rebanado. Para ambos casos el proceso es muy similar lo que cambia es la herramienta de corte.

Como primera parte del proceso consiste en el diseño de la pieza, la cual es diseñada con el oportuno programa de **diseño asistido por ordenador (cad)** mediante el cual se asignan las medidas del objeto, el espesor y el tipo de material a cortar.

Una vez diseñada la pieza a mecanizar, se referencia, y esta se vincula con el programa particular de la máquina del corte, ya sea por láser o chorro de agua.

Una vez este ha sido almacenado en la base de datos, el paso siguiente es dirigirse directamente a la máquina, y mediante el ordenador de la propia máquina se busca el archivo guardado, puede ser posible añadirle determinados datos como sean la dureza o características del material, a la vez cabe tener en cuenta el tipo de corte que se desea obtener ya que puede variar desde el más bruto, al más definido, ya que los bordes del corte son limpios y

sin imperfecciones. Todo esto dependerá de la utilidad que se le quiera dar a la pieza, la importancia que tenga la misma o el precio que esté dispuesto a pagar el cliente.

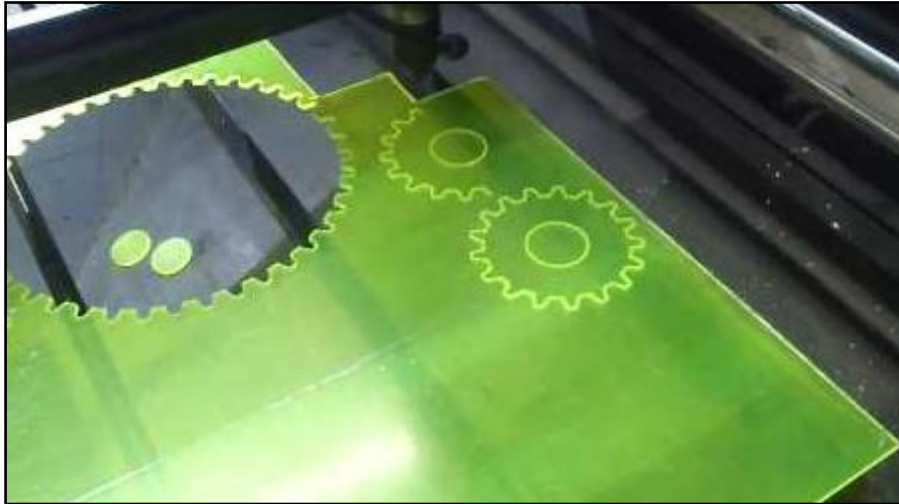
Ya seleccionadas todas estas variables se procede al ajuste y fijación del bruto a cortar. Por una parte, hay que tener en cuenta la distribución del material con el fin de optimizar el mismo y, por otra, valorar el material del que se dispone (en existencias), ya sea restos de otros mecanizados o material por utilizar, tratando siempre de aprovechar las existencias con el fin de no acumular restos de unos y otros trabajos, reduciendo de esta manera costes y rentabilizando el material.

Una correcta ubicación de las distintas piezas permitirá, en el caso de máquinas con múltiples cabezales de corte, trabajar en paralelo y agilizar de esta forma el proceso de corte pudiendo trabajar con diferentes encargos de forma simultánea. A partir de este momento en el que ya hemos ubicado el bruto a cortar adecuadamente se procede al corte de la pieza, en la que la máquina toma el mando de la operación. Existe la posibilidad de tener que interrumpir el proceso con tal de reajustar la pieza, o de comprobar si todo va correcto, pero si no hay ningún problema, desde que la máquina inicia el corte hasta el final, es un proceso continuo que termina con un acabado excelente de la pieza a mecanizar.

La tecnología láser se emplea en los ámbitos más diversos. Por ejemplo, para mecanizar componentes de engranajes y piezas de precisión, sensores y elementos de regulación, tailoredblanks, tubos y perfiles, piezas conformadas o componentes de la cadena de procesos para chapa.

El corte por láser es económico porque sus resultados son extremadamente precisos: cantos de corte sin rebabas, la estrechez de las fisuras y unas zonas afectadas por el calor muy pequeñas, ver figura 21. Además gracias a esta precisión se puede ahorrar también costes en útiles, por ejemplo al recortar con gran flexibilidad piezas tridimensionales. Ya se trate de metal, plástico, vidrio, cerámica, madera o papel, nuestros productos le abren un mundo de nuevas posibilidades.

**Figura 21 Producción de engranajes por corte láser de un plástico**



**Fuente:** <http://ana9aty.net/>

Para el corte por agua su funcionamiento, en su nivel más básico, el agua fluye desde una bomba a través de cañerías y sale por un cabezal de corte, ver figura 22. Es simple de explicar operar y mantener. El proceso, sin embargo, incorpora tecnología de materiales y diseño sumamente complejos.

**Figura 22 Chorro de agua abrasivo**



**Fuente:** <http://www.flowwaterjet.com/>

Generar y controlar agua a presiones de 87000 psi requiere aplicar ciencia y tecnología que no se enseñan en las universidades. Con estas presiones, una leve fuga puede provocar daño permanente por erosión en los componentes si el diseño no es el adecuado.

**Figura 23 Corte por chorro de agua de un engranaje**



**Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=0Z3th9OgzfM>

Ambos métodos tienen su importancia y sus desventajas son muy pocas pero es posible destacar que el corte por chorro de agua es más lento a comparación con el corte por láser

### **3.0 MATERIALES USADOS EN LA FABRICACIÓN DE RUEDAS DENTADAS**

Anteriormente se indicó la posibilidad de construir engranajes partiendo de piezas fundidas o estampadas, de formas diversas según los tamaños, potencias que han de transmitir, etc.

En efecto, los materiales empleados en la construcción de engranajes y la forma de construirlos dependen además de otras circunstancias, como la naturaleza de las fuerzas que han de transmitir (por ejemplo, si son continuas o variables, y en este caso si la variación es suave o brusca, etc.), la velocidad de funcionamiento, etc.

Sin pretender desarrollar a fondo este asunto, se expondrán algunas consideraciones y caracteres generales, más importantes, sacados de la práctica y de la costumbre.

Los materiales empleados generalmente para la construcción de ruedas dentadas son los siguientes:

**Acero al carbono, bonificados, al níquel:** Tienen dureza superficial moderada, por lo que su resistencia al desgaste es pequeña. Sin embargo son de frecuente empleo porque su construcción es fácil y relativamente económica.

**Cementado:** los engranajes fabricados con acero son los que reúnen las mejores características deseables. La cementación, que se efectúa después del mecanizado, permite obtener engranajes con la capa exterior durísima y resistente al desgaste y con el cuerpo de gran tenacidad y por lo tanto capaz de resistir las fuerzas y choques a que estará sometido. Se usan con frecuencia aceros al níquel, al níquel-cromo, al níquel-molibdeno. El mecanizado de estos engranajes es naturalmente mucho más caro que el de los anteriores.

**Fundición:** Los engranajes de fundición son de empleo muy difundido a causa de su fabricación económica. Los dientes son frágiles. Su aplicación más corriente es para los juegos de engranajes de las máquinas herramientas, en las que, por lo general, los dientes están sometidos a esfuerzos moderados, sin choques. En algunos casos se endurece su superficie por flameado u otro sistema.

**Bronce:** Se emplea raras veces, por ejemplo, en las coronas helicoidales, acopladas a tornillos sin fin, en los reductores, en algunos dispositivos del mecanismo de dirección de los automóviles, etc.

**Aleaciones ligeras:** Se emplean únicamente en engranajes sometidos a pequeños esfuerzos.

**Materiales de tipo baquelita u otras resinas sintéticas:** Se emplean en varios casos de transmisiones de poca velocidad y pequeña potencia, cuando se exige funcionamiento silencioso.

**Madera:** Se usan como los anteriores, pero en general son más frágiles.

**Plásticos:** Los piñones plásticos son fabricados por varios procedimientos entre los que se encuentra el método el mecanizado por arranque de virutas y el moldeo, esta última se hace por inyección y es la más utilizada por los buenos resultados de calidad en las piezas. Los engranajes de plástico de ingeniería son preferidos por su bajo nivel de ruido, la posibilidad de su uso en ambientes secos, húmedos o polvorientos, su buena resistencia al deterioro y a la abrasión, el bajo costo de fabricación, bajo peso específico, resistencia a los

golpes, tolerancias dimensionales menos críticas y una función de punto débil para prevenir daños a partes costosas del equipo.

Desde el punto de vista del mecanizado, los engranajes pequeños, como ya se ha dicho, se obtienen por forja o estampado, procediéndose luego al tallado de los dientes con fresas de módulo, con fresas-madre o cortadores. En los engranajes de más precisión (por ejemplo, en los recambios de los engranajes de máquinas herramientas de alta calidad o de automóviles), los dientes que se han cementado, necesitan un rectificado después del tratamiento térmico.

## **7.0 BIBLIOGRAFIA**

**Teoría de mecanismos, práctica 10, Universidad Carlos III de Madrid**

**Jensen Cecil. Short R. Dennis, Hesel D. Jay. Dibujo y diseño en ingeniería. Segunda edición en español 2004**

**Jesús Pintor Borobia. Mecanismos de contacto directo: Engranajes. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Pública de Navarra.**

**Plásticos Protocolo, Curso de procesos de manufactura, Edición 2007-2 Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.**

**María Cristina Rojas. Piñones – Diente por diente y vuelta por vuelta, Revista Metal actual.**

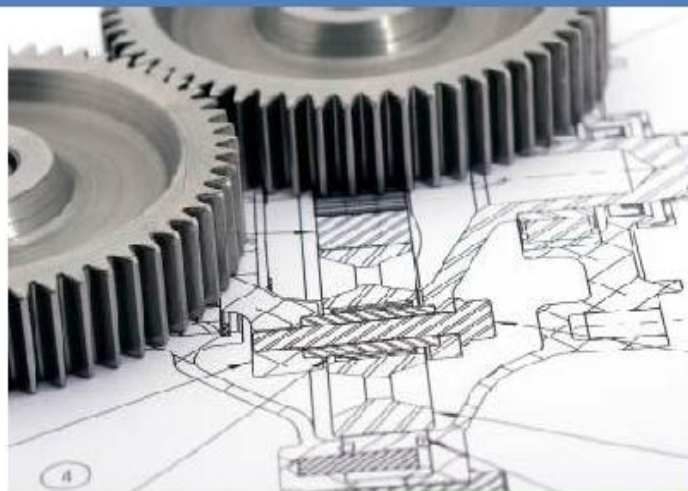
**<http://www.flowwaterjet.com>**

**Felipe Díaz Del Castillo Rodríguez. Engranajes: historia, fabricación y fallas. Departamento de ingeniería, Laboratorio de tecnología de materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.**

## **ANEXO E**

### **MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: REPRESENTACIÓN GRÁFICA**

# MANUAL CONCEPTUAL DE ENGRANAJES: REPRESENTACIÓN GRÁFICA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DISEÑO GRAFICO

## **TABLA DE CONTENIDO**

### **1.0 INTRODUCCION**

### **2.0 REPRESENTACION CONVENCIONAL DE ENGRANAJES**

#### **2.1 LINEAS CONVENCIONALES**

#### **2.2 DIBUJOS DE DETALLES (RUEDAS AISLADAS)**

##### **2.2.1 CONTORNOS Y ARISTAS**

##### **2.2.2 SUPERFICIE PRIMITIVA DE FUNCIONAMIENTO**

##### **2.2.3 SUPERFICIE DE LA RAIZ**

##### **2.2.4 DENTADO**

##### **2.2.5 ORIENTACION DE LOS DIENTES**

#### **2.3 DIBUJOS DE ENSAMBLE (ENGRANAJES)**

##### **2.3.1 ENGRANAJE EXTERIOR DE RUEDAS CILINDRICAS**

##### **2.3.2 ENGRANAJE INTERIOR DE RUEDAS CILINDRICAS**

##### **2.3.3 ENGRANAJES DE RUEDAS CON CREMALLERA**

##### **2.3.4 ENGRANAJE DE PIÑONES CÓNICOS**

##### **2.3.5 ENGRANAJES DE RUEDAS CON TORNILLO SINFIN**

##### **2.3.6 RUEDAS DE CADENA**

### **3.0 REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA O SIMBOLICA DE ENGRANAJES**

#### **3.1 RUEDAS DENTADAS CILINDRICAS**

#### **3.2 ENGRANAJES CILINDRICOS**

#### **3.3 ENGRANAJES CÓNICOS**

#### **3.4 RUEDA DE FRICCION**

#### **3.5 ENGRANAJES CILINDRICOS CON RELACION A SU EJE**

### **4.0 ACOTACION**

### **5.0 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES**

#### **5.1 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES RECTOS**

#### **5.2 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES CÓNICOS**

#### **5.3 DIBUJOS DE TRABAJO DE TORNILLO SINFIN Y ENGRANAJES DE TORNILLO SINFIN**

### **6.0 BIBLIOGRAFIA**



## **2.0 REPRESENTACIÓN CONVENCIONAL DE ENGRANAJES**

A continuación indicamos los signos convencionales para los dentados de los engranajes, así como para los tornillos sinfín y las ruedas de cadena. Estos signos se aplican a los dibujos de detalle y a los de conjunto.











Como principio fundamental de una rueda dentada se representa (excepto en corte axial) como una pieza sólida dentada, pero con el trazado de la superficie primitiva con una línea de cadena larga delgada

### **2.1 LÍNEAS CONVENCIONALES**

Para la representación convencional de engranajes y ruedas dentadas, las distintas líneas auxiliares se trazaran con los tipos de líneas, según NTC 1777 en la forma que se detalla:

- e) Circunferencia exterior (tipo A)
- f) Circunferencia primitiva (tipo F)
- g) Circunferencia interior o de pie (tipo B)
- h) Circunferencia representativa de maza y agujero.

**Tabla 3 TIPOS DE LINEA**

Línea	Descripción	Aplicaciones generales Véanse las Figuras 9, 10 y otras figuras relevantes
A 	continua gruesa	A1 Contornos visibles A2 Aristas visibles
B 	continua fina (recta o curva)	B1 Líneas imaginarias de intersección B2 Líneas de dimensión B3 Líneas de proyección B4 Líneas de referencia B5 Achurado B6 Líneas exteriores de secciones revueltas en el sitio B7 Líneas de ejes cortos
C 	continua fina a mano alzada <sup>(1)</sup>	C1 Límites de vistas parciales o interumpidas y secciones, si el límite no es una línea fina de cadena
D <sup>1)</sup> 	continua fina (recta) con zigzags	D1 Línea (véase las Figuras 53 y 54)
E 	Gruesa de segmentos <sup>(2)</sup>	E1 Líneas exteriores invisibles E2 Bordes invisibles
F 	fina de segmentos	F1 Líneas exteriores invisibles F2 Bordes invisibles
G 	fina de cadena	G1 Líneas de ejes G2 Líneas de simetría G3 Trayectorias
H 	Fina de cadena, segmentos gruesos en los extremos y en los cambios de dirección	H1 Planos de corte
J 	Gruesa de cadena	J1 Indicación de líneas o superficies sometidas a un requisito especial
K 	Fina de cadena con doble guión	K1 Líneas exteriores de piezas adyacentes K2 Posiciones alternas y extremas de piezas móviles K3 Líneas centroide K4 Líneas exteriores iniciales antes del confirmado (véase la Figura 58) K5 Partes situadas frente del dibujo de corte (véase la Figura 48)
<p><sup>1)</sup> Esta clase de línea es adecuada para dibujos elaborados con máquina</p> <p><sup>2)</sup> Aunque se dispone de dos alternativas, se recomienda que sólo se use una clase de línea en cada dibujo.</p>		

Fuente: NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1777

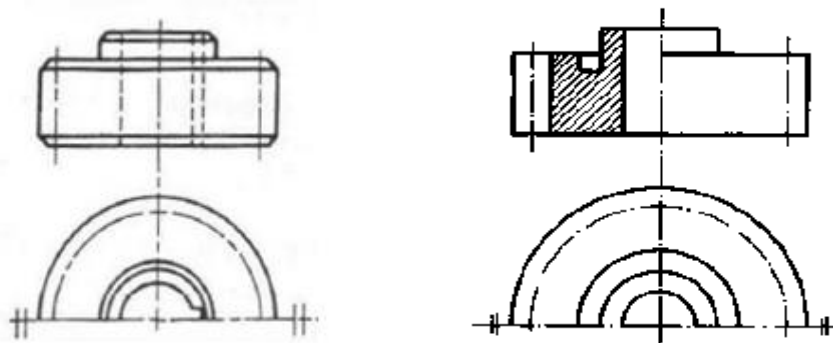
## 2.4.2 DIBUJOS DE DETALLES (Ruedas aisladas)

### 2.4.2.1 CONTORNOS Y ARISTAS

Se representan los contornos y las aristas de cada rueda como si se tratase

- En vista no cortada de una rueda no dentada limitada por la superficie de la cabeza. Dibujar la rueda como una pieza no dentada, y, como único añadido, el trazado de la superficie primitiva en línea fina de punto y trazos (fig. 2a)

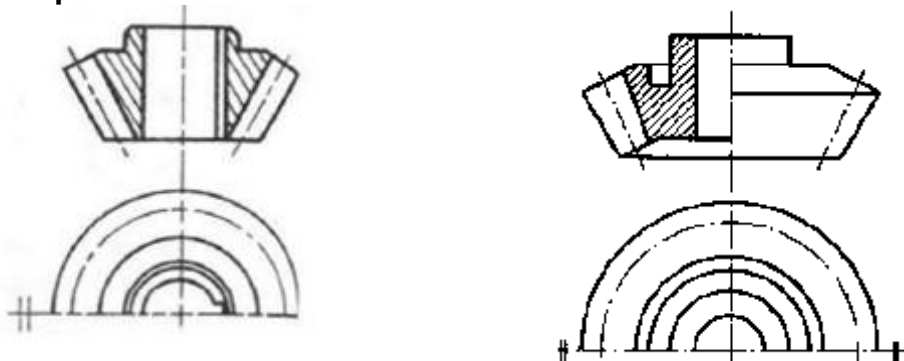
**Figura 2 Representación de una rueda dentada en vista no cortada**



**Fuente:** a) Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005. b) NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

- En corte axial de una rueda de dientes rectos, que tengan dos dientes diametralmente opuestos, representados sin cortar, aunque se trate de dientes no rectos o de un número impar de dientes. (fig. 2a)

**Figura 3 Representación de una rueda dentada en corte axial**



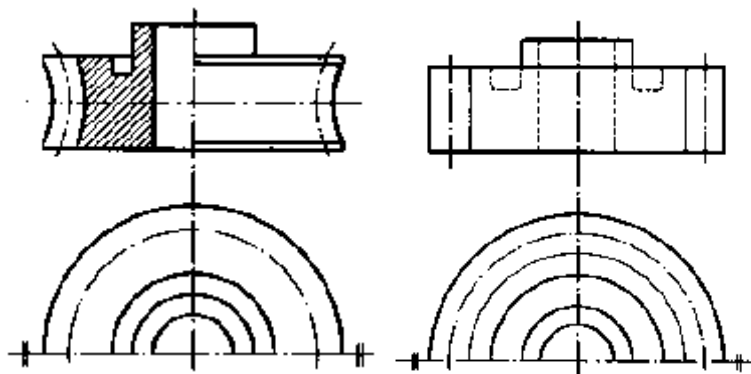
**Fuente:** a) Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005. b) NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

### 2.2.2 SUPERFICIE PRIMITIVA DE FUNCIONAMIENTO

Se traza la superficie primitiva con una línea tipo G, línea fina de trazos y puntos, aunque se trate de partes ocultas o de corte, y se representa:

- En proyección normal al eje, por su círculo primitivo de funcionamiento (exterior en el caso de una rueda para tornillo sinfín), ver figuras 2, 3 y 4.
- En proyección paralela al eje por su contorno aparente, de forma que la línea de “tipo G” sobresalga por los dos lados del contorno de la rueda. ver figuras 2, 3 y 4.
- En caso de representarlo en vistas superior y anterior, se trazará la circunferencia de pie o interior con línea (tipo B), como se indica en la figura 4

**Figura 4 Representación de una rueda dentada en vista no cortada y corte**



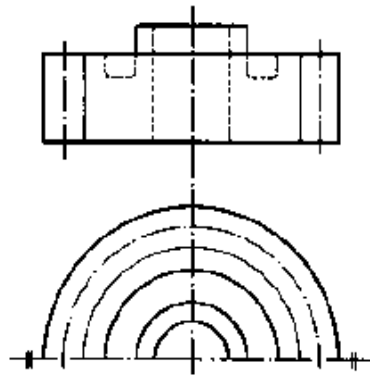
**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

### 2.2.3 SUPERFICIE DE LA RAÍZ

Como regla general, no se representa la superficie de la raíz del diente, salvo en los cortes. Sin embargo, cuando resulte conveniente su representación sobre vistas no cortadas, se traza con una tipo B, línea fina. (Véanse norma NTC 1777 y las figuras 5, 6 y 7)

(Según DIN – 37, la superficie de raíz o fondo del diente, si es necesaria su representación, se traza con línea de trazos.)

**Figura 5 Representación de la superficie de raíz en vista no cortada**



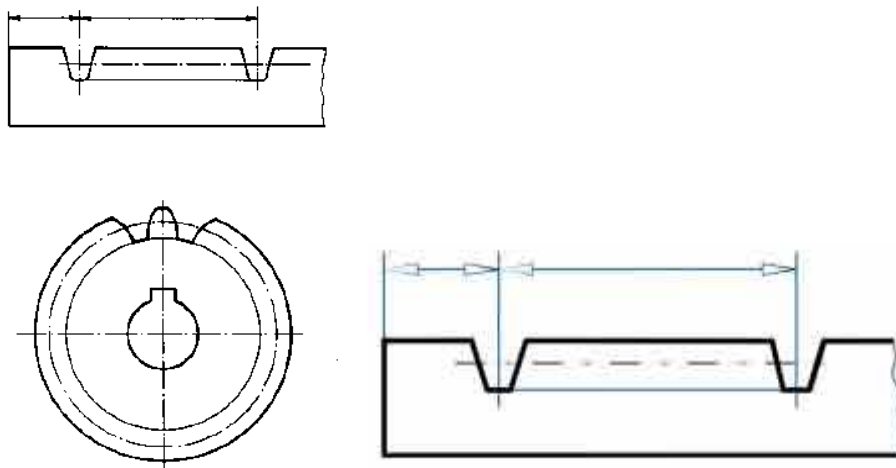
**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

#### **2.2.4 DENTADO**

Se define el perfil de los dientes, bien por referencia a una norma, o por su dibujo a una escala conveniente. Cuando resulte indispensable que figuren uno o dos dientes en el dibujo, bien sea para delimitar los extremos de un sector dentado o de una cremallera, o para precisar la posición de los dientes respecto a un determinado plano axial, se trazan con una línea Tipo A, gruesa, para definir la posición sin ambigüedad. Véanse las figuras 6 y 7.

Si es necesario, se debe indicar la orientación de los dientes de un engranaje o de una cremallera sobre la proyección paralela al eje del engranaje, por tres líneas Tipo B, finas que correspondan a la forma y dirección de los dientes. Ver tabla 2 y figura 8.

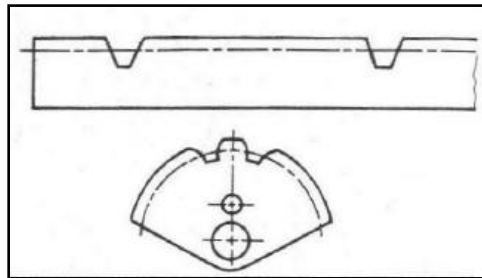
**Figura 6 Representación del diente en una rueda dentada**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

NOTA.- en el caso de un acoplamiento, solamente figurara el símbolo de la rueda (UNE). Según DIN 37-1977, figuraran en ambos con líneas gruesas.

**Figura 7 Detalle posición del diente**



**Fuente:** a) Dibujo Industrial, A. Chevalier, 2005

### 2.2.5 ORIENTACIÓN DE LOS DIENTES

Cuando resulte útil indicar la orientación de los dientes de un engranaje, se emplearan los símbolos establecidos en la tabla 2, colocándolos convenientemente en la vista paralela al eje de la rueda, ver figura 8.

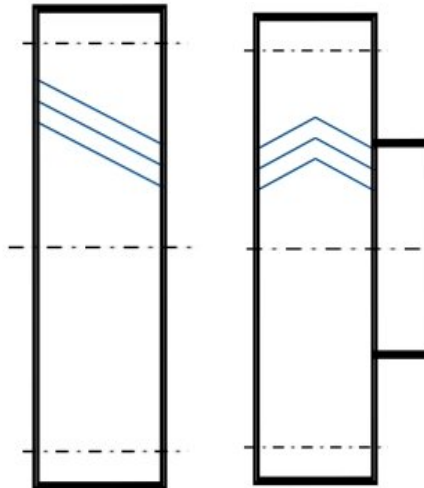
**Tabla 2 Orientación de los dientes de una rueda dentada**

Helicoidal derecho	
Helicoidal izquierdo	
Helicoidal doble	
Espiral	

**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Si se presentan engranajes que hagan pareja, la dirección de los dientes debería mostrarse solo sobre un engranaje

**Figura 8 Dirección de los dientes de una rueda dentada**



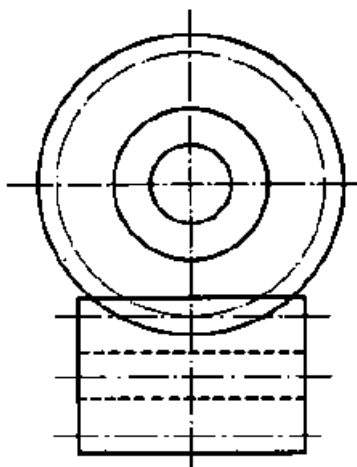
**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Si es necesario funcionalmente precisarlo, dibujar uno o dos dientes con línea llena gruesa, para definir la posición sin ambigüedad (ver figura 7)

### **2.3 DIBUJOS DE ENSAMBLE (ENGRANAJES)**

Las convenciones utilizadas para la representación de cada una de las ruedas de un engranaje se aplican igualmente a los dibujos de conjunto. Sin embargo, cuando se trata de un conjunto de ruedas cónicas en proyección paralela al eje, se prolonga la línea que representa la superficie primitiva hasta que se corta al eje.

**Figura 9 Representación de un engranaje recto**

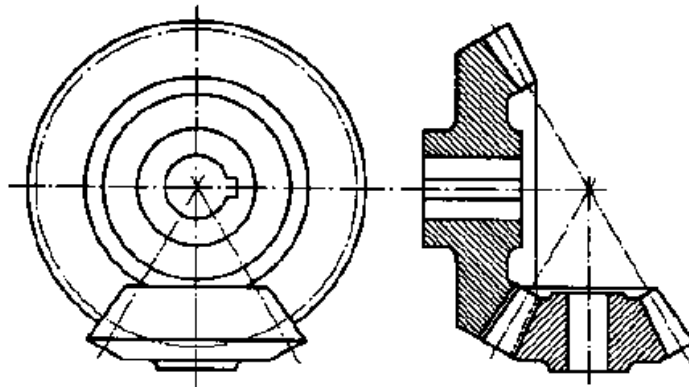


**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Ninguna de las dos ruedas de un engranaje debe quedar oculta por la otra, en las partes coincidentes, ver figura 9, salvo en los casos siguientes:

3. Si una de las ruedas, situada por completo delante de la otra, oculta efectivamente parte de ésta. Ver figuras 10, 11 y 12.
4. Si las dos ruedas se representan en corte axial, en cuyo caso una de las dos ruedas, arbitrariamente elegida esta supuestamente oculta por la otra. Ver figura 9.

**Figura 10 Representación de un engranaje cónico – Ejes concurrentes**

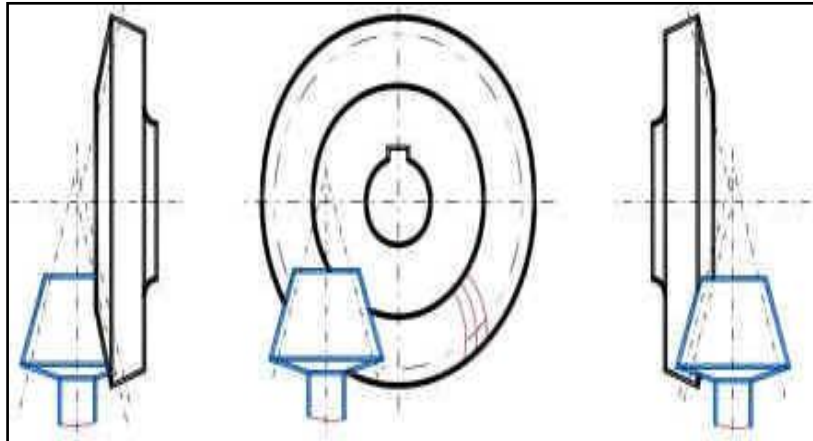


**Fuente: NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832**

En estos dos casos, puede omitirse la representación de los contornos y aristas ocultas, si no es indispensable para la claridad del dibujo.

Para el caso de los engranajes cónicos, en la proyección paralela al eje se dibujan en un vértice común que coincide con el punto de intersección de los ejes. En vista frontal el piñón se antepone a la rueda dentada, al cual se le indica el tipo de dientes. En vista lateral izquierda, el piñón se antepone a la rueda dentada y para la vista lateral derecha, la rueda dentada se antepone al piñón Ver figura 10 y 11.

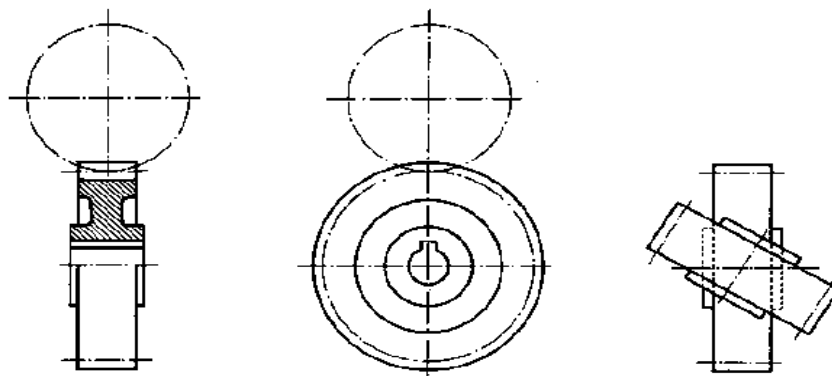
**Figura 11 Representación grafica engranajes rueda dentada y piñón, ángulo recto y ejes no concurrentes**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

Para la rueda dentada en semi corte, de la figura 12 se muestra el piñón esquemático y se indica el diámetro en vista superior. Para el esquema central n vista anterior se representa la rueda dentada, el piñón esquemático y se indica el diámetro primitivo. En vista lateral izquierda el piñón se antepone a la rueda dentada, ambos en vista.

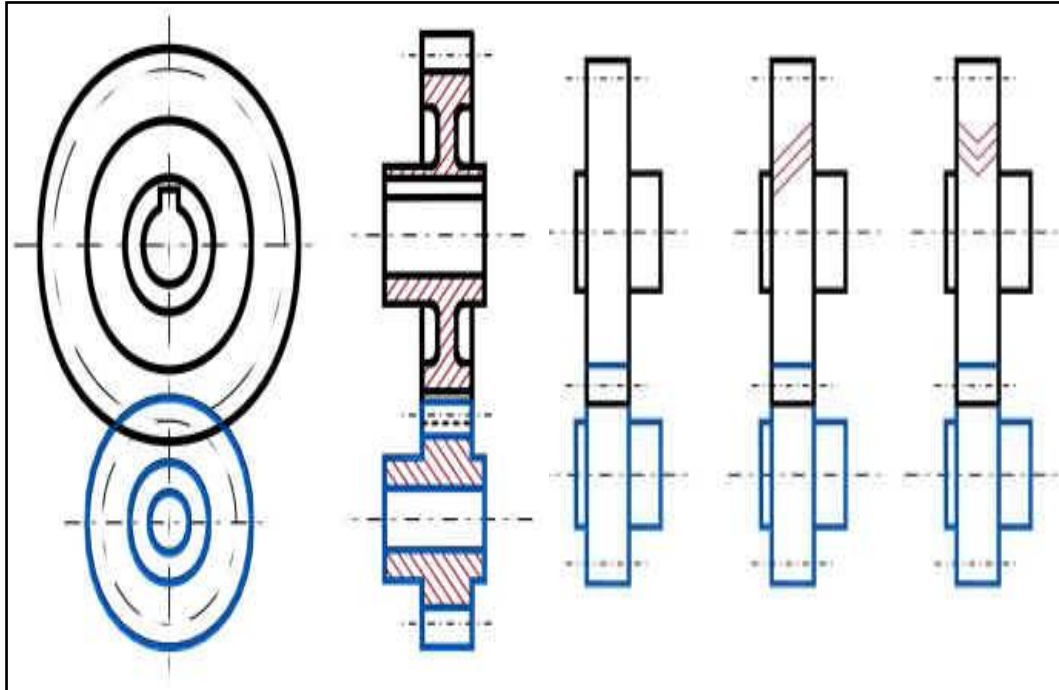
**Figura 12 Representación grafica Rueda dentada y piñón, con ejes no paralelos o cruzados**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1777

**2.3.1 EL ENGRANAJE EXTERIOR DE RUEDAS CILÍNDRICAS** se representa en la forma indicada en la figura 13

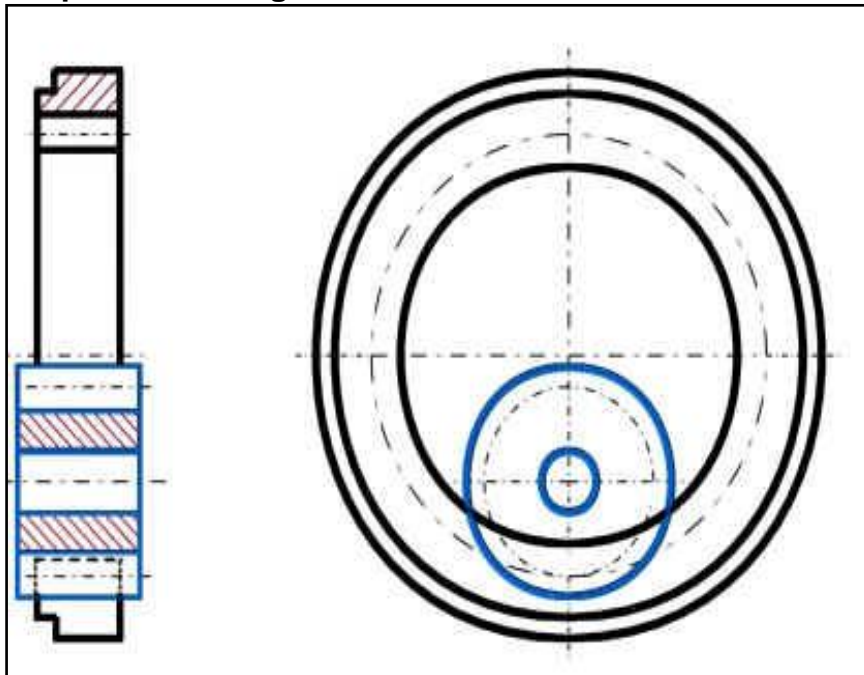
**Figura 13 Representación grafica exterior de ruedas cilíndricas**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.3.2 EL ENGRANAJE INTERIOR DE RUEDAS CILÍNDRICAS** se representa en la forma indicada en la figura 14

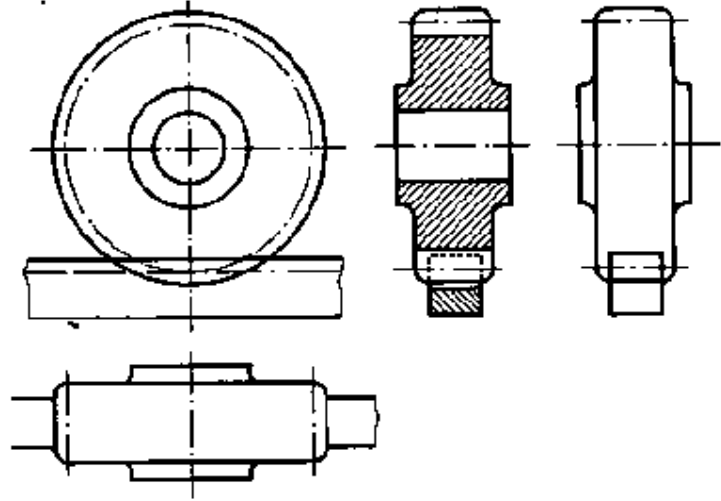
**Figura 14 Representación grafica interior de ruedas cilíndricas**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.3.3 EL ENGRANAJE DE RUEDA CON CREMALLERA** se representa en la forma indicada en la figura 15

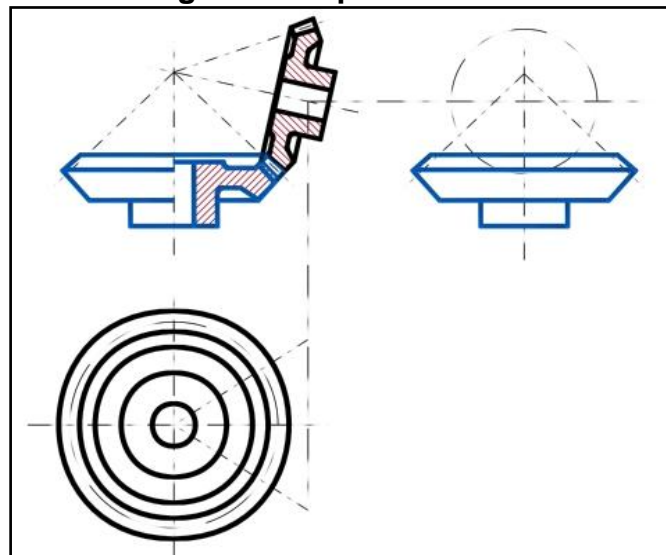
**Figura 15 Representación grafica rueda con cremallera**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.3.4 EL ENGRANAJE DE PIÑONES CÓNICOS** con intersección de los ejes bajo un ángulo cualquiera se representa en la forma indicada en la figura 16

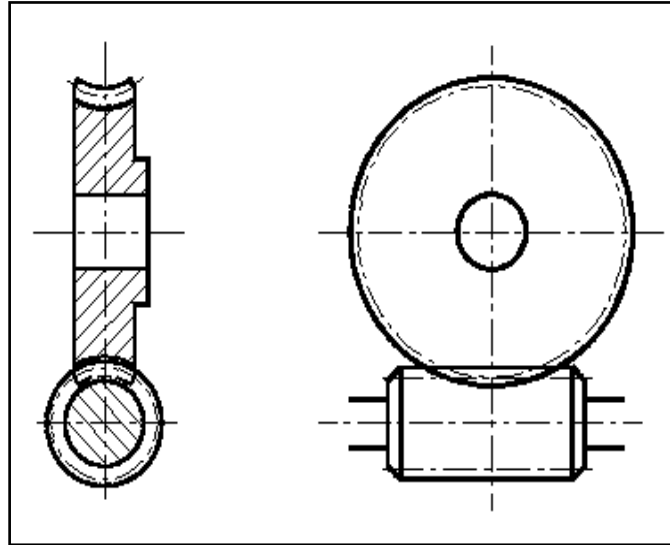
**Figura 16 Representación grafica de piñones cónicos**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.3.5 EL ENGRANAJE DE RUEDA CON TORNILLO SIN FIN** se representa en la forma indicada en la figura 17

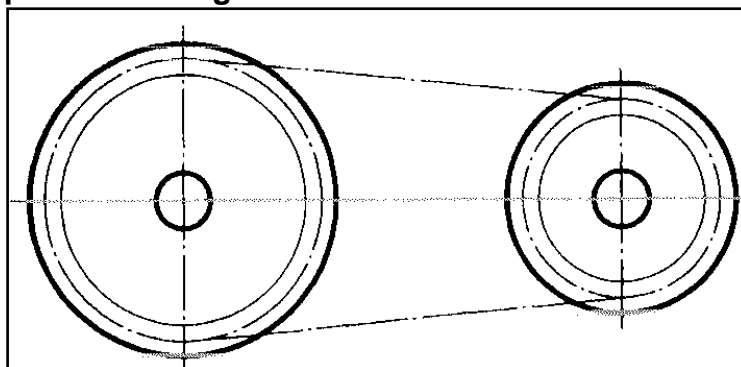
**Figura 17 Representación grafica rueda con tornillo sinfín**



**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

**2.3.6 LAS RUEDAS DE CADENA** se representan en la forma indicada en la figura 18

**Figura 18 Representación grafica rueda de cadena**

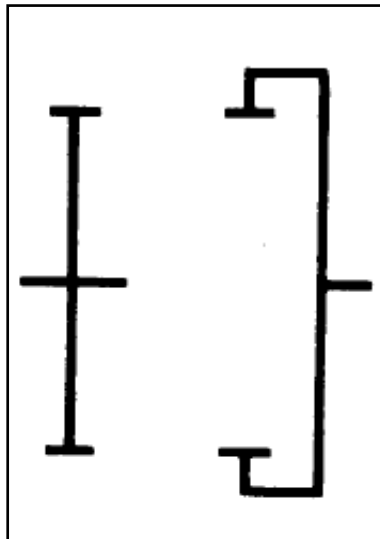


**Fuente:** NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1832

### **3.0 REPRESENTACIÓN ESQUEMATICA O SIMBOLICA DE ENGRANAJES**

**3.1 Rueda dentada cilíndrica**, se representa para dentado exterior y para dentado inferior como se observa en la figura 19 respectivamente.

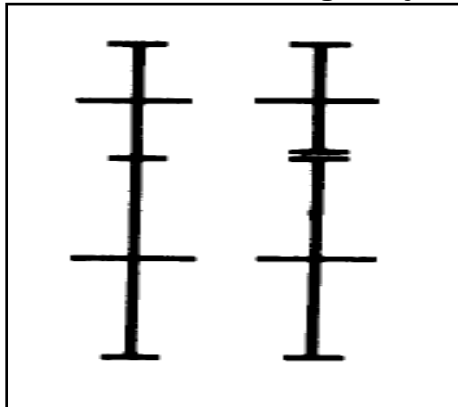
**Figura 19 Representación simbólica de una rueda dentada cilíndrica**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**3.2 Engranajes cilíndricos,** se dan como alternativa las dos formas, ambos casos con ejes paralelos, ver figura 20.

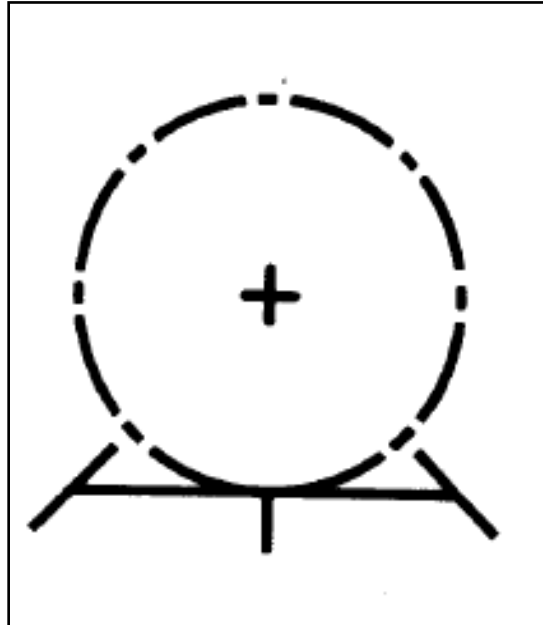
**Figura 20 Representación simbólica de engranajes cilíndricos**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**3.3 Engranajes Cónicos,** con el eje paralelo al plano de dibujo, se representaran con líneas continuas, y con eje normal a dicho plano se dibujaran con el diámetro primitivo, ver figura 21.

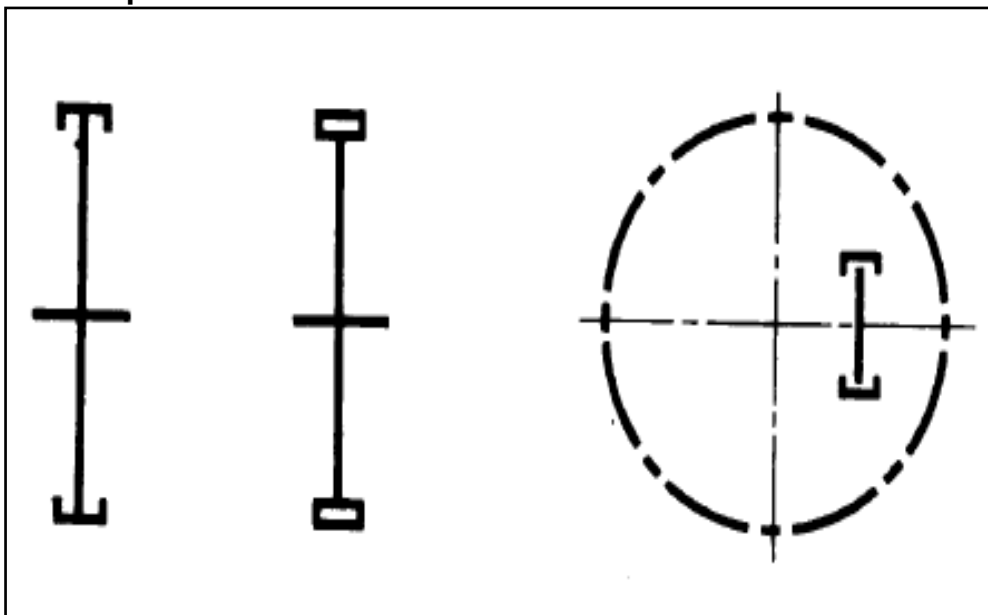
**Figura 21 Representación simbólica de un engranaje cónico**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**3.4 Rueda de fricción,** se da como alternativa tres formas de representación, como se observa en la figura 22

**Figura 22 Representación simbólica de una rueda de fricción.**

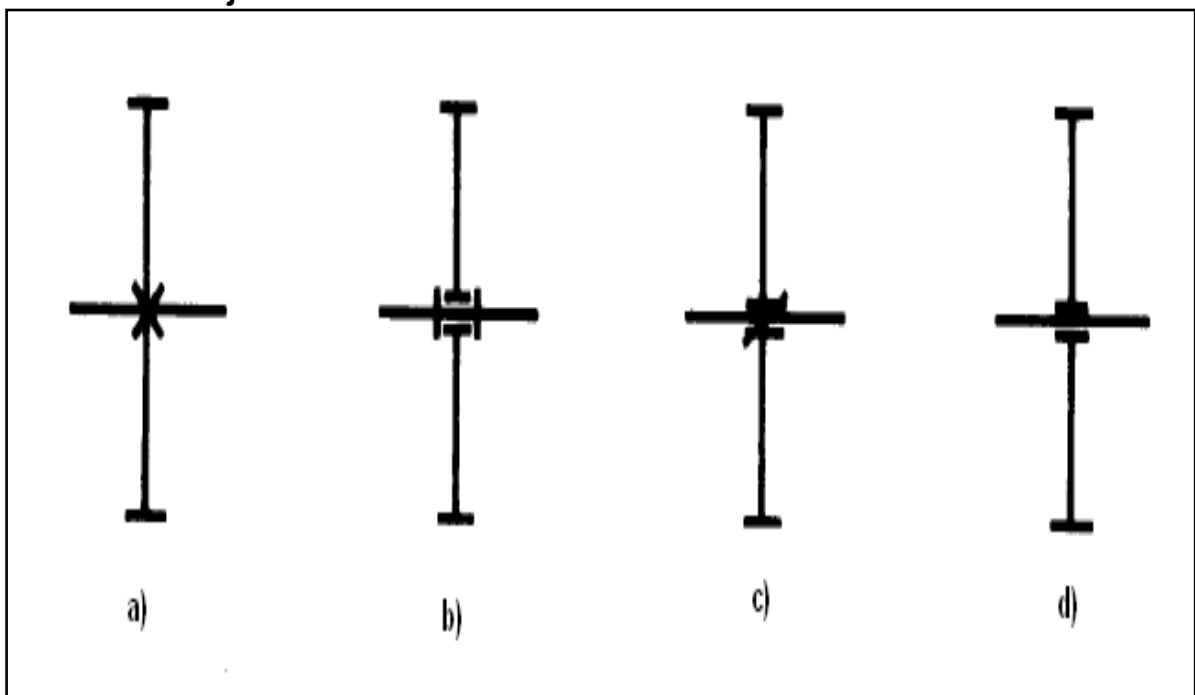


**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

**3.5 Engranajes cilíndricos con relación a su eje**, de acuerdo con su función mecánica, pueden darse los siguientes casos:

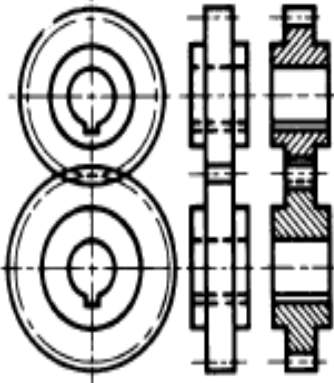
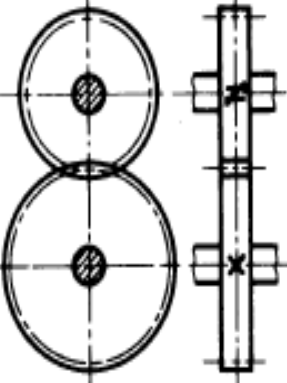
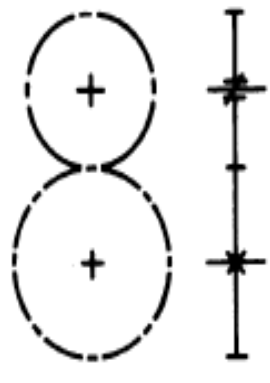
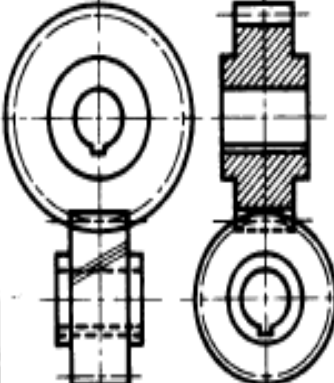
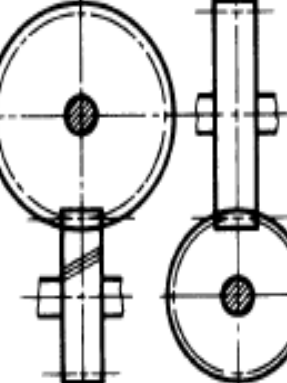
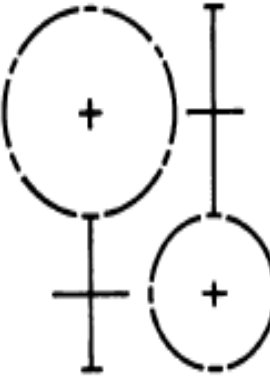
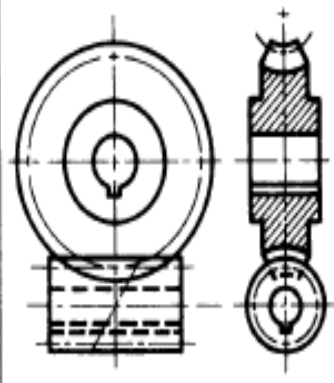
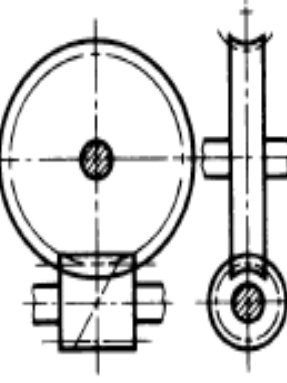
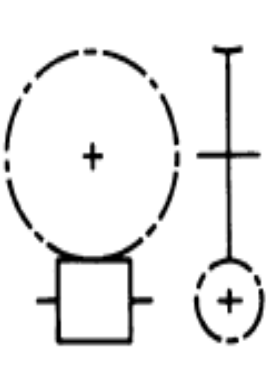
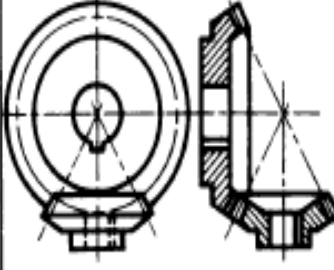
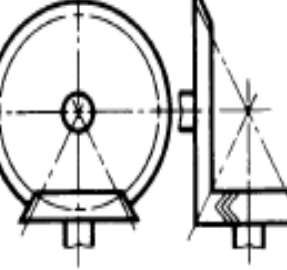
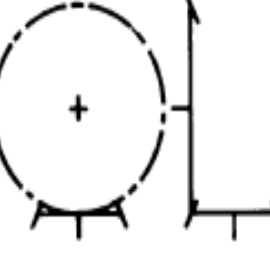
- a) Fijo en el eje
- b) Giratorio en el eje, sin desplazamiento
- c) no giratorio en eje, desplazable
- d) Giratorio en el eje y desplazable

**Figura 23 Representación simbólica de engranajes cilíndricos con relación a su eje**



**Fuente:** MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

Tabla 3 Ejemplos de representación de engranajes

EJEMPLO DE REPRESENTACION DE ENGRANAJES			
	Vista y corte	Simplificada	Esquemática
Engranajes cilíndricos rectos			
Engranajes cilíndricos helicoidales			
Tornillo sin fin y rueda helicoidal			
Engranajes cónicos			

Fuente: MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.

## 4.0 ACOTACIÓN

En plano deben figurar mediante cotas todas aquellas dimensiones que definan la rueda dentada. Por lo que respecta al elemento dentado, se deben incluir sus dimensiones exteriores, los diámetros característicos, las dimensiones del alma y las dimensiones de la chavetera. La longitud del diente también es una cota funcional que debe incluirse, deberán figurar como mínimo las siguientes medidas:

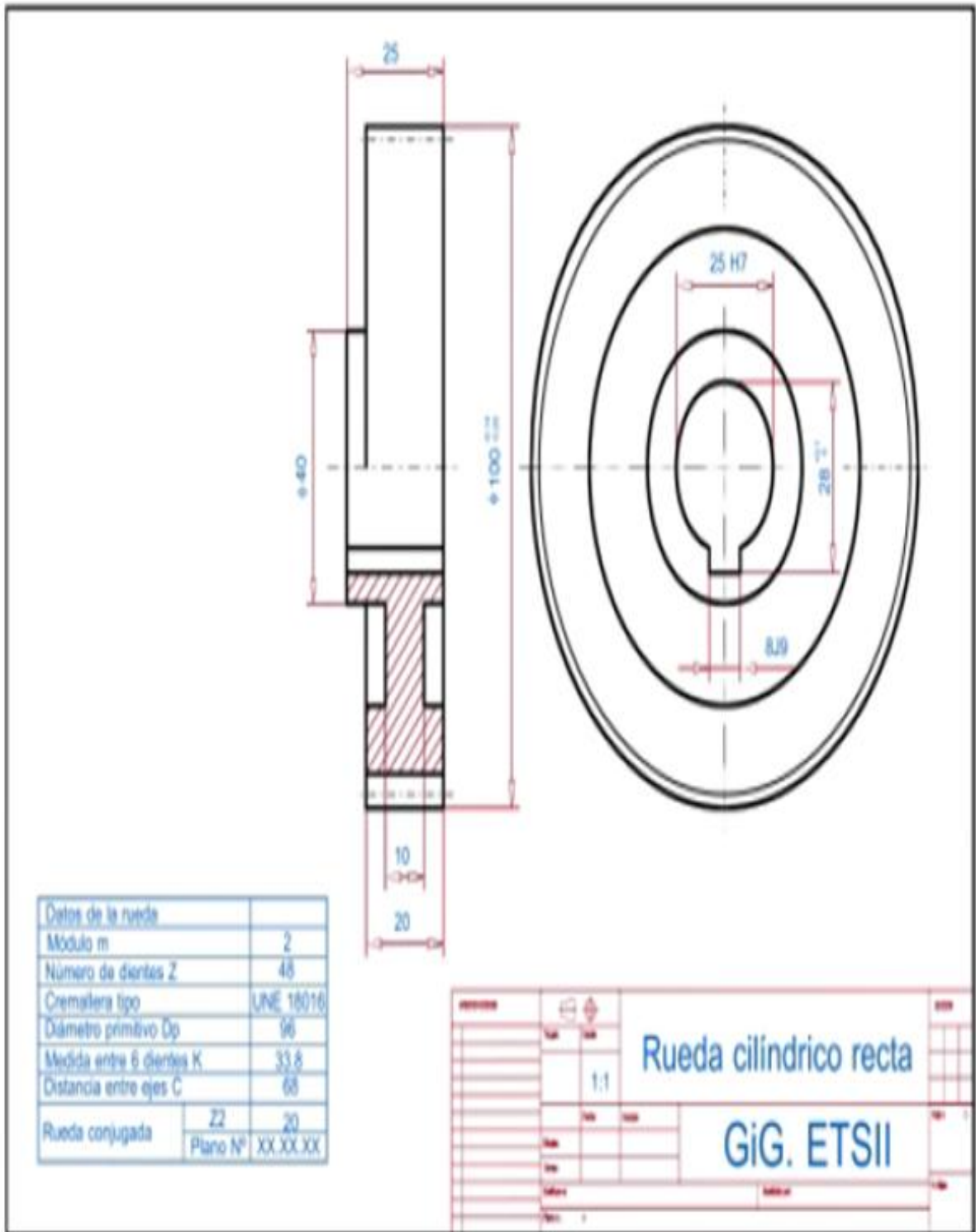
- f) Diámetro exterior y su tolerancia
- g) Longitud del diente
- h) Diámetro del agujero del eje y su tolerancia (o de los apoyos)
- i) Superficie de referencia
- j) Estado superficial de la superficie de los flancos y eventualmente de la superficie del pie

Las demás dimensiones o valores característicos de la rueda dentada o engranaje deben incluirse en forma de tabla, es decir se situarán todas aquellas medidas que afecten al dentado propiamente dicho en una tabla anexa. La tabla debe contener algunos datos característicos ejemplo:

- Numero de dientes
- Angulo de presión
- Diámetro primitivo
- Distancia entre centros
- Altura del diente

A continuación se mostrara algunos ejemplos de ruedas dentadas acotadas y sobre las cuales se puede tener una referencia para realizar un plano de una rueda dentada o engranaje, o por el contrario interpretar un plano técnico con información relacionada a las ruedas dentadas.

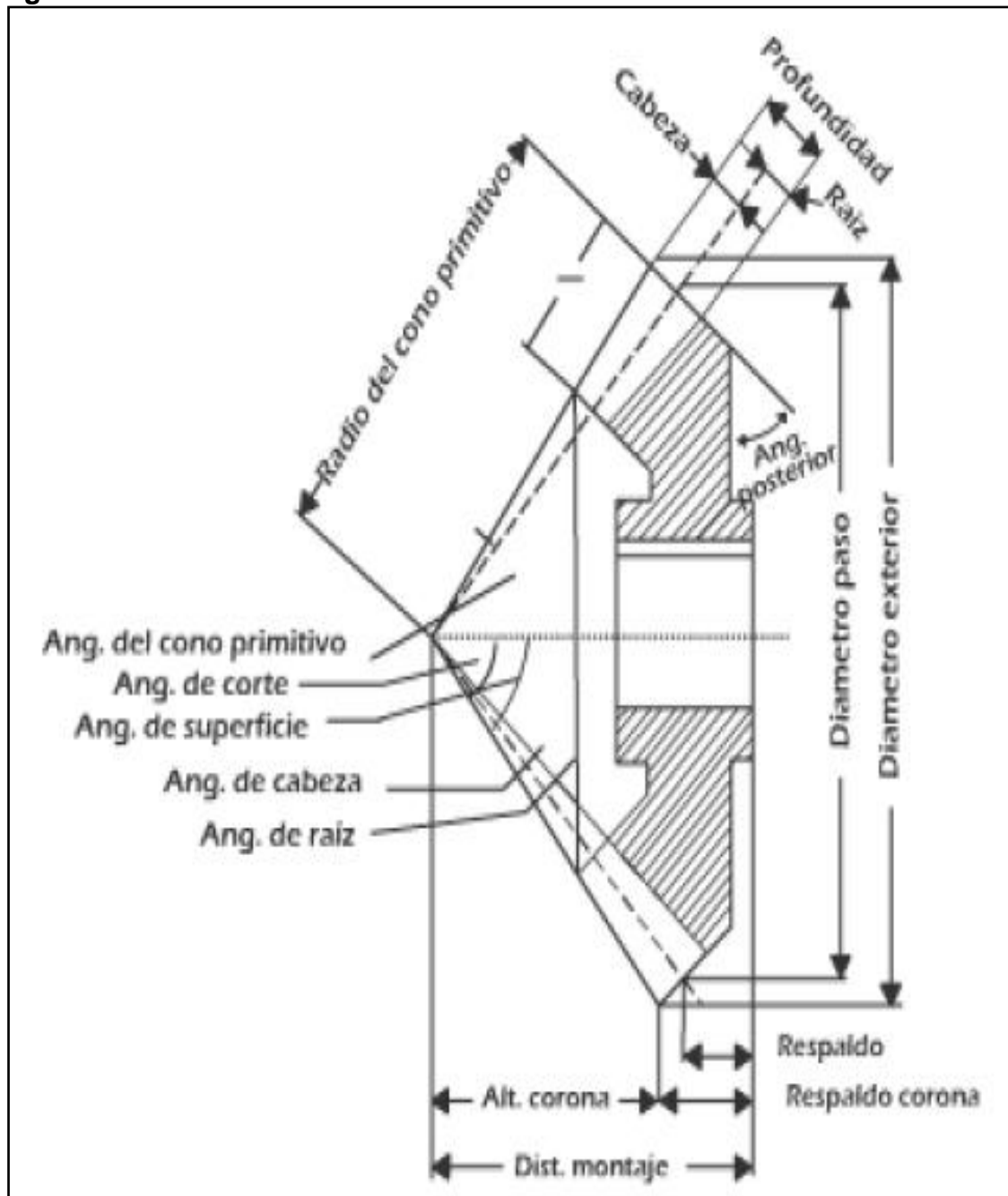
Figura 24 Rueda dentada recta



Fuente: [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/engranajes/tablas%20en\\_planos.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/engranajes/tablas%20en_planos.html)

-Rueda dentada cónica

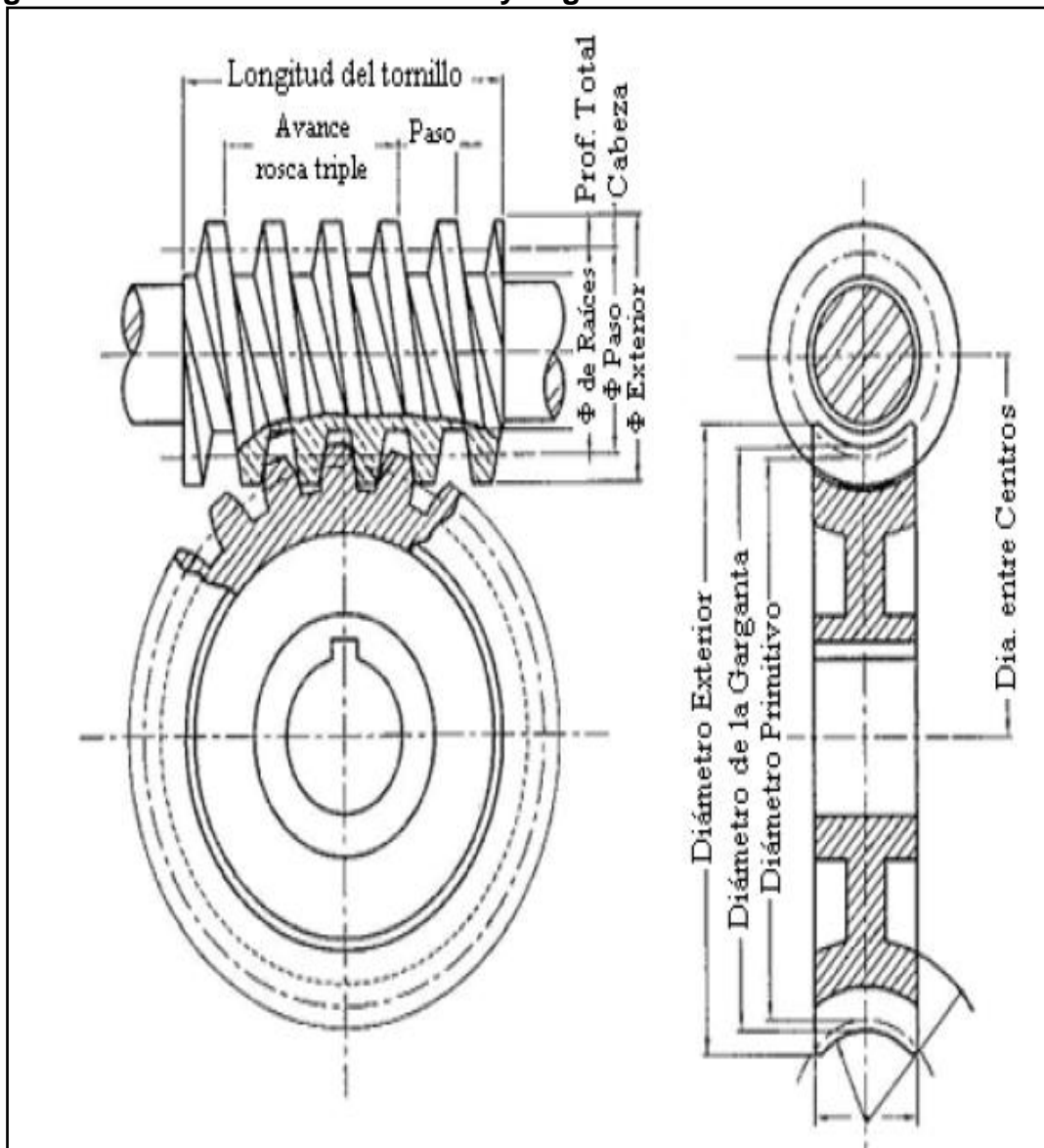
Figura 25 Rueda dentada cónica



Fuente: [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/engranajes/tablas%20en\\_planos.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/engranajes/tablas%20en_planos.html)

-Engranaje de tornillo sinfín

**Figura 26 Nomenclatura de tornillo y engrane sinfín**



**Fuente:** [http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/engranajes/tablas%20en\\_planos.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/engranajes/tablas%20en_planos.html)

## 5.0 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES

Las especificaciones de un engranaje y sus estándares están establecidas por la American Gear Manufacturers Association (AGMA) y por la American National Standards Institute (ANSI), los engranajes estándar no se muestran en detalle en los planos y se usa para ello una representación esquemática acompañada de una tabla junto con los datos de corte, datos de engranaje o parámetros

fundamentales, los dibujos detallados solo son realizados cuando el engranaje tenga un diseño especial o cuando sea necesario mostrar un montaje de un conjunto de engranajes.

El dibujo para la construcción de un engranaje ha de completarse con todos los datos necesarios para su fabricación. Con frecuencia se indican estos datos en una tabla.

Es oportuno tratar el rectificado de engranajes, desde el punto de vista del dibujante. Es sabido que en todos los mecanismos de precisión (cambios de marcha por engranajes, máquinas herramientas de calidad, etc.), se emplean engranajes contruidos de acero, tratados térmicamente y finalmente rectificadas. El rectificado tiene por objeto, entre otros, mejorar la transmisión, hacerla más silenciosa y regular: las ruedas dentadas tratadas convenientemente tienen los dientes mucho más resistentes al desgaste, y por este motivo todas las ruedas que han de estar en funcionamiento mucho tiempo han de ser tratadas y rectificadas.

El dibujante ha de poner mucho cuidado en la colocación de los signos de acabado en los dibujos de ruedas dentadas. Si el signo de rectificado (tres triángulos) se coloca en la periferia exterior de las ruedas dentadas exteriores o en la periferia interior de las ruedas dentadas interiores, significará solamente que la superficie exterior de la rueda está rectificada, lo cual puede ser simplemente una sencilla necesidad de mecanizado.

Si se quiere indicar el rectificado de los dientes, el signo de rectificado se ha de colocar sobre la circunferencia primitiva. Esta regla se aplica también a los otros tipos de ruedas dentadas.

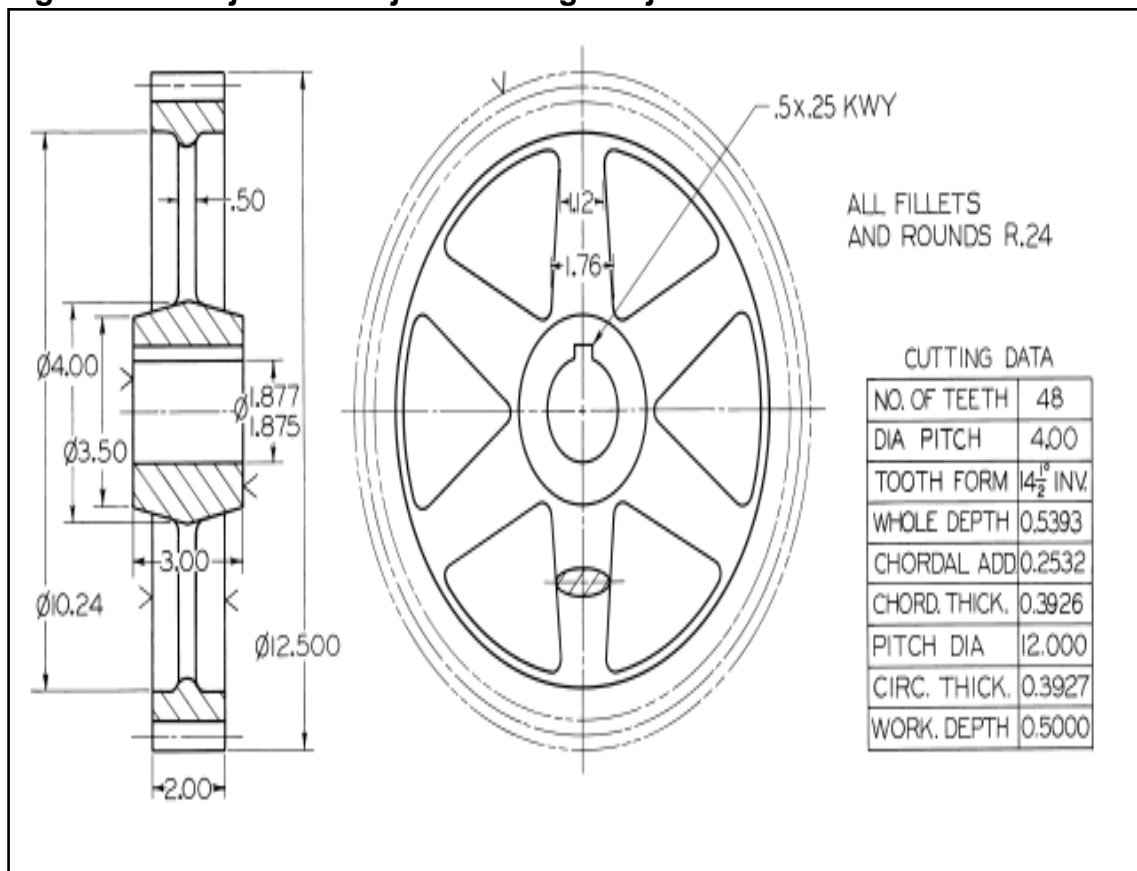
## **5.1 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANES RECTOS**

Los dibujos de engranes, los que normalmente se fresan con modelos de forma apropiada, no son complicados. Una vista de corte es suficiente a menos que se requiera una vista frontal para mostrar detalles del alma o brazos. Como a los dientes se les da forma mediante fresadoras, no es necesario mostrarlos en la vista frontal, ver figura 27.

ANSI recomienda utilizar líneas fantasma para los círculos externos y de raíz y una línea de centro para el círculo primitivo. En la vista de corte, los círculos de raíz y externo se muestran como líneas continuas.

El dimensionamiento del engrane se divide en dos grupos, debido a que el acabado del engrane no terminado y el fresado de los dientes son operaciones distintas en el taller. Las dimensiones del engrane no terminado se muestran en el dibujo, y la información de sus dientes se da en una tabla.

**Figura 27 Dibujo de trabajo de un engranaje recto**



**Fuente:** Giesecke, Technical Drawing, 12 ed. Prentice – Hall, Inc. 2003.

## 5.2 DIBUJOS DE TRABAJO DE ENGRANAJES CÓNICOS

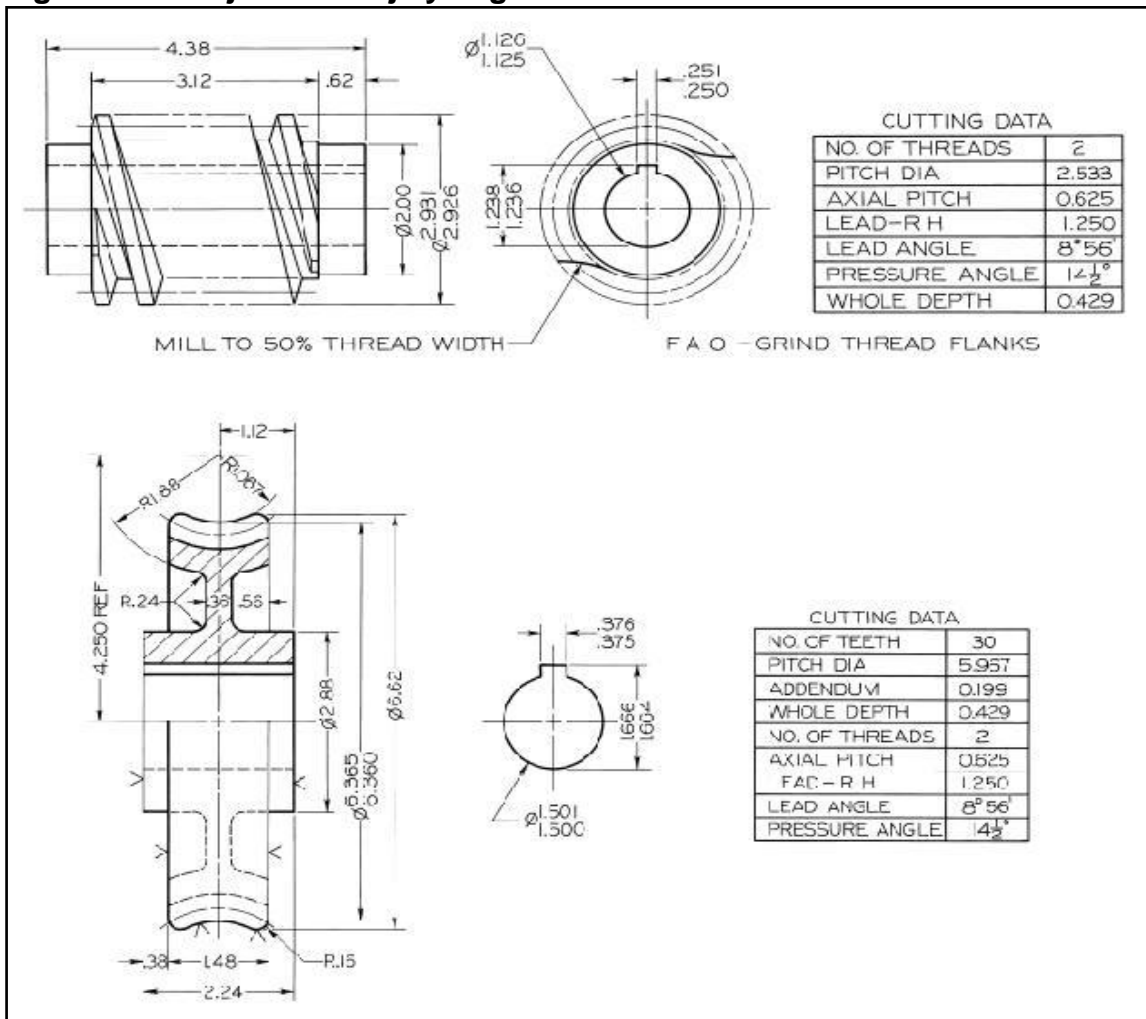
Los dibujos de trabajo de los engranajes cónicos, al igual que los de los engranajes rectos dan solo las dimensiones del engranajes cónico no terminado. Los datos de fresado del diente se dan en una nota o tabla. Normalmente se utiliza una sola vista de corte, a menos que se requiera una



tornillo sinfín, la raíz y el diámetro externo se muestran como líneas continuas, y normalmente no se requiere una segunda vista.

Cuando un tornillo sinfín y un engrane de tornillo sinfín aparecen como un dibujo de ensamble, ambas vistas se dibujan y las líneas continuas convencionales para el diámetro exterior del tornillo sinfín y el diámetro de garganta del engrane del tornillo sinfín se muestran como líneas quebradas donde los dientes entran en contacto.

**Figura 29 Dibujo de trabajo y engrane de un tornillo sinfín**



**Fuente:** Giesecke, Technical Drawing, 12 ed. Prentice – Hall, Inc. 2003.

## **7.0 BIBLIOGRAFIA**

**Cecil Jensen, Jay D. Hesel, Dennis R. Short. Dibujo y diseño en ingeniería, 6ª edición.**

**Spencer Henry Cecil, DygdonJhon Thomas, Novak James E. Dibujo Técnico Octava Edición 2009**

**A. Chevalier, Dibujo Industrial, 2005.**

**NORMA ANSI ISO, capítulo 18**

**NORMA IRAM 4522, Representación de engranajes y ruedas dentadas.**

**MANUAL DE NORMAS DE APLICACIÓN PARA DIBUJO TECNICO, IRAM Edición XXVII.**

**NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1777**

**UNE 18068 (1R):1978 Engranajes cilíndricos. Datos a figurar en los planos.**

**UNE 18112:1978 Engranajes cónicos rectos. Datos a figurar en los planos.**

**[http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas\\_di2/engranajes/tablas%20en\\_planos.html](http://www.gig.etsii.upm.es/gigcom/temas_di2/engranajes/tablas%20en_planos.html)**

**ANEXO F**

**MANUAL HERRAMIENTAS DE MEDICION:**

**CALIBRADOR PIE DE REY Y MICROMETRO DE PLATILLOS**

# MANUAL DE HERRAMIENTAS DE MEDICION: CALBRADOR PIE DE REY Y MICRÓMETRO DE PLATILLOS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DISEÑO GRAFICO

## **TABLA DE CONTENIDO**

### **1.0 INTRODUCCION**

### **2.0 EL MICROMETRO**

#### **2.1 MICROMETRO PARA MEDIDAS EXTERIORES O PLATILLOS**

##### **2.1.1 MEDICION DEL MICROMETRO DE PLATILLOS**

##### **2.1.2 PRECAUCIONES DE USO**

### **3.0 EL CALIBRADOR VERNIER O PIE DE REY**

### **4.0 MEDICION DEL ESPESOR DEL DIENTE**

#### **4.1 VERIFICACION DEL ESPESOR DEL DIENTE POR COMPROBACION DE LA MEDIDA SOBRE UN NUMERO *K* DE DIENTES**

##### **4.1.1 PIE DE REY O VERNIER**

##### **4.1.2 MICROMETRO DE PLATILLOS**

### **5.0 BIBLIOGRAFIA**

## **1.0 INTRODUCCION**

Los instrumentos de medida para la medición de engranajes tiene una función primordial en el útil vivir de los ingenieros y en los laboratorios de metrología de algunas empresas en las cuales, la calidad de un producto es de vital importancia para el crecimiento de la empresa, además la hace confiable y competitiva ante los estándares internacionales que lo rigen.

Es importante tener en cuenta que las herramientas más usadas son las de mano (handtools), aunque existen aparatos que realizan mediciones por computadora. Nuestro estudio se centrara básicamente en el manejo de dos herramientas importantes como son el Micrómetro de Platos y el Calibrador Pie de Rey.

## **2.0 EL MICROMETRO**

El micrómetro (del griego micros, pequeño, y metros, medición), también llamado Tornillo de Palmer, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que se desplaza axialmente longitudes pequeñas al girar el mismo dentro de una tuerca.

Un micrómetro es generalmente usado para medir el espesor, diámetro exterior o largo de un componente. Los micrómetros producen medidas basadas en cada división de una pulgada o metro. Algunos micrómetros son capaces de medir tamaños cerca de las 0.0001 pulgadas la cual proporciona mayor precisión.

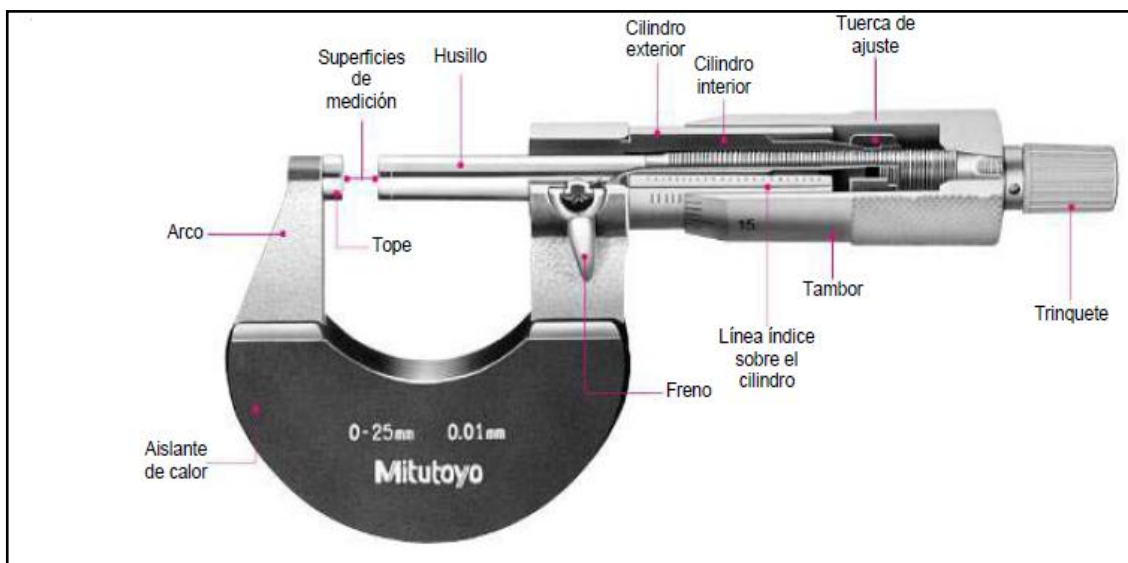
Micrómetros estándar, vienen en tamaños que están incrementados en una pulgada, esto es de 0 a 1 pulgada, de 1 a 2 pulgadas, 2 a 3 pulgadas, etc. Los micrómetros métricos están disponibles en tamaños que incrementan cada 25 mm.

Frecuentemente el micrómetro también incluye una manera de limitar la torsión máxima del tornillo, dado que la rosca muy fina hace difícil notar fuerzas capaces de causar deterioro de la precisión del instrumento.

Esta herramienta se utiliza mucho en la fabricación mecánica. Aunque se utilice menos que el calibre sirve para medir medidas exteriores, interiores, profundidades, etc.

El micrómetro es un dispositivo que mide el desplazamiento del husillo cuando es movido mediante el giro de un tornillo, lo que convierte el movimiento del tambor en el movimiento lineal del husillo. El desplazamiento de este amplifica la rotación del tornillo y el diámetro del tambor. Las graduaciones alrededor de la circunferencia del tambor permiten leer un cambio pequeño en la posición del husillo.

**Figura 3 Componentes del micrómetro**

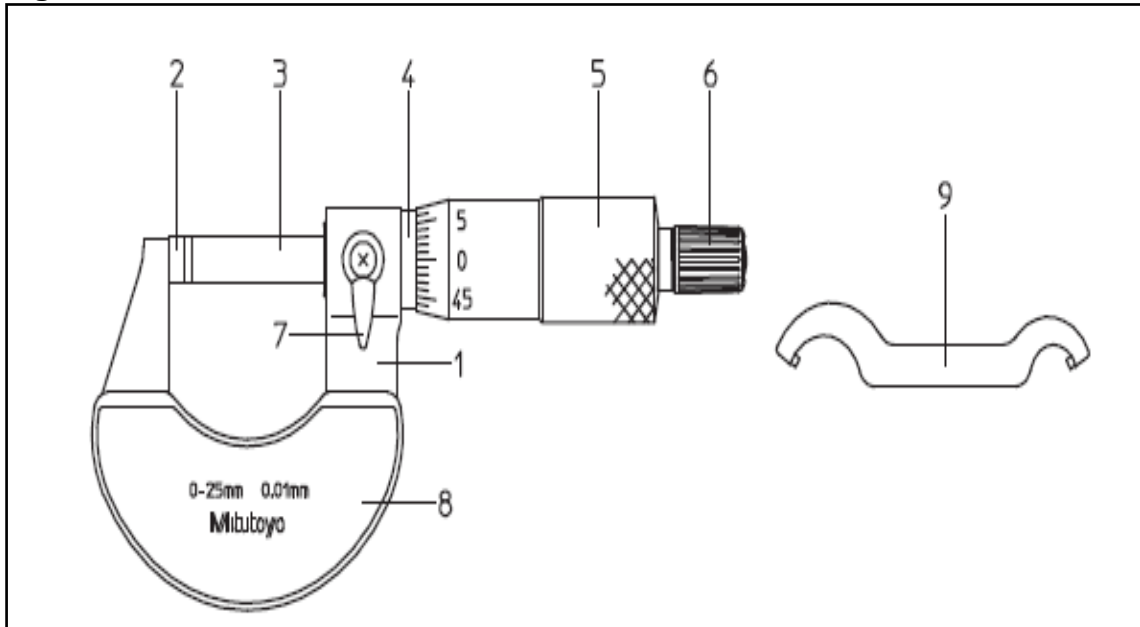


**Fuente:** Boletín técnico No. 6 Mitutoyo. Marzo del 2010

### **2.1 MICRÓMETRO PARA MEDIDAS EXTERIORES O DE PLATILLOS**

El micrómetro para medidas exteriores es un aparato formado por un eje móvil con una parte roscada, al extremo de la cual va montado un tambor graduado; haciendo girar el tambor graduado se obtiene el movimiento del tornillo micrométrico y por consiguiente el eje móvil, que va a apretar la pieza contra el punto plano o superficies de medición. Sobre la parte fija que está solidaria al arco, va marcada la escala lineal graduada en milímetros o pulgadas

**Figura 2 Elementos del micrómetro**



**Fuente:** Manual de usuario para micrómetros Mitutoyo.

A diferencia del vernier hay un micrómetro para cada sistema de unidades. Las partes fundamentales de un micrómetro son:

1. Arco
2. Tope de medición
3. Tornillo
4. Cilindro
5. Tambor
6. Trinquete
7. Freno del husillo
8. Cubiertas aislantes
9. Llave de ajuste del cero.

Actualmente en el mercado se encuentran dos tipos de micrómetros de exteriores, en cuanto a la manera de medición se refiere, los mecánicos y los digitales (ver figura 3).

**Figura 3 Micrómetros de platillos Mecánico y Digital**



**Fuente:** Máquinas métodos y control dimensional del procesamiento, Ing. Oscar Fernando Rodríguez

### **2.1.1 MEDICION DEL MICRÓMETRO DE PLATILLOS.**

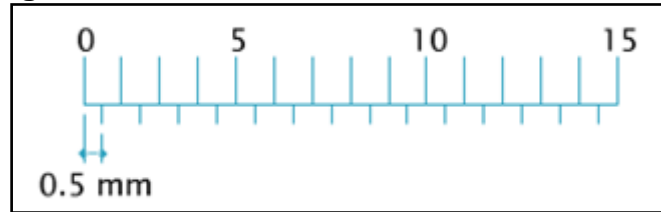
El micrómetro presenta dos graduaciones para la lectura del milímetro y la centésima de milímetro. La rosca del tornillo micrométrico tiene un paso de 0,5 mm. Por tanto con un giro completo del tomillo, el tambor graduado avanza o retrocede 0,5 mm.

La extremidad cónica del tambor está dividida en 50 partes de otra graduación. Por tanto la apreciación se hace en este caso dividiendo el paso entre 50 partes; sería  $0,5:50 = 0,01$  mm. Girando el tambor, el cuerpo graduado en centésimas, el eje móvil y el embrague van corriendo por la escala graduada fija. El milímetro y el medio milímetro se leen sobre la graduación lineal fija que está en correspondencia con la graduación de la parte cónica del tambor graduado.

Cuando tomamos medidas micrométricas, es importante que el tope de medición y el tornillo o husillo estén cuadrados con la pieza que se está midiendo.

En los micrómetros de exteriores la escala graduada se lee de izquierda a derecha, su escala graduada sería de la siguiente manera:

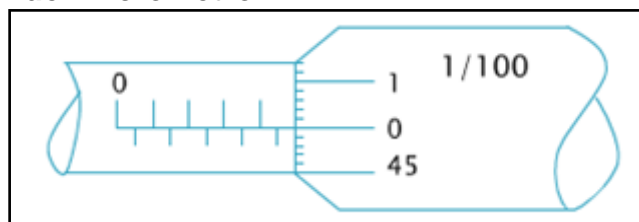
**Figura 4 Escala graduada de un micrómetro**



**Fuente:** <http://www.slideshare.net/nurrego/metrologia-manejo-del-micrometro>

El tambor para los micrómetros en milímetros se encuentra dividido en 50 partes de la siguiente manera:

**Figura 5 Tambor del micrómetro**

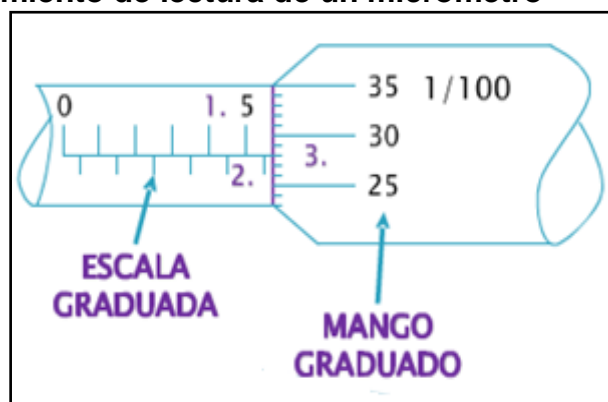


**Fuente:** <http://www.slideshare.net/nurrego/metrologia-manejo-del-micrometro>

Para la lectura del micrómetro se debe realizar en tres partes:

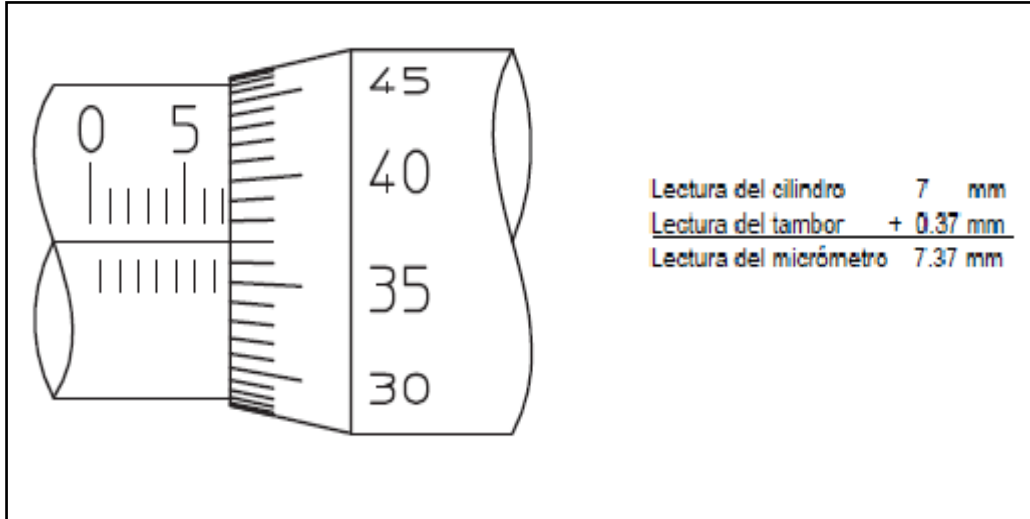
1. Leer los milímetros completos que se observan en parte superior de la escala graduada.
2. Leer la diferencia de 0.5 mm que se observa en la parte inferior de la escala graduada.
3. Leer las decimas y centésimas en el mango graduado.

**Figura 6 Procedimiento de lectura de un micrómetro**



**Fuente:** <http://www.slideshare.net/nurrego/metrologia-manejo-del-micrometro>

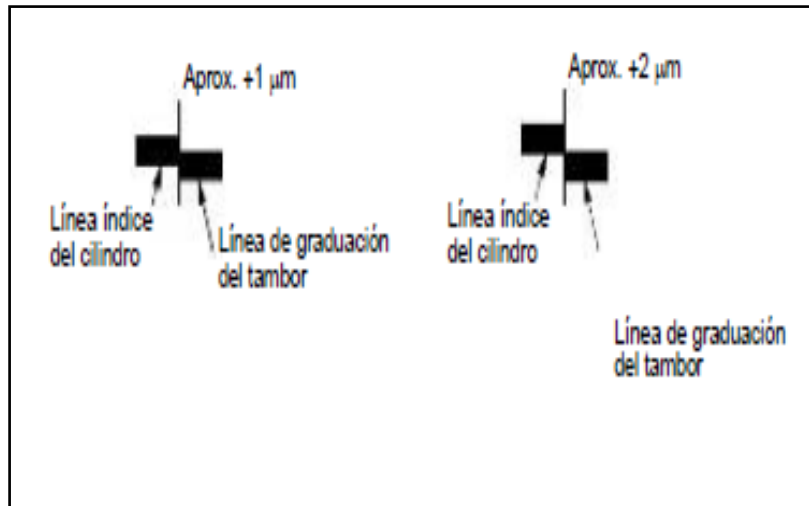
**Figura 7 Lectura de micrómetro**



**Fuente:** Manual de usuario para micrómetros, Mitutoyo.

La escala puede ser leída directamente a 1.01mm, como es mostrado arriba, pero puede también ser estimada a 0.001 mm cuando las líneas están cerca de coincidir dado que el espesor de la línea es 1/5 del espaciado entre ellas

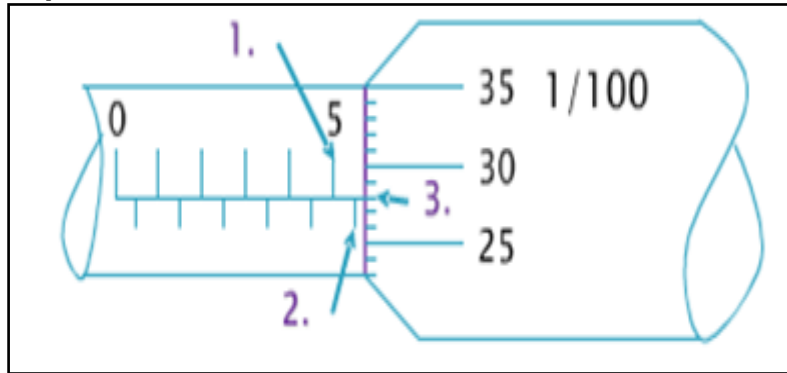
**Figura 8 Tolerancia de medición de un micrómetro**



**Fuente:** Boletín técnico No. 6 Mitutoyo. Marzo del 2010

A manera de ejemplo podemos observar los siguientes:

**Figura 9 Ejemplo de medición de un micrómetro**



**Fuente:** <http://www.slideshare.net/nurrego/metrologia-manejo-del-micrometro>

La medida a realizar sería de la siguiente manera:

- 1) 5.00 mm (unidades completas)
- 2) 0.50 mm (la línea morada no coincide con ninguna de las de la escala graduada)
- 3) Contabilizamos las líneas y obtenemos 0.28 mm

Su lectura sería entonces,

$$5.00 + 0.50 + 0.28 = 5.78 \text{ mm}$$

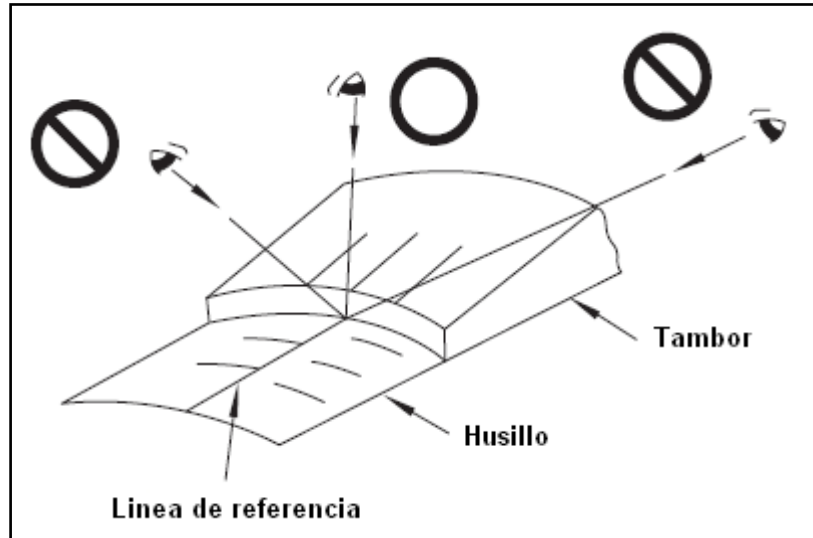
### 2.1.2 PRECAUCIONES DE USO

#### 1. ERROR DE PARALAJE

Ya que la línea de referencia del cilindro del tambor no se encuentra en el mismo plano, el punto medido en el tambor varía al cambiar el punto de vista, causando un error de paralaje. Por lo tanto es necesario alinear la línea de visión directamente a la línea de referencia del cilindro desde el mismo punto de visión.

Si se cambia el punto de vista como se muestra en la figura 10 se produce un error de paralaje de unos  $2 \mu\text{m}$ . Esto debe tenerse especialmente en cuenta al leer la escala Vernier.

**Figura 10** Punto de vista de medición



**Fuente:** Manual de usuario para micrómetros, Mitutoyo.

## 2. FUERZA DE MEDICION

Asegúrese de medir aplicando una fuerza de medición constante, utilizando el trinquete. La fuerza de medición adecuada puede confirmarse colocando la superficie de medición sobre la pieza, se detiene y luego haga girar el trinquete con los dedos tres o cuatro veces. Se utiliza generalmente un dispositivo como el trinquete para mantener constante la fuerza de medición. También puede utilizarse dispositivos de fricción con el mismo fin.

## 3. ERRORES DE POSICION

El efecto de flexión del arco debe medirse con micrómetros grandes. Sin embargo, la medición debe realizarse en la misma posición o postura que la ejecución del ajuste a cero.

## AJUSTE DEL PUNTO CERO

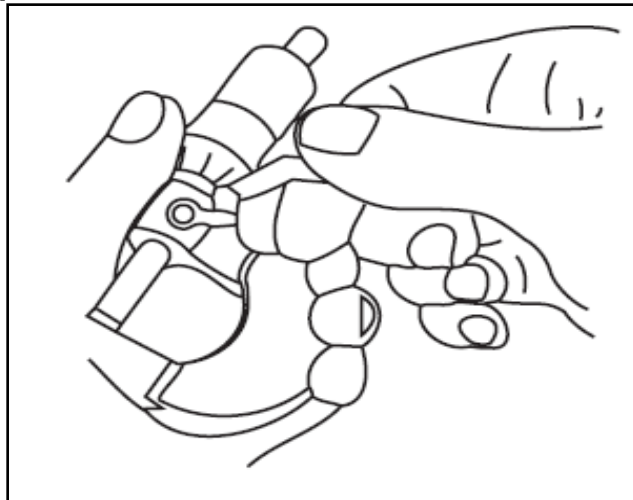
- Para ajustar el punto cero de este dispositivo, use un bloque de micrómetro o una base patrón calibrado que se revise periódicamente.
- Aplique la misma orientación y las mismas condiciones para el ajuste cero y la medición, siguiendo los pasos abajo indicados.

1. Limpie minuciosamente el micrómetro a utilizar y la superficie de medición.
2. Confirme que las dos superficies de medición o la superficie de medición y el micrómetro entren suavemente en contacto. Haga girar el trinquete y aplique una fuerza de medición para obtener una lectura de la escala.
3. Si el valor indicado es cero o difiere del método del patrón, realice el ajuste siguiente:

(1) El error del punto cero es de  $\pm 0.01mm$  o inferior.

Introduzca la llave de apriete en el orificio del cilindro en el lado opuesto a la línea indicadora y gire el cilindro para alinear la línea indicadora con la línea de graduación cero del tambor.

**Figura 11 Ajuste del punto cero**



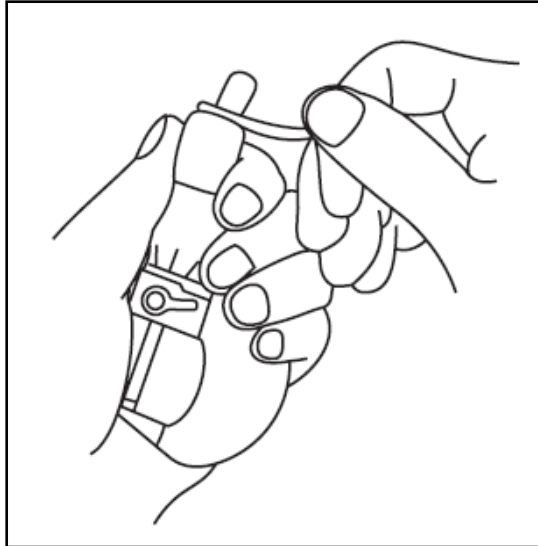
**Fuente:** Manual de usuario para micrómetros, Mitutoyo.

(2) El error del punto cero es de  $\pm 0.01mm$  o superior.

< 1 > Afloje el trinquete con una llave de apriete.

< 2 > Apriete el tambor hacia afuera (en la dirección del trinquete) para poder moverlo libremente. Alinee la línea de graduación cero del tambor con la línea indicadora del cilindro.

< 3 > Apriete el trinquete con la llave de apriete hasta que quede fijado en la posición original para sujetar firmemente el tambor. Si el punto cero no se ajustan completamente, realice un ajuste siguiendo el procedimiento descrito en (1).



**Figura 12 Apriete del trinquete**

**Fuente:** Manual de usuario para micrómetros, Mitutoyo.

### **Precauciones de seguridad**

Para garantizar la seguridad del operador, utilice el instrumento de acuerdo con las directrices y especificaciones proporcionadas en el manual de usuario, las cuales se exponen a continuación.

### **Advertencia**

La punta de este micrómetro es filosa. Manipúlelo con precaución para que no se lastime.

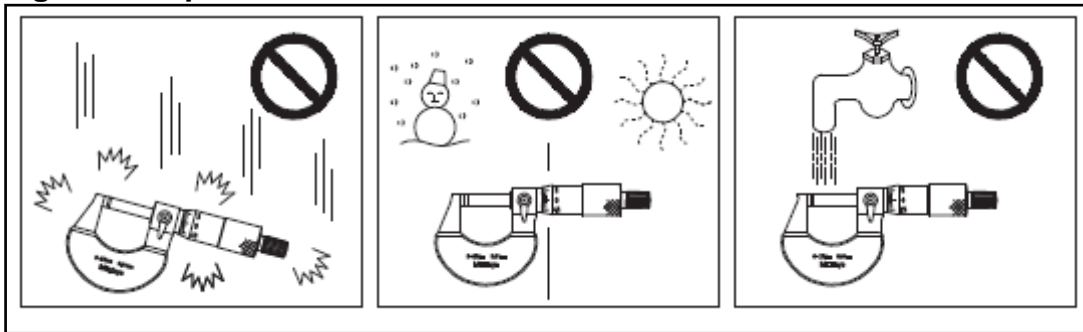
### **Importante**

- No desmonte ni modifique este instrumento, ya que eso podría dañar el instrumento.
- No utilice ni guarde el micrómetro en lugares donde se produzcan cambios bruscos de temperatura. Antes de usar el micrómetro estabilícelo térmicamente a la temperatura ambiente.
- No guarde el micrómetro en un ambiente con humedad o polvo.
- En caso de utilizar el micrómetro en un lugar en el que pueda recibir directamente salpicaduras de refrigerante o similar, aplique medidas

antioxidantes después del uso. El óxido puede producir fallos de funcionamiento del dispositivo.

- No exponga el micrómetro a sacudidas repentinas; no lo deje caer ni aplique una fuerza excesiva sobre él.
- Antes de realizar la medición, ajuste el origen.
- Elimine el polvo, las rebabas y humedad del instrumento después de su uso.

**Figura13 Exposiciones erróneas del micrómetro**



**Fuente:** Manual de usuario para micrómetros, Mitutoyo.

## ESPECIFICACIONES

Temperatura de operación de 5°C a 40°C

Temperatura de almacenamiento: -10°C a 60°C

### 3.0 EL CALIBRADOR VERNIER O PIE DE REY

Es una versátil y fácil herramienta de medida usada para medir. Es usada generalmente para medir el espesor, diámetro exterior o largo de un componente, pero no tan preciso como un micrómetro. Produce medidas basadas en cada división de una pulgada o metro. El calibrador Vernier estándar tiene la capacidad de medir tamaños a los 0.001 pulgadas.

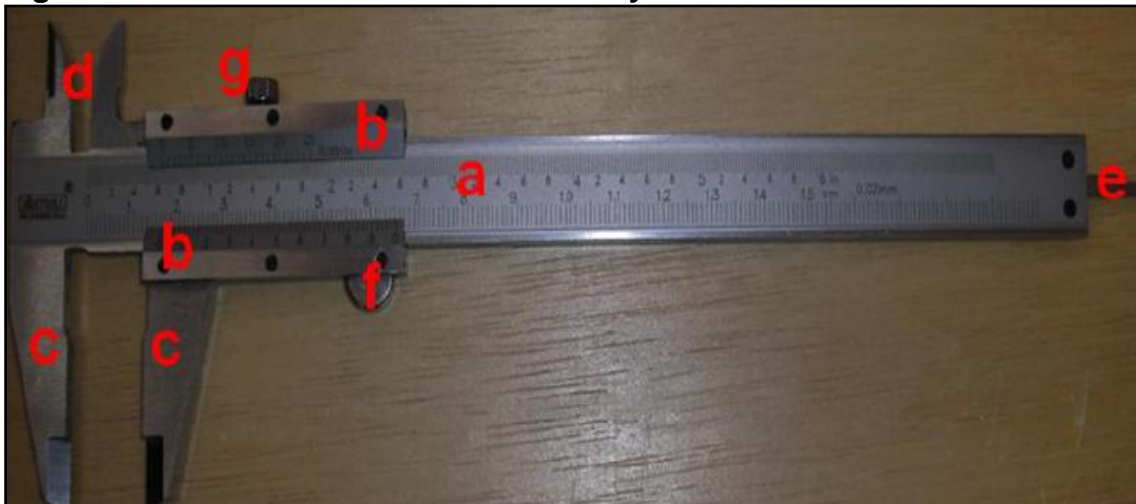
**Figura 14 Calibrador Pie de Rey**



Medidas dentro y fuera pueden ser obtenidas con las puntas móviles que incorporan los filos de los contactos. Una varilla que está conectada para deslizarse es usada para obtener dimensiones de profundidad. El contacto de la varilla se corta para proporcionar una punta para medir ranuras y huecos.

El calibrador pie de rey cuenta con varias partes. Ver figura 15

**Figura 15 Partes del Calibrador Pie de Rey**

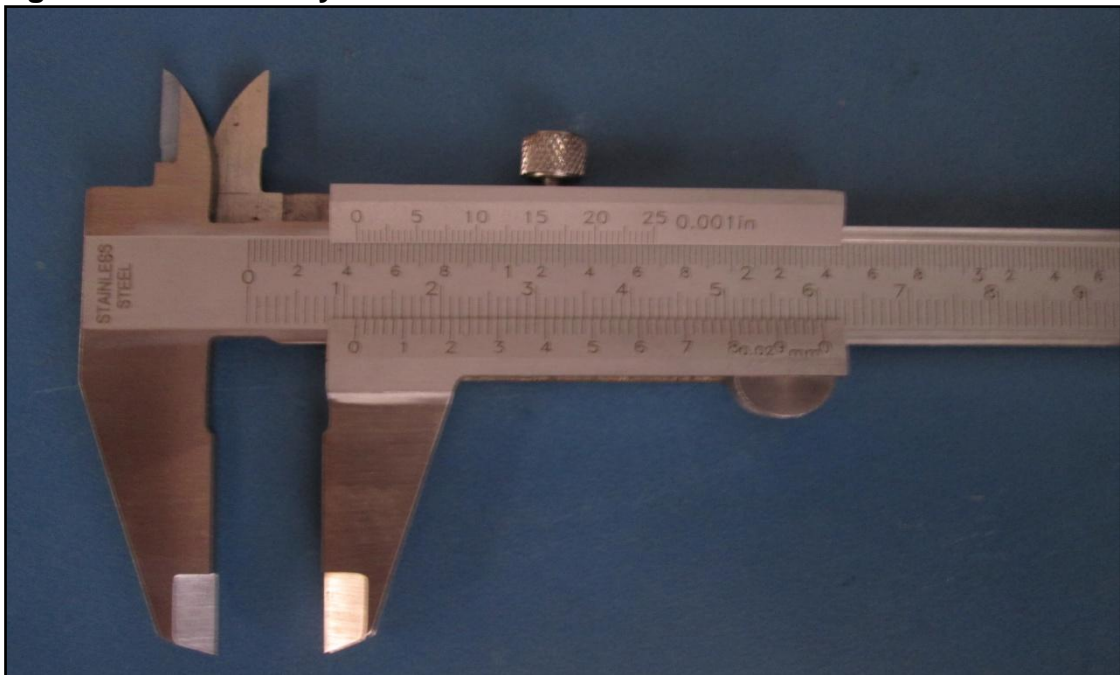


- a. Reglilla graduada.
- b. Nonio.
- c. Puntas para medir exteriores
- d. Puntas para medición de interiores.

- e. Profundímetro.
- f. Pulsador.
- g. Tornillo de fijación.

Esta herramienta cuenta con dos escalas de medición, una escala superior en pulgadas y una escala inferior en centímetros. La parte superior cuenta con 25 divisiones y da una exactitud de 0.001 in"pulgadas", y la parte inferior cuenta con 50 divisiones y una exactitud de 0.02 mm, la regla graduada puede brindar mediciones de hasta 6 pulgadas para la parte superior y 15.5 cm aprox. para la parte inferior tanto para exteriores, interiores y profundidades aunque limitado a veces por el sitio donde se desee realizar la medición o mediciones mencionadas anteriormente, ver figura 16.

**Figura 16 Calibrador y sus divisiones**



### **IMPORTANTE**

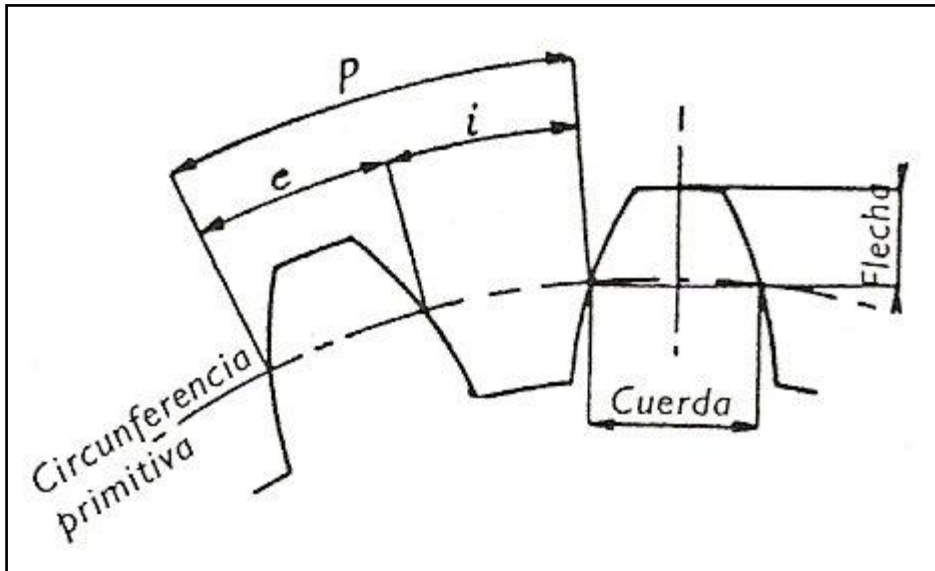
- No exponga el instrumento a impactos o golpes severos, evite dejarlo caer o utilizarlo como martillo.
- La medición exacta es susceptible al polvo/suciedad.

- Después de usar, limpie cualquier polvo/suciedad adherida, huellas de los dedos u otro contaminante, con un trapo seco.

#### 4.0 MEDICIÓN DEL ESPESOR DEL DIENTE

El espesor del diente es la longitud del arco de la circunferencia primitiva comprendido entre los dos perfiles de un diente. El intervalo o entrediente es la longitud del arco de la circunferencia primitiva comprendido entre los perfiles de dos dientes consecutivos que limitan el entrediente.

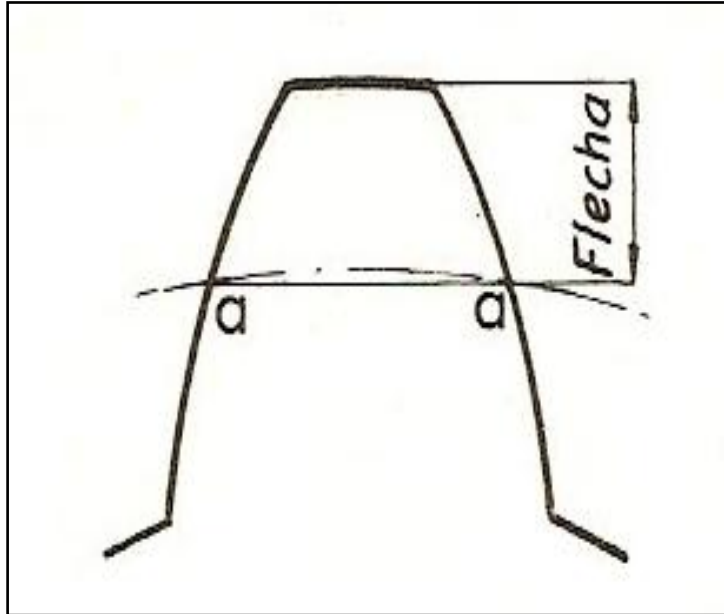
**Figura 17 Representación del espesor del diente (e) y el intervalo (i) entre dientes**



**Fuente:** L. Compain, "Metrología de taller". Ediciones Urmo. Bilbao 1974.

El espesor del diente puede medirse o comprobarse por diversos procedimientos. Básicamente en nuestro estudio trabajaremos solo con dos el calibrador Vernier y el micrómetro de platillos. Dichas medidas se basan en la medición o comprobación de la longitud de la cuerda que subtiende el arco correspondiente al espesor, llamada espesor cordal; en estos sistemas la determinación de los puntos extremos de la cuerda a-a de la figura tal, exigen la medición o comprobación de la distancia de la cuerda a la cabeza del diente llamada flecha del diente o addendum cordal.

**Figura 18 Medición de la flecha del diente**



**Fuente:** Segundo Estévez / Pedro Sanz, “La medición en el taller mecánico”. Primera edición. Barcelona: CEAC, enero 1977.

Cualquier factor de error introducido por la medición de la flecha, tales como la excentricidad de la circunferencia exterior, la rugosidad de la superficie de la cabeza del diente, entre otros, afectan la precisión de la medición del espesor del diente.

#### **4.1 Verificación del espesor del diente por comprobación de la medida sobre un número K de dientes:**

Se denomina medida sobre un número dado (K) de dientes a la distancia entre dos planos paralelos tangentes a dos flancos externos de un número dado de dientes. Este método de verificación constituye el método de control del espesor más fácil y es de gran exactitud, donde W es la distancia, ver figura

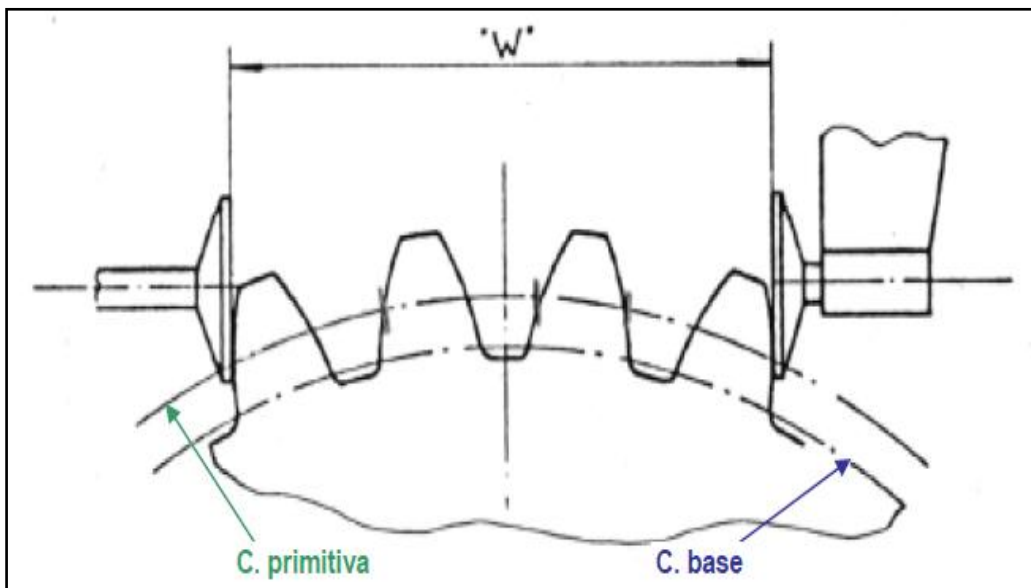
Para el caso de dientes rectos el valor de W viene dado por la siguiente fórmula

$m$  = módulo del engranaje.  
 $\varphi$  = ángulo de presión.  
 $z$  = número de dientes de la rueda.  
 $e$  = espesor del diente.  
 $K$  = número de dientes abarcados.  
 $E_v \cdot \varphi = \operatorname{tg} \varphi - \varphi$

$$e = \frac{\pi \cdot m}{2}$$

$$W = m \cdot \cos \varphi \cdot \left[ (k - 1) \cdot \pi + \frac{e}{m} + z \cdot E_v \cdot \varphi \right]$$

**Figura 19** Verificación del espesor del diente por comprobación de la medida  $W$  sobre un número  $K$  de dientes

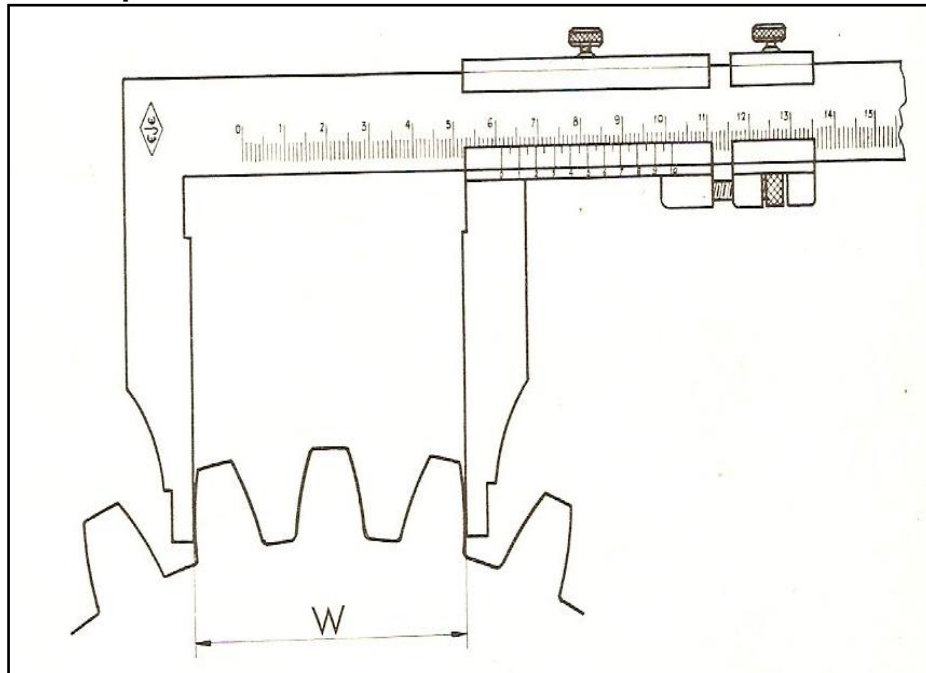


**Fuente:** Segundo Estévez / Pedro Sanz, “La medición en el taller mecánico”. Primera Edición. Barcelona: CEAC, enero 1977.

La medición se puede realizar con los instrumentos estudiados en este manual, el calibrador pie de rey y el micrómetro de patillos.

#### 4.1.1 Pie de rey de precisión

**Figura 20** Medición con pie de rey la distancia entre varios dientes para verificar su espesor



**Fuente:** Segundo Estévez / Pedro Sanz, “La medición en el taller mecánico”. Primera Edición. Barcelona: CEAC, enero 1977.

#### 4.1.2 Micrómetro de platillos

El micrómetro de platillos está diseñado para medir fácilmente la longitud de la tangente de raíz de engranajes rectos y helicoidales.

Se selecciona un número de dientes a abrazar tal que el contacto entre los flancos de los dientes y los platillos se produzca en la circunferencia primitiva.

**Figura 21. Medición micrómetro de platillos**



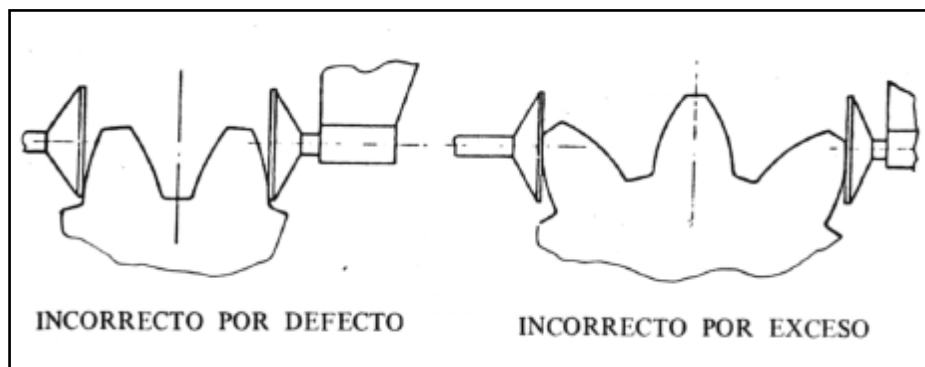
En este caso la tabla I proporciona el valor teórico de la cota  $W_1$  (correspondiente a un piñón de  $m=1$ ) y el número de dientes  $n$  a interceptar por los platillos del micrómetro en un piñón de  $z$  dientes.

El valor de la cota  $w$  para un piñón de modulo  $m$ , será:

$$W_1 = W_1 \cdot m$$

Las maneras incorrectas de dicha medida son las siguientes:

**Figura 22. Maneras incorrectas de medir**



**Fuente:** Segundo Estévez / Pedro Sanz, “La medición en el taller mecánico”. Primera edición. Barcelona: CEAC, enero 1977.

## 5.0 BIBLIOGRAFIA

<http://www.slideshare.net/nurrego/metrologia-manejo-del-micrometro>

Front and rear axles, student guide. Daimler Chrysler Corporation.

Boletín técnico No. 6 Mitutoyo. Marzo del 2010

Manual de usuario para micrómetros Mitutoyo.

Segundo Estévez / Pedro Sanz, “La medición en el taller mecánico”.

Primera edición. Barcelona: CEAC, enero 1977.

**ANEXO G**  
**MANUAL MECANO: MONTAJE Y DESMONTAJE**

# MANUAL MECANO: MONTAJE Y DESMONTAJE



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
DISEÑO GRAFICO

## CONTENIDO

1. NORMAS DE USO - BANCO MECANO Y ELEMENTOS DE ENGRANAJES.....	3
2. COMPONENTES PRINCIPALES.....	4
3. HERRAMIENTAS NECESARIAS.....	8
4. PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.....	10
5. PROCEDIMIENTO DE DESMONTAJE.....	13

## **1. NORMAS DE USO BANCO DE PRACTICAS**

Para la realización de un excelente desempeño de los estudiantes en la práctica del laboratorio de diseño grafico, y a su vez darle un prolongado uso a los elementos que conforman el banco, se recomienda seguir con las siguientes indicaciones:

**1.1** previo a la realización de la experiencia se debe leer la información correspondiente que se presenta en la página web asignada o como texto impreso en la fotocopidora la cual será asignada por el docente y a dada a conocer con anterioridad. Esta información es de vital importancia para el desarrollo de la experiencia.

**1.2** No utilice ni manipule ninguna herramienta externa, o adicionales a las que se brindan en el banco, dichas herramientas pueden no ser las correctas generando así averías y daños a los elementos o conjuntos de elementos que conforman el banco. Siempre usar herramientas en buenas condiciones, en cada trabajo utilice la herramienta adecuada, empléela para la función para la que fue diseñada, y luego de su utilización, coloque las herramientas en su lugar.

**1.3** Siga atentamente las instrucciones de despiece y ensamblado que se indican en este manual, para evitar complicaciones y pérdidas de tiempo adicionales.

**1.4** Si presenta alguna duda, inquietud u observación acerca de los implementos para el desarrollo de la práctica, por favor indicarlo al auxiliar respectivo en el menor tiempo posible. Por ejemplo:

- El conjunto se encuentra incompleto o en mal estado al momento de iniciar la experiencia.
- Las herramientas de medición y montaje no se encuentran en su totalidad.
- El banco presenta daños en alguna de sus partes.
- El no informar acerca de los daños existentes que puedan presentar el banco o elementos que lo conforman antes de iniciar la práctica, dichos daños posiblemente tendrá que asumirlos usted.

**1.5** Asegurar que el área de trabajo alrededor del banco didáctico, bien iluminada, ventilada, organizada; sin herramientas y piezas sueltas o en el suelo.

**1.6** Use zapatos cerrados, evite el uso de sandalias o zapatos con poca protección, el trabajar con elementos pesados puede causar una lesión si este se cae en un pie.

**1.7** Use ropa de trabajo adecuada, jamás realice las prácticas utilizando prendas sueltas o con partes que cuelguen, despójese de joyas y reloj mientras esté trabajando

**1.8** Algunos elementos utilizan aceites o lubricantes los cuales contienen sustancias altamente peligrosas que al entrar en contacto prolongado con la piel u ojos podría causar graves daños, en caso de llegar a entrar en contacto con los ojos lávelos con abundante agua.

**1.9** Por su salud y seguridad, nunca fume, coma o beba en el interior del laboratorio.

En caso de emergencia en primer lugar guardar la calma y luego atender en todo momento las instrucciones del docente o auxiliar a cargo que indicará como proceder.

### **Nota Importante**

Antes de iniciar con el proceso de armado del mecano, debe tenerse en cuenta que este sistema permite dar vía libre al uso de la imaginación para lograr movimiento con los mecanismos, por ello antes de iniciar, visualice lo que pretende realizar, utilizando los tipos de engranajes propuestos por el auxiliar, los tipos de soporte a usar, tornillos, cojinetes, ejes, etc. para el desarrollo óptimo de la práctica.

## **2. COMPONENTES PRINCIPALES**

**Un par de engranajes Rectos**

**Figura 1. Engranajes Rectos**



**Un par de engranajes Cónicos**

**Figura 2. Engranajes Cónicos.**



**Un par de engranajes Helicoidales**

**Figura 3. Engranajes Helicoidales**



**Un juego de engranaje Tornillo Sinfín – Corona**

**Figura 4. Tornillo Sinfín Corona**



**Dos bases horizontales**

**Figura 5. Base Horizontal**



**Una base vertical**

**Figura 6. Base Vertical**



**5 ejes**

**Figura 7. Eje**



**Figura 8. Cojinetes o Chumaceras**



**6 Bases para Cojinetes**

**Figura 9. Bases para Cojinetes**



**Manivelas**

**Figura 10. Manivela**



**Fuente:** <http://www.directindustry.es/>

### **3. HERRAMIENTAS NECESARIAS**

#### **Tornillos y tuercas de sujeción**

**Figura 11. Tornillos tuercas y arandelas**



**Fuente:** <http://www.sunnysteel.com/>

Elemento mecánico cilíndrico con una cabeza, para este caso hexagonal, el cual es utilizado para la fijación temporal de unas piezas con otras, dotado de una caña roscada., para nuestro caso específico nos permite la sujeción temporal de los cojinetes a su base, y esta misma base a las bases principales ya sea la vertical o horizontal, la cual va apretada con su respectiva llave.

## Llave de apriete

Figura 12. Juego de llaves de apriete



**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Llave\\_\(herramienta\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Llave_(herramienta))

Las llaves de apriete mostrados en la figura son herramientas utilizadas para el ajuste o desarme de elementos acoplados con tornillos o tuercas, las cuales son de cabeza hexagonal, ajustándose específicamente a las distintas bases (horizontal, vertical o de cojinetes)

## Tornillos Allen sin cabeza

Figura 13. Tornillos Allen sin cabeza



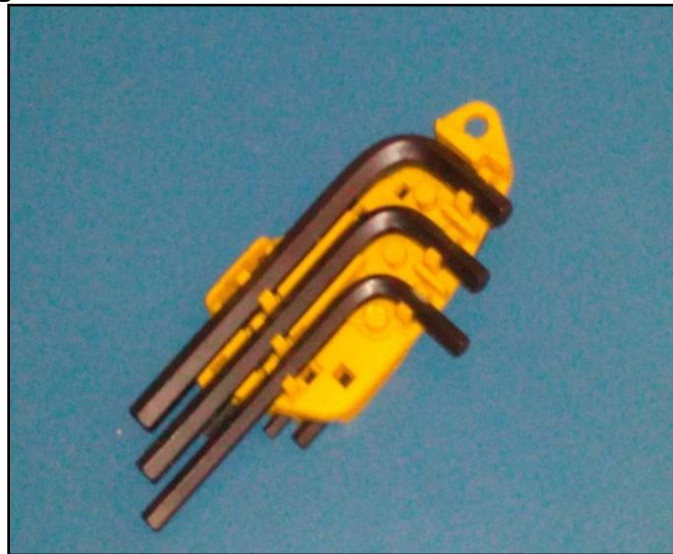
Estos tornillos se utilizan cuando se precisan superficies lisas. Sus fuerzas de apriete son bajas y tienen una cabeza cónica o cilíndrica, son tornillos

avellanados y para colocarlos se recurre a una llave Allen. Esta se encaja en el orificio de forma hexagonal que contiene la cabeza.

Son utilizados en la práctica esencialmente para permitir el ajuste de los engranajes y de los cojinetes a los ejes. Para el caso específico de la práctica son utilizados sin cabeza.

### **Llaves hexagonales o Allen**

**Figura 14. Juego de Llaves Allen**



Las llaves hexagonales como su nombre lo indica tienen seis lados en su extremo de la herramienta y en forma singular se dobla en un extremo para asemejarse a una “L”. Dicha forma le ofrece al operador la ventaja en los lugares difíciles de alcanzar. Para un excelente uso y cuidado de las herramientas es recomendable tomarla con una mano y de la siguiente posición como se observa en la figura tal

No hay que tener especiales medidas de seguridad con esta herramienta. En cambio, hay que asegurarse de que este haya entrado hasta el final del hueco de la cabeza del tornillo, antes de empezar a hacer fuerza, para evitar dañar la herramienta o la cabeza del tornillo.

#### 4.0 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

La flexibilidad del montaje y el carácter modular de los componentes permiten poner en práctica y probar fácilmente ideas propias de los estudiantes, pues esta práctica consiste en la libertad de los estudiantes que tengan en el proceso de análisis de los movimientos que deseen estudiar, sin embargo independiente del sistema formado se plantea unos pasos posibles con el propósito de agilizar la práctica.

**4.1** Seleccione los engranajes con los cuales desea trabajar y defina la manera en cómo van a ser montados o la manera en la cual se desea transmitir el movimiento (horizontal o vertical).

**Figura 15 Juego de Engranajes**



**Figura 16. Base Vertical y Horizontal**



**4.2** Elija un sistema de referencia por el cual desea empezar, seleccionando de esta manera el tipo de base en la cual desea empezar, como una fuente de transmisión de movimiento, ya sea horizontal o vertical. Tenga en cuenta que las bases están diseñadas de tal manera que las rendijas que la conforman permitan lograr una libre posición al momento de acoplar los demás elementos

**4.3** Fije ruedas dentadas, chumaceras y si es necesario manivelas a un eje con ayuda de los tornillos Allen y su respectiva llave. Ver figura 17.

**Figura 17. Ejes y elementos**



**4.4** Fije las chumaceras a sus respectivas bases, para ello utilice los tornillos de apriete y sus tuercas, arandelas y sus respectivas llaves de boca fija. Siendo cuidadoso al fijar las chumaceras que estas están compuestas por sus respectivos ejes y ruedas dentadas.

**Figura 18. Fijación de Chumaceras a su Base**



**4.5** Elija el tipo de base al cual desee transmitirle movimiento por medio de otro eje.

**4.6** Realizo nuevamente los pasos 4.3 y 4.4 teniendo en cuenta y mucho cuidado de sincronizar las ruedas a engranar para que el mecanismo formado pueda moverse libremente.

**Figura 19. Montaje Mecano**



**4.7** Nos fijamos que todo quede en su posición fija y realizamos movimientos manuales para sus estudios.

## **5.0 PROCEDIMIENTO DE DESMONTAJE**

Para el proceso de desmontaje se puede emplear varios métodos, podemos sugerir dos. El primero el cual consiste en desmontar los elementos según el último orden en el que fueron acoplados.

Para nuestro siguiente método podemos sugerir los siguientes pasos.

**5.1** Si su sistema presenta una base vertical intente desmontar esta, empezando por la unión que existe entre esta y la base horizontal a la cual se

encuentra sujeta. Tenga mucho cuidado al desmontar de mantener las piezas bien sujetadas para evitar que estas se puedan caer y dañarse.

**Figura 20. Montaje Mecano Vertical**



**5.2** Desmonte si es el caso, las bases para chumaceras y de esa manera obtener el eje.

**Figura 21. Desmontaje de bases de Chumaceras**



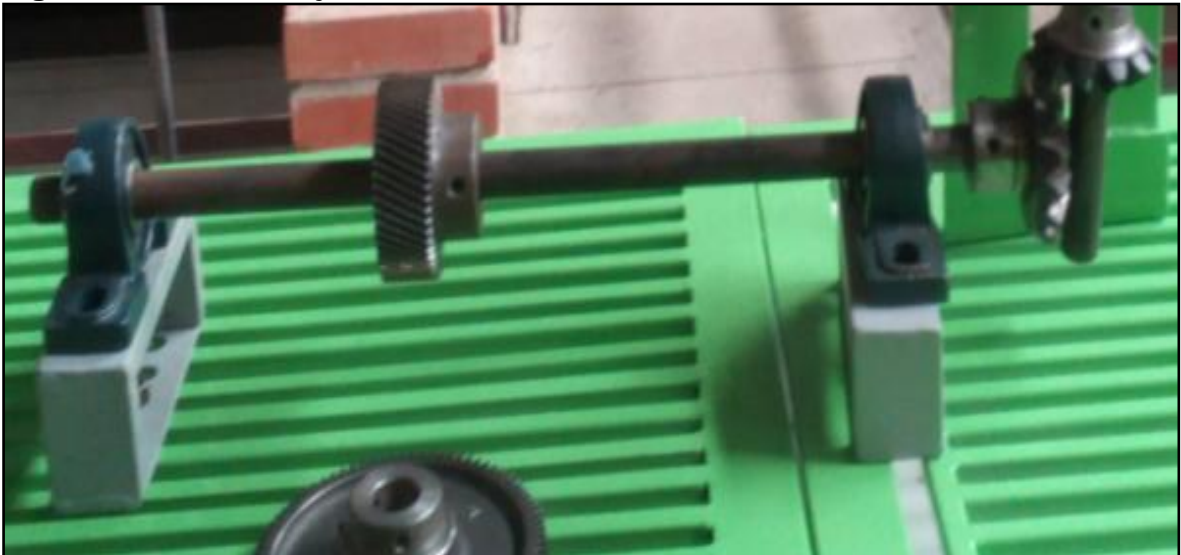
**5.3** Desmonte el eje de tal manera que vaya sacando pieza por pieza, en cierto orden independiente de la posición por la cual desee empezar.

**Figura 22. Desmontaje del eje**



**5.4** Desmonte las otras bases empezando por las bases para chumaceras, ejes y elementos al igual que el paso 5.3.

**Figura 23. Desmontaje de Bases**



**5.5** Proceda con el guardado de las piezas, si ya tomo medidas, en caso contrario, proceda con la toma de estas para resolver la plantilla de práctica.

## **ANEXO H**

### **MANUAL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL DIFERENCIAL**

# MANUAL MONTAJE Y DESMONTAJE DEL DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

DISEÑO GRAFICO

## CONTENIDO

1. NORMAS DE USO – BANCO DIFERENCIAL.....	3
2. COMPONENTES PRINCIPALES.....	4
3. HERRAMIENTAS NECESARIAS.....	4
4. PROCEDIMIENTO DE DESMONTAJE.....	6
5. PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.....	13

## **1. NORMAS DE USO BANCO DE PRACTICAS**

Para la realización de un excelente desempeño de los estudiantes en la práctica del laboratorio de diseño grafico, y a su vez darle un prolongado uso a los elementos que conforman el banco, se recomienda seguir con las siguientes indicaciones:

**1.1** Previo a la realización de la experiencia se debe leer la información correspondiente que se presenta en la página web asignada o como texto impreso en la fotocopidora la cual será asignada por el docente y a dada a conocer con anterioridad. Esta información es de vital importancia para el desarrollo de la experiencia.

**1.2** No utilice ni manipule ninguna herramienta externa, o adicionales a las que se brindan en el banco, dichas herramientas pueden no ser las correctas generando así averías y daños a los elementos o conjuntos de elementos que conforman el banco. Siempre usar herramientas en buenas condiciones, en cada trabajo utilice la herramienta adecuada, empléela para la función para la que fue diseñada, y luego de su utilización, coloque las herramientas en su lugar.

**1.3** Siga atentamente las instrucciones de despiece y ensamblado que se indican en este manual, para evitar complicaciones y pérdidas de tiempo adicionales.

**1.4** Si presenta alguna duda, inquietud u observación acerca de los implementos para el desarrollo de la práctica, por favor indicarlo al auxiliar respectivo en el menor tiempo posible. Por ejemplo:

- El conjunto se encuentra incompleto o en mal estado al momento de iniciar la experiencia.
- Las herramientas de medición y montaje no se encuentran en su totalidad.
- El banco presenta daños en alguna de sus partes.
- El no informar acerca de los daños existentes que puedan presentar el banco o elementos que lo conforman antes de iniciar la práctica, dichos daños posiblemente tendrá que asumirlos usted.

**1.5** Asegurar que el área de trabajo alrededor del banco didáctico, bien iluminada, ventilada, organizada; sin herramientas y piezas sueltas o en el suelo.

**1.6** Use zapatos cerrados, evite el uso de sandalias o zapatos con poca protección, el trabajar con elementos pesados puede causar una lesión si este se cae en un pie.

**1.7** Use ropa de trabajo adecuada, jamás realice las prácticas utilizando prendas sueltas o con partes que cuelguen, despójese de joyas y reloj mientras esté trabajando

**1.8** Algunos elementos utilizan aceites o lubricantes los cuales contienen sustancias altamente peligrosas que al entrar en contacto prolongado con la piel u ojos podría causar graves daños, en caso de llegar a entrar en contacto con los ojos lávelos con abundante agua.

**1.9** Por su salud y seguridad, nunca fume, coma o beba en el interior del laboratorio.

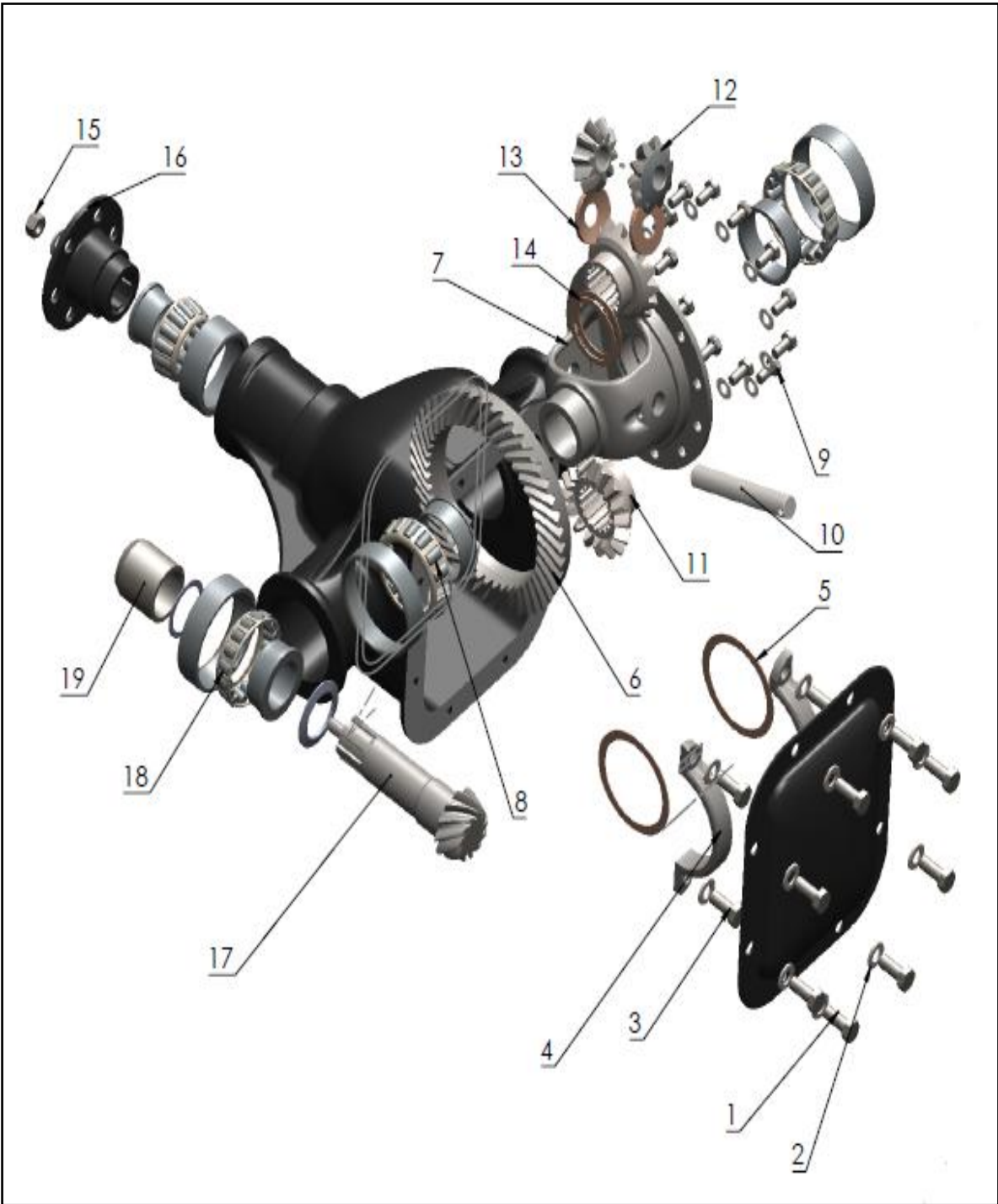
En caso de emergencia en primer lugar guardar la calma y luego atender en todo momento las instrucciones del docente a cargo que indicará como proceder.

### **Nota Importante**

Antes de iniciar con el proceso de desmontaje del diferencial, se recomienda al estudiante, realizar una lista con el propósito de mantener un orden en los elementos que va desmontando y de esta manera tener un control de los elementos desmontados el cual posteriormente le servirá para el proceso de montaje.

2. COMPONENTES PRINCIPALES.

Figura 4. Vista explosionada del Diferencial



<b>Número componente</b>	<b>Nombre componente</b>
1	Tornillos de tapa
2	Arandelas de tapa
3	Tornillos de bancada
4	Bancada
5	Anillos de bancada
6	Corona
7	Porta diferencial
8	Rodamientos del diferencial
9	Tornillos del porta diferencial
10	Eje engranaje piñón diferencial
11	Planetarios
12	Satélites
13	Arandelas de empuje de satélite
14	Arandelas de empuje del planetario
15	Tuerca
16	Acople caja
17	Piñón de ataque
18	Rodamiento del piñón de ataque
19	Acoplamiento

### 3. HERRAMIENTAS NECESARIAS

Tornillos y tuercas de sujeción

Figura 2 Tornillos Tuercas y Arandelas



Fuente: <http://www.sunnysteel.com/>

Elemento mecánico cilíndrico con una cabeza, para este caso hexagonal, el cual es utilizado para la fijación temporal de unas piezas con otras, dotado de una caña roscada, para el caso del diferencial permite la sujeción temporal de la bancada del porta corona, y la corona en sí, las cuales van apretada con su respectiva llave, 17 y 14 respectivamente.

### Llave de apriete

**Figura 3 Llaves de Apriete**



**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Llave\\_\(herramienta\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Llave_(herramienta))

Las llaves de apriete mostrados en la figura son herramientas utilizadas para el ajuste o desarme de elementos acoplados con tornillos o tuercas, las cuales son de cabeza hexagonal, para nuestro diferencial las usamos para desmontar los tornillos ubicados en la bancada y en el porta corona.

### Destornillador plano

**Figura 4. Destornillador plano**



**Fuente:** [www.vicma.es](http://www.vicma.es)

Es una herramienta que se utiliza para apretar y aflojar tornillos y otros elementos de maquinas que requieren poca fuerza de apriete y que generalmente son de diámetro pequeño. En el diferencial son usados con el propósito de retirar los pasadores ubicados en el porta diferencial, y a su vez para retirar el eje engranaje piñón diferencial. En ambos casos es usado como un elemento de punzón.

#### **4.0 Procedimiento de desmontaje**

**4.1** Remueva los cuatro tornillos de las bancadas del porta corona. Utilice una llave de apriete numero diecisiete (17).

**Figura 5. Remoción tornillos de la bancada**



**4.2** Desmonte las dos bancadas.

**Figura 6.Desmontaje de las bancadas**



Tenga bastante cuidado de no dejar que la carcasa porta corona no se caiga, para ello es recomendable mantenerla siempre sujeta. Ver figura 7.

**Figura 7 Porta corona**



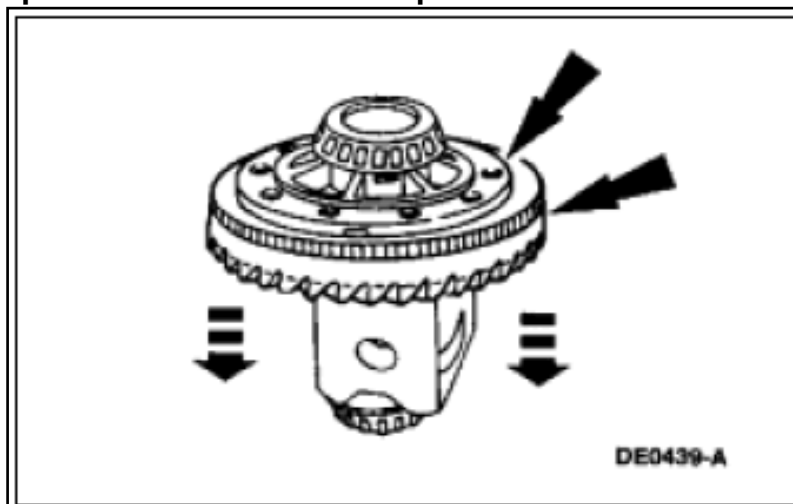
**4.3** Desmonte los tornillos de la corona. Utilice para ello una llave de apriete numero catorce (14).

**Figura 8. Desmontaje tornillos de la corona**



Si observa que al retirar los tornillos no se ha separado la corona del porta corona y la caja del diferencial, intente girarlo muy leve entre si su separación debe darse como se muestra en la flechas de la figura 9.

**Figura 9. Separación de la corona del porta corona**



**Fuente:** [http://www.itrix.com.ar/Portfolio/web/Ford/taller/g2/titulos/nivel\\_marcados/archivos/1/ra\\_g2\\_1\\_105\\_a.html](http://www.itrix.com.ar/Portfolio/web/Ford/taller/g2/titulos/nivel_marcados/archivos/1/ra_g2_1_105_a.html)

**4.4** Separe los elementos corona, porta corona y caja diferencial. De este último ya podemos observar los engranajes que conforman la caja se observa que fácilmente que un planetario queda libre.

**Figura 10 Corona**



**Figura 11. Caja diferencial**



4.5 Con ayuda de un destornillador plano hacemos una leve presión para retirar los pasadores que mantienen unidos a los satélites.

**Figura 12. Remoción de pasadores**



**Figura 13 Pasador**



**4.6** Desmontamos el pasador mayor con ayuda del destornillador plano. Podremos observar que queda completo el despiece de nuestra caja diferencial con sus elementos, arandelas de apoyo, satélites, planetarios y pasadores.

**Figura 14 Pasador**



**Figura 15 Desmontaje caja diferencial y corona**



**4.7** Para el desmontaje del piñón de ataque mantenemos bloqueado el eje del piñón y procedemos a soltar la tuerca que mantiene unida al piñón con su respectiva llave.

**Figura 16 Desmontaje piñón de ataque**



**Fuente:** <http://html.rincondelvago.com/montaje-y-ajuste-del-diferencial.html>

**4.8** Luego de retirar la tuerca es probable que necesitemos de un ligero golpe en el lugar de su extracción que empuje hacia adentro del Cáster para movilizar el piñón de ataque.

**Figura 17 Extracción del piñón de ataque**



**4.9** Se desmonta entonces los elementos: piñón de ataque, cojinete de rodillos cónicos, cazoleta del cojinete o capa, tuerca, y el acoplamiento del piñón corona.

**Figura 18. Desmontaje piñón de ataque**



## **5.0 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE**

Para el montaje es necesario ensamblar siempre los elementos desmontados en el orden en el que se extrajeron, es decir, lo último que se extrajo sería por el cual empezar

### **5.1 Montaje del piñón de ataque**

**Figura 19. Montaje piñón de ataque**



**5.2** Ensamble de la caja diferencial. Colocamos primero el planetario (1), la cruceta, y los cuatro (4) satélites con sus respectivas arandelas de empuje. Utilizando un punzón de pasadores y un martillo, insertamos los pasadores a través de la caja del diferencial y el orificio del eje de los piñones.

**Figura 20 Montaje Caja diferencial**



**Figura 21. Inserción de pasadores**



**5.3** Unimos los elementos corona, porta corona y caja diferencial. De esta manera procedemos a fijar entonces los tornillos de la corona

**Figura 22. Unión corona, porta corona y caja diferencial**



**5.4** Montamos sobre el cárter el conjunto caja diferencial y lo sostenemos evitando que se nos caiga y procedemos entonces a el montaje de las dos bancadas y los espaciadores respectivos, insertando sin apretar los tornillos.

**Figura 23. Montaje conjunto caja diferencial**






**5.5** Procedemos con el apriete de los tornillos de la bancada y de esta manera tenemos nuestro conjunto nuevamente ensamblado.

**Figura 24. Apriete de bancadas**



**ANEXO I**  
**PLANTILLA DE PRACTICA MECANO**

	<b>PRACTICA DE ENGRANAJES - MECANO</b>		  CONSTRUIMOS FUTURO
	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER          ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA          DISEÑO GRAFICO</b>		
Nombre	Código	Firma	Fecha:
			Reviso:
<b>INTRODUCCION</b>			
<p>Mediante la utilización de un mecano, se busca continuar con la aplicación grafica de los engranajes, se complementan con dibujos de detalle, de taller y acotaciones de algunos elementos que conforman el sistema. Finalmente se pretende mostrar la aplicación que tienen los engranajes al interactuar entre si, visto como un conjunto mecanico.</p>			
<b><u>OBJETIVOS</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Identificar los diferentes tipos de parámetros que existen sobre engranajes para la representación y dimensionamiento de los elementos aplicando las normas respectivas.</li> <li>❖ Analizar, plantear tareas, entender dibujos, montar, ajustar, calibrar, comprobar y realizar cálculos con base en el muestrario de engranajes existentes en el banco de prácticas.</li> <li>❖ Aplicar en la práctica de engranajes los conocimientos básicos de medición con instrumentos en el laboratorio.</li> <li>❖ Reconocer e identificar los distintos tipos de engranajes que se fabrican y usan en la industria, así como su aplicación al área de ingeniería.</li> </ul>		
<b>DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</b>			
<p>I. Con base en la lectura del manual conceptual de engranajes: teoría y clasificación resuelva las siguientes preguntas:</p> <p>1. Explique con sus propias palabras, en los engranajes ¿Cómo se produce la transmisión de movimiento?</p>			

2. Para transmitir el movimiento entre ejes paralelos se usan: \_\_\_\_\_

3. En ocasiones es preciso contar con un sistema de engranajes con ejes Perpendiculares. En estos casos, pueden utilizarse los llamados \_\_\_\_\_, en los que los dientes están recortados sobre un cono, en vez de sobre un cilindro y el sistema \_\_\_\_\_

4. No es una función de los engranajes

- a) Transmitir movimiento de giro con precisión entre ejes cercanos.
- b) Transmitir movimiento circular entre dos ejes situados a cierta distancia por medio de una correa.
- c) Transmitir una rotación entre dos ejes con una rotación de velocidades angulares constante
- d) Transmitir movimiento alternativo en giratorio y viceversa.

5. ¿A que se le denomina tren de engranajes?

6. Para transmitir movimiento entre ejes paralelos utilizaremos

- a) engranajes helicoidales
- b) un tren de engranajes
- c) un engranaje espina de pescado
- d) un engranaje recto

7.Cuál de los siguientes dibujos representa un engranaje con rueda cónica y dentado en espiral

a.



b.



c.



d.

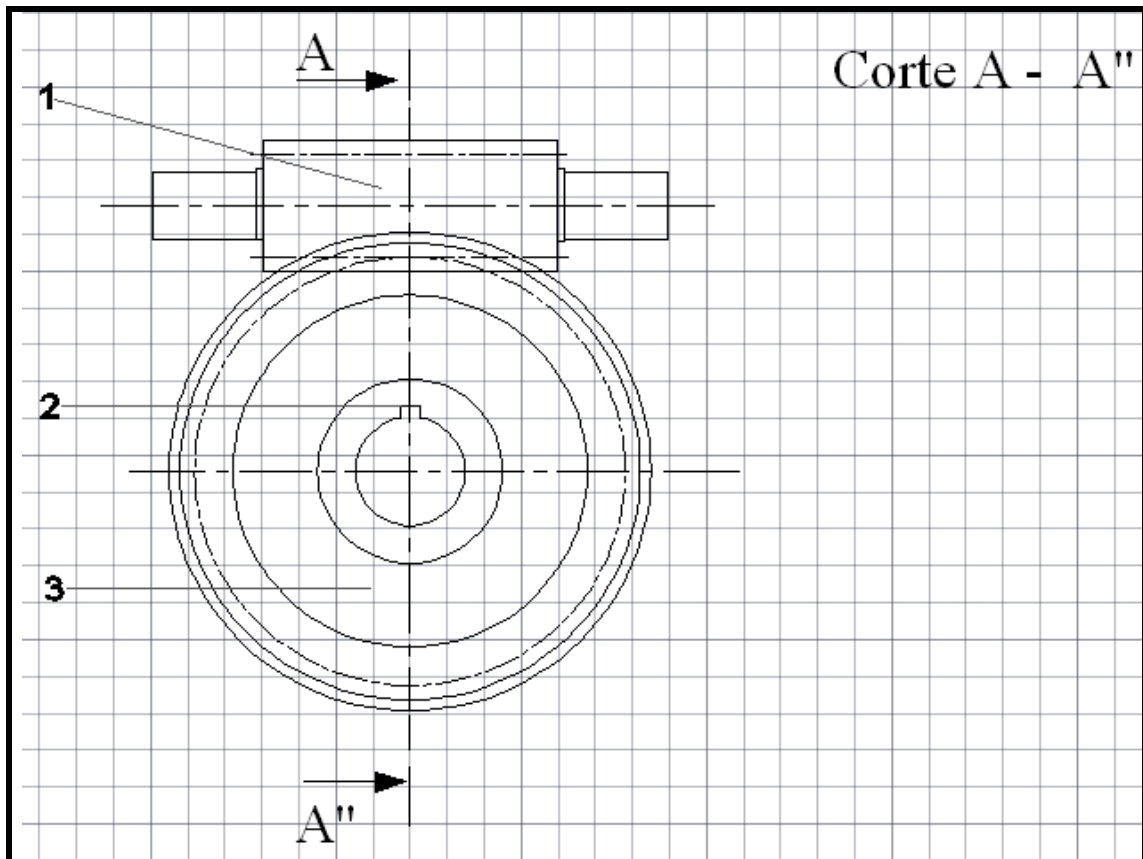


8. Cuáles son los parámetros fundamentales para definir un engranaje o rueda dentada.







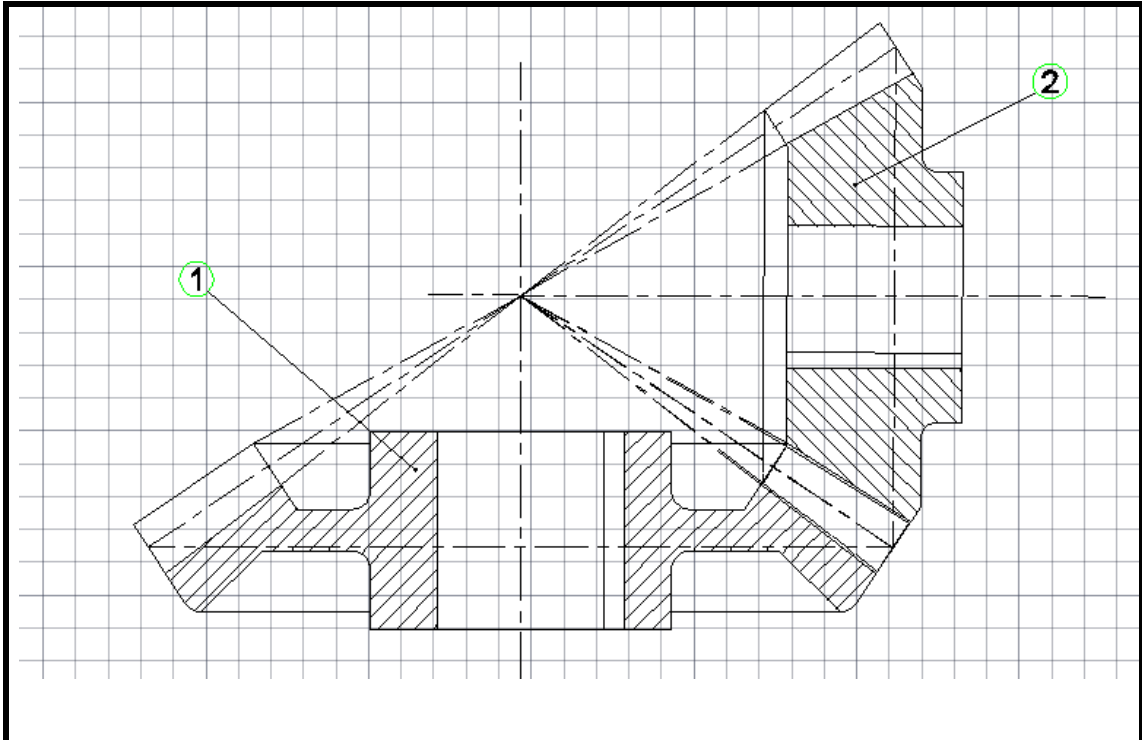


RUEDA	
MÓDULO	
NUMERO DE DIENTES	
PASO	
DIAMETRO PRIMITIVO	
DIAMETRO EXTERIOR	
ANCHO DE LA RUEDA	

TORNILLO SINFIN	
MÓDULO	
NUMERO DE ENTRADAS	
PASO	
DIAMETRO PRIMITIVO	
DIAMETRO EXTERIOR	
ALTURA	
LONGITUD DE LA PARTE ROSCADA	

b) La siguiente imagen mostrada corresponde a un engranaje conico de taller, para esta imagen realice las acotaciones correspondientes sabiendo que:

1. Rueda.
2. Piñón.



IV. Finalmente realice las observaciones y conclusiones acerca de la practica

OBSERVACIONES

---

---

---

---

---

---

---

---

CONCLUSIONES

---

---

---

---



---

---

---

---

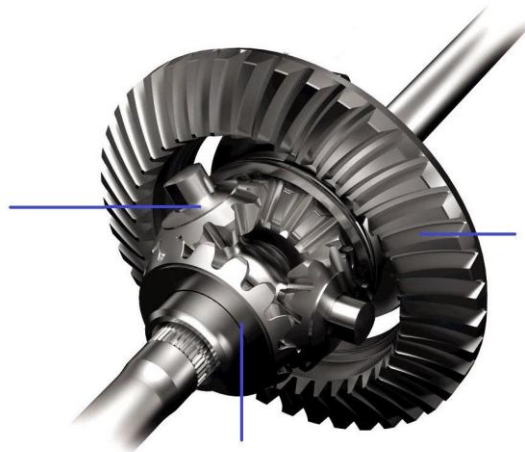
**ANEXO J**  
**PLANTILLA DE PRACTICAS EL DIFERENCIAL**

	<b>PRACTICA DE ENGRANAJES – EL DIFERENCIAL</b>		 Universidad Industrial de Santander <b>CONSTRUIAMOS FUTURO</b>
	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER          ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA          DISEÑO GRAFICO</b>		
Nombre	Código	Firma	Fecha:
			Reviso:
<b>INTRODUCCION</b>			
<p>Mediante la utilización de un diferencial, se pretende que el estudiante continúe con la representación, acotado y conjunto de los engranajes. De la misma manera la importancia de estos en un medio muy usado por nosotros como es el automóvil.</p>			
<b><u>OBJETIVOS</u></b>	❖ identificar, clasificar y dibujar los engranajes que conforman este tipo especial de Mecanismo, además es importante que reconozcan y comprendan su aplicación en el campo automotriz.		
<b>DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</b>			
<p>I. Con base en la información suministrada del manual conceptual del diferencial, realce lo siguiente</p> <p>1.Responda las siguientes preguntas</p> <p>a. ¿Cuál es la función del mecanismo diferencial en un vehículo?</p> <p>b. ¿En una trayectoria curva que acción realiza el mecanismo diferencial?</p> <p>c. ¿Cuáles son las diferencias de funcionamiento entre un diferencial abierto y un autoblocante?</p>			

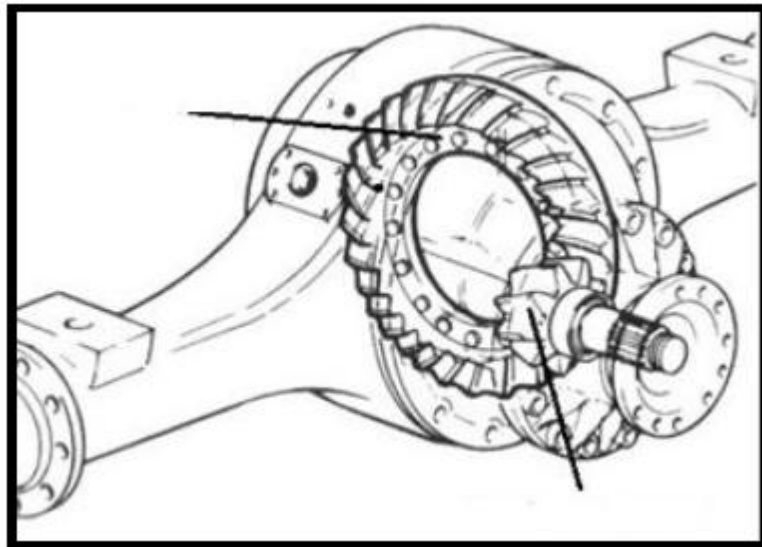
d. ¿En qué consiste el diferencial tipo Torsen?

e. ¿De acuerdo a la disposición de los engranajes cuantos tipos de grupos cónicos existen?

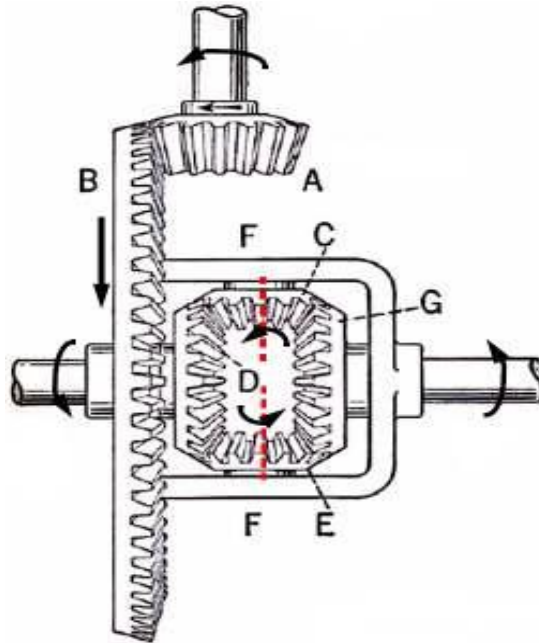
2. En la siguiente imagen indicar los componentes del diferencial.



3. Con base en la imagen a continuación, Identifique los elementos que conformen el grupo cónico.



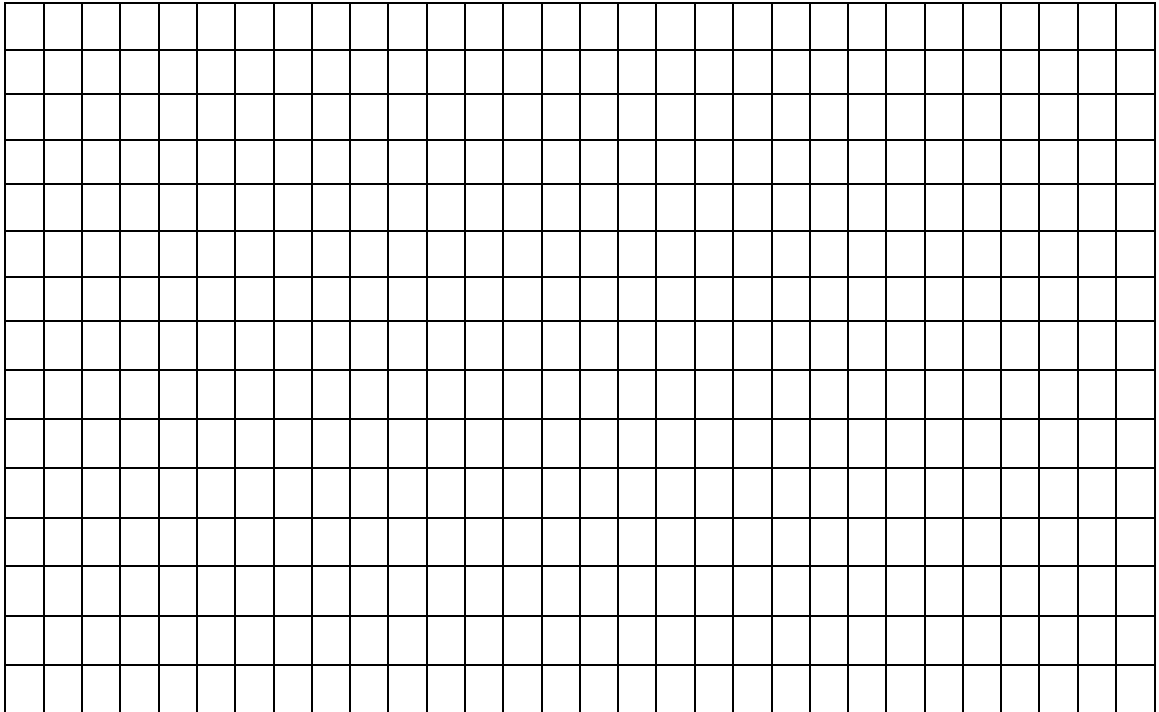
II) Con base en el manual de procedimiento de Montaje y Desmontaje del Diferencial, realice un despiece. Consigne los datos correspondientes a la tabla. Tenga en cuenta la imagen mostrada a continuación.



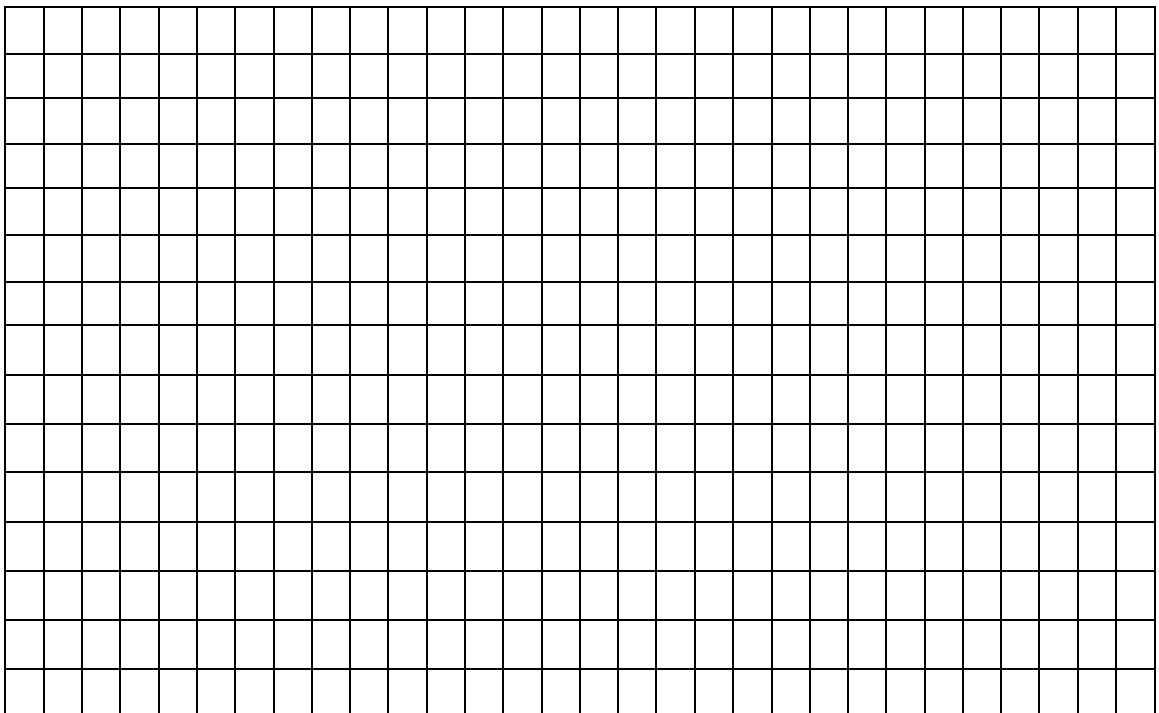
Letra del elemento	Nombre del elemento	Descripción	Numero de dientes

III. Realice una representación gráfica de los siguientes elementos del diferencial y exprese los parámetros fundamentales más importantes.

**CORONA**



**PLANETARIOS**





**VI.** Finalmente realice las observaciones y conclusiones acerca de la practica

**OBSERVACIONES**

---

---

---

---

---

---

---

**CONCLUSIONES**

---

---

---

---



---

---

---

**ANEXO K**

**PLANTILLA DE PRACTICA VERIFICACION DE ENGRANAJES**

	<b>PRACTICA DE ENGRANAJES – VERIFICACION DE ENGRANAJES</b>		 Universidad Industrial de Santander CONSTRUIMOS FUTURO
	<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER          ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA          DISEÑO GRAFICO</b>		
Nombre	Código	Firma	Fecha:
			Reviso:
<p><b>INTRODUCCION:</b> la verificación de engranajes consiste en poder controlar los distintos parámetros que lo definen. Las verificaciones más comúnmente practicadas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El perfil de los dientes</li> <li>• El espesor</li> <li>• Intervalo</li> <li>• División</li> <li>• Excentricidad</li> <li>• Distorsión</li> </ul>			
<b><u>OBJETIVOS</u></b>	❖ Se pretende que el alumno consiga realizar la verificación de engranajes rectos y helicoidales utilizando como aparatos de medida; como son el calibrador pie de rey, y el micrómetro de platillos para medir engranajes.		
<b>DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</b>			
<p><b>VERIFICACIÓN DE ENGRANAJES CON CALIBRADOR PIE DE REY Y MICROMETRO DE PLATILLOS.</b></p> <p>a) Se procederá al cálculo del módulo del engranaje mediante la aplicación de la siguiente fórmula:</p> $m = \frac{D_e}{z + 2}$ <p>Donde: <math>D_e</math> = diámetro exterior    <math>z</math> = número de dientes</p> <p>El valor del diámetro exterior se obtiene directamente utilizando un calibre normal.</p> <p>b) Se comprobará que se trata de un módulo normalizado (Anexo I).</p> <p>c) A continuación y teniendo en cuenta el ángulo de presión se verificara el valor del módulo obtenido anteriormente con el de la siguiente fórmula:</p>			

Para  $\alpha = 14^\circ 30'$  simplificada

$$K = M[(3.04280 \times Y) + 1.5218 + (0.00514 \times N)]$$

Para  $\alpha = 15^\circ$  simplificada:

$$K = M[(3.03455 \times Y) + 1.5177 + (0.00594 \times N)]$$

Para  $\alpha = 20^\circ$  simplificada:

$$K = M[(2.952 \times Y) + 1.476 + (0.014 \times N)]$$

Para cualquier ángulo de presión:

$$K = M \left[ \pi \left( Y + \frac{1}{2} \right) \cos \alpha + N \cos \alpha (\tan \alpha - \alpha_1) \right]$$

Siendo:  $M$  = módulo  $Y$  = número de espacios  $N$  = número de dientes  
 $\alpha$  = ángulo de presión  $\alpha_1$  = ángulo de presión en radianes.

**Dientes rectos**

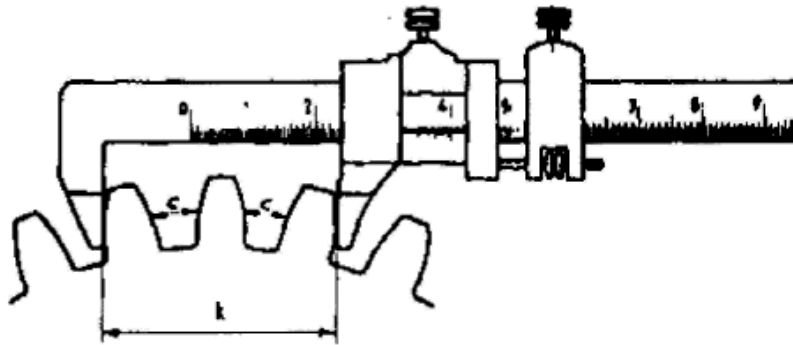


Figura 5

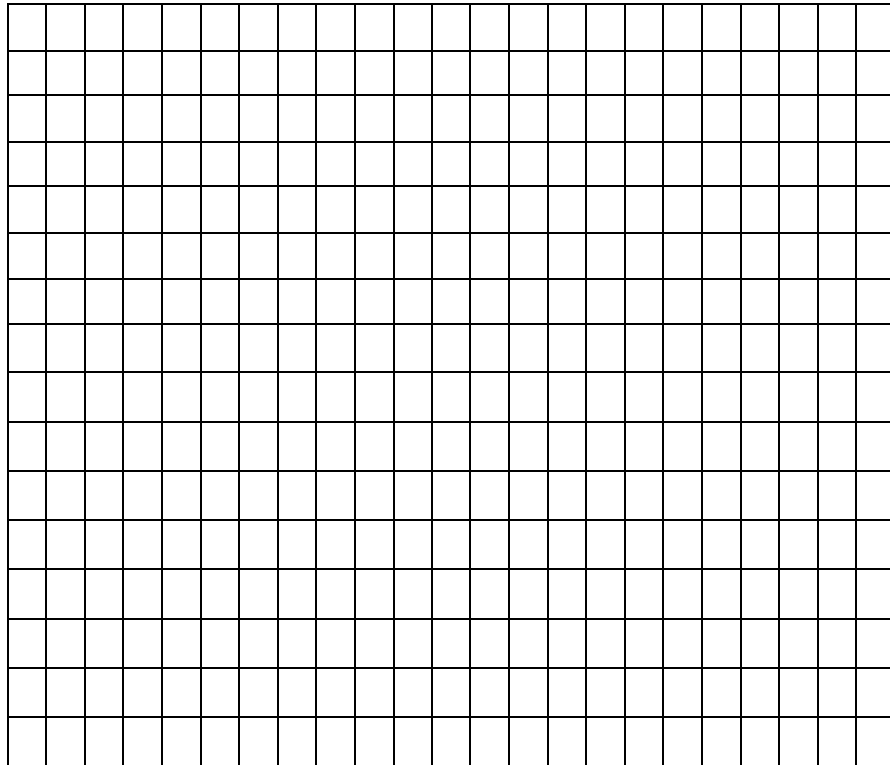
El valor del número de espacios  $C$  utilizado para la medición de  $K$  se obtiene de la siguiente tabla:

NÚMERO DE ESPACIOS C	ÁNGULO DE PRESIÓN				
	14° 30'	17°	20°	22° 30'	25°
	NUMERO DE DIENTES DE ENGRANAJE				
1	12 = 25	12 = 21	12 = 18	12 = 16	12 = 14
2	26 = 37	22 = 32	19 = 27	17 = 24	15 = 21
3	38 = 50	33 = 42	28 = 36	25 = 32	22 = 29
4	51 = 62	43 = 53	37 = 45	33 = 40	30 = 35
5	63 = 75	54 = 64	46 = 54	41 = 48	37 = 43
6	76 = 87	65 = 74	55 = 63	49 = 56	44 = 51
7	88 = 100	75 = 85	64 = 72	57 = 64	52 = 58
8		86 = 96	73 = 81	65 = 72	59 = 65

Tabla 4



ENGRANAJE CILINDRICO RECTO 2



Módulo, ( $m$ ) =

Paso, ( $p$ ) =

Espesor diente, ( $e$ ) =

Espacio entre dientes, ( $c$ ) =

Profundidad del diente, ( $h$ ) =

Altura de cabeza, ( $h_c$ ) =

Altura de pie, ( $h_p$ ) =

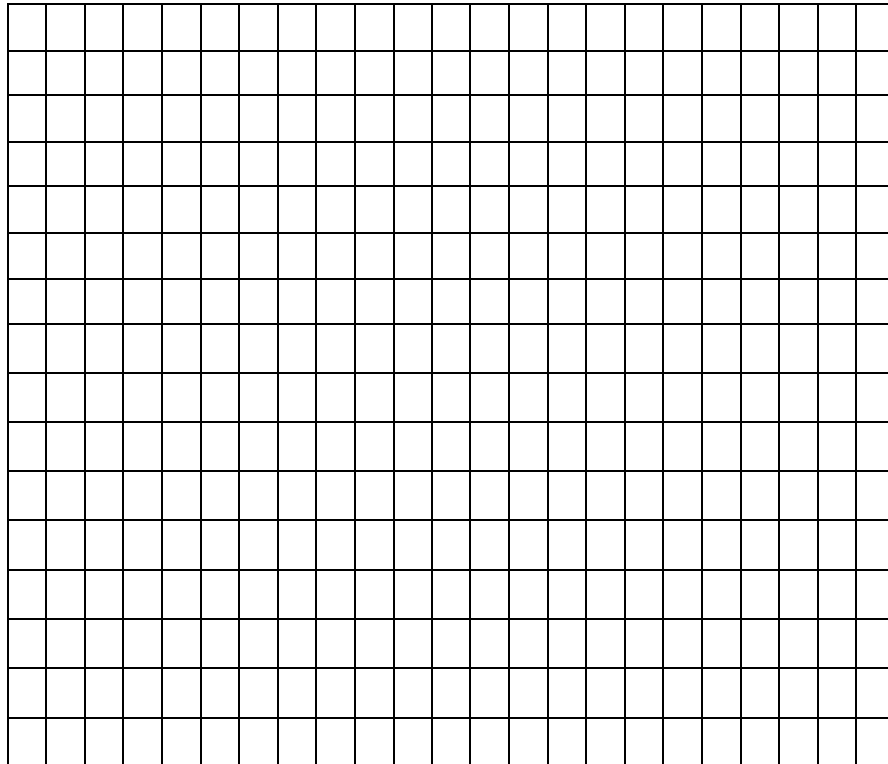
Diámetro primitivo, ( $D_p$ ) =

Diámetro de cabeza, ( $D_c$ ) =

Diámetro de base, ( $D_b$ ) =

Número de dientes, ( $z$ ) =

## ENGRANAJE CILINDRICO HELICOIDAL



Módulo aparente ( $ma = Dp / z$ ) =

Módulo real, ( $mr = ma \cos \beta$ ) =

Paso aparente, ( $pa = \pi Dp / z$ ) =

Paso real, ( $pr = pa \cos \beta$ ) =

Espesor diente, ( $e$ ) =

Espacio entre dientes, ( $c$ ) =

Profundidad del diente, ( $h$ ) =

Altura de cabeza, ( $hc = mr$ ) =

Altura de pie, ( $hp$ ) =

Diámetro primitivo, ( $Dp$ ) =

Diámetro de cabeza, ( $Dc$ ) =

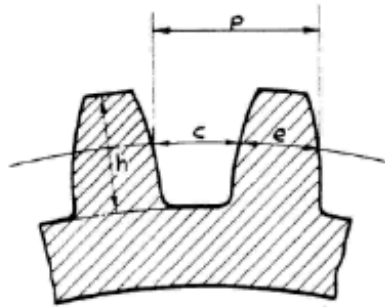
Diámetro de base, ( $Db$ ) =

Número de dientes, ( $z$ ) =

Ángulo de presión, ( $\alpha$ ) =

Ángulo de inclinación, ( $\beta$ ) =

## ANEXO 1



### Dimensiones del diente en los pasos normales del módulo

Módulo. . . . .	<b>1</b>	<b>1,25</b>	<b>1,5</b>	<b>1,75</b>	<b>2</b>	<b>2,25</b>	<b>2,5</b>	<b>2,75</b>	<b>3</b>	<b>3,25</b>
Paso. . . . . mm.	3,14	3,93	4,71	5,5	6,28	7,07	7,85	8,64	9,42	10,21
Espacio entre dientes. »	1,57	1,97	2,36	2,75	3,14	3,54	3,93	4,32	4,71	5,11
Espesor del diente. . »	2,17	2,71	3,25	3,79	4,33	4,87	5,42	5,96	6,5	7,04
<hr/>										
Módulo. . . . .	<b>3,5</b>	<b>3,75</b>	<b>4</b>	<b>4,25</b>	<b>4,5</b>	<b>4,75</b>	<b>5</b>	<b>5,25</b>	<b>5,5</b>	<b>5,75</b>
Peso. . . . . mm.	11	11,78	12,56	13,35	14,13	14,92	15,70	16,49	17,28	18,06
Espacio entre dientes. »	5,5	5,89	6,29	6,68	7,07	7,46	7,86	8,25	8,64	9,03
Espesor del diente. . »	7,58	8,13	8,67	9,21	9,75	10,29	10,83	11,38	11,92	12,46
<hr/>										
Módulo. . . . .	<b>6</b>	<b>6,25</b>	<b>6,5</b>	<b>7</b>	<b>7,5</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Paso. . . . . mm.	18,84	19,64	20,42	21,99	23,56	25,13	28,27	31,42	34,56	37,7
Espacio entre dientes. »	9,43	9,82	10,21	11	11,78	12,57	14,14	15,71	17,28	18,85
Espesor del diente. . »	13	13,54	14,08	15,17	16,25	17,32	19,5	21,67	23,83	26
<hr/>										
Módulo. . . . .	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>
Paso. . . . . mm.	40,84	43,98	47,12	50,27	53,41	56,55	59,69	62,83	65,97	69,12
Espacio entre dientes. »	20,42	21,99	23,56	25,13	26,70	28,27	29,85	31,42	32,98	34,56
Espesor del diente. . »	28,17	30,33	32,5	34,67	36,83	39	41,17	43,33	45,5	47,67
<hr/>										
Módulo. . . . .	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>50</b>		
Paso. . . . . mm.	78,54	87,96	94,25	100,53	109,96	109,38	125,66	157,08		
Espesor del diente. . »	39,27	43,98	47,12	50,26	54,98	59,69	62,83	78,54		
Profundidad del diente. »	53,9	60,4	64,7	69	75,5	81,9	86,3	107,8		

Finalmente realice las observaciones y conclusiones acerca de la practica

**OBSERVACIONES**

---

---

---

---

---

---

---

**CONCLUSIONES**

---

---

---

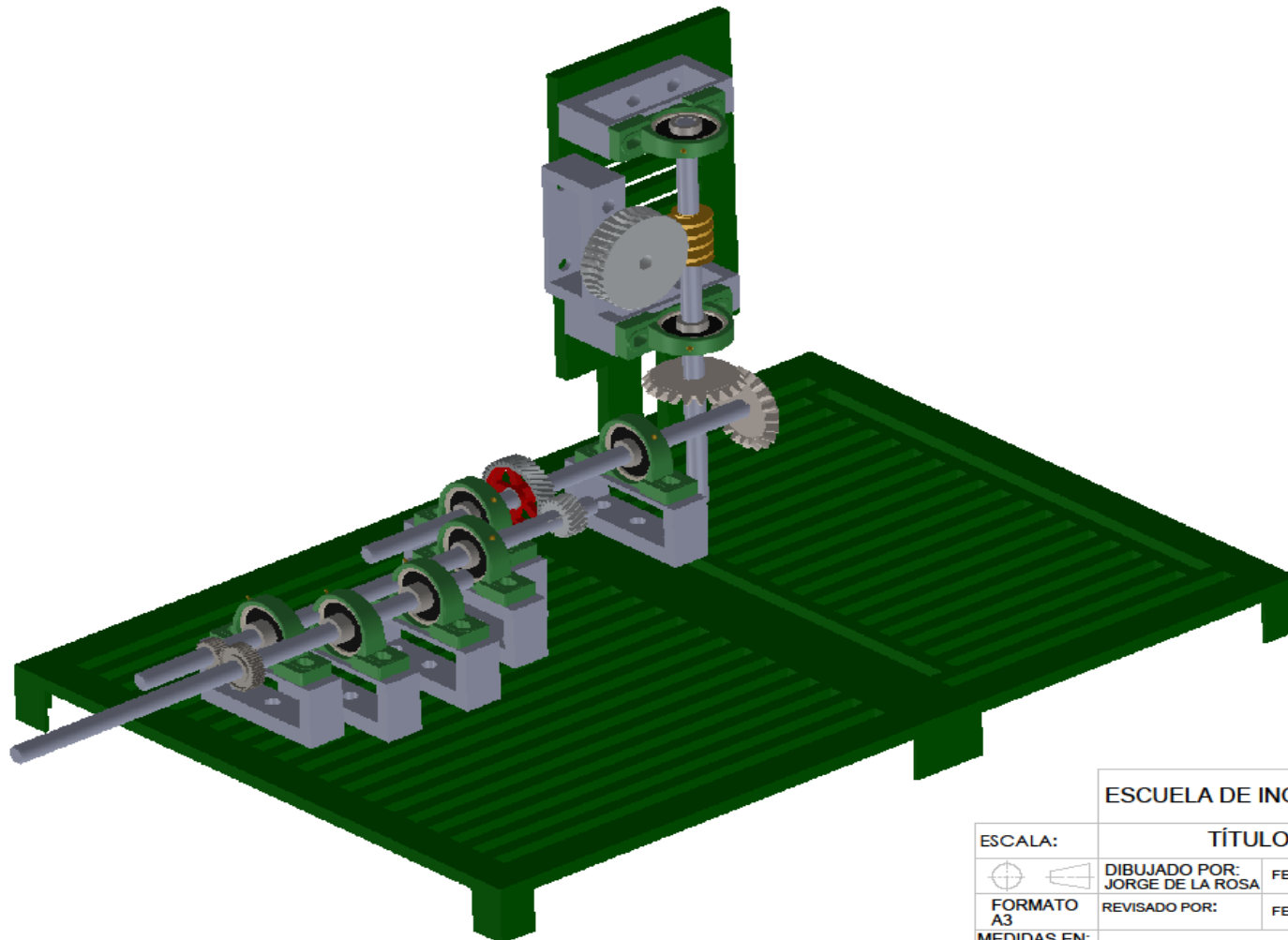
---

---

---

---

**ANEXO L**  
**PLANOS**



ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA:

TÍTULO DEL DIBUJO



DIBUJADO POR:  
JORGE DE LA ROSA

FECHA DIBUJO

PIEZA N° X

FORMATO  
A3

REVISADO POR:

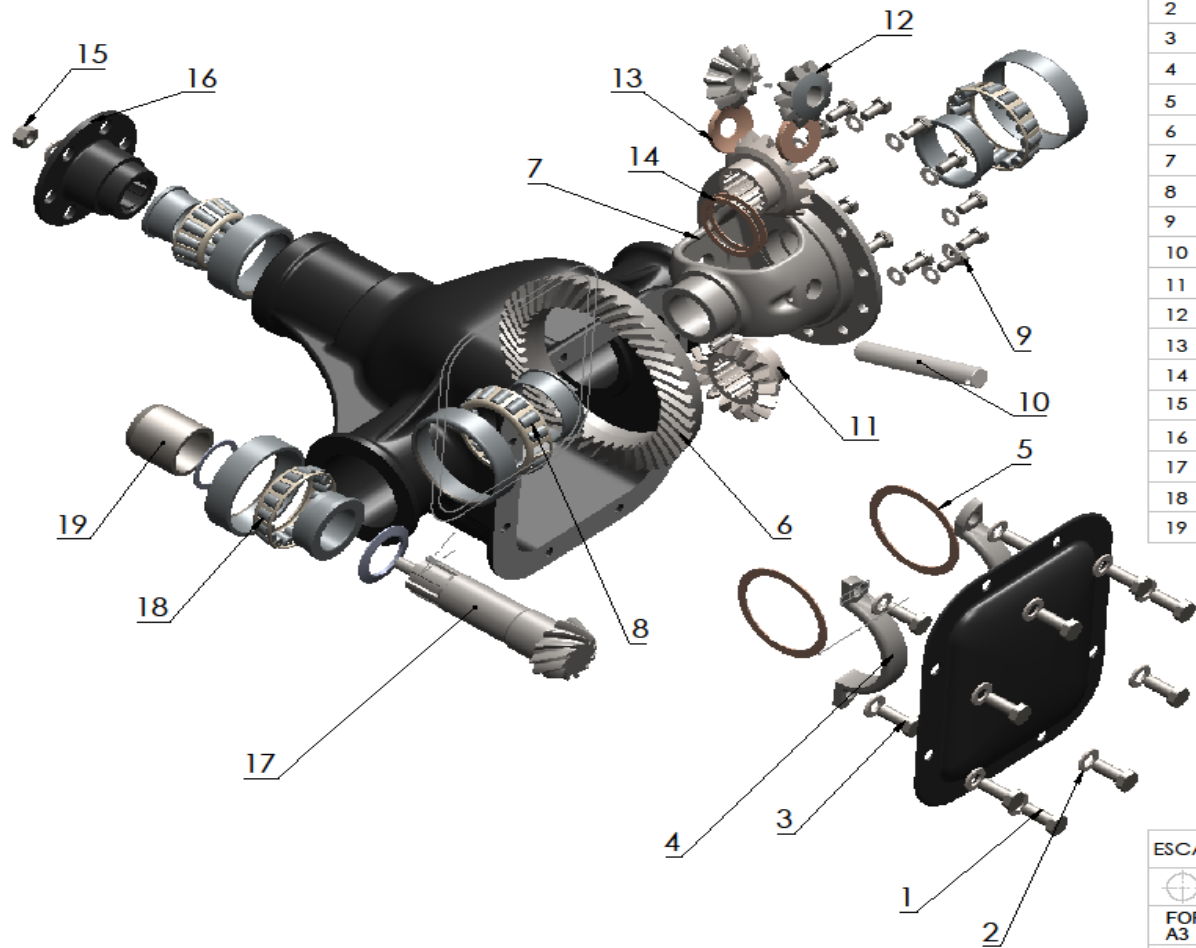
FECHA REVISO

HOJA N° 1/2

MEDIDAS EN:  
mm

MATERIAL:

PL N°: 01-02-02



Nº	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	Tornillos de Tapa	8
2	Arandelas de Tapa	8
3	Tornillos de Bancada	4
4	Bancada	2
5	Anillos de Bancada	2
6	Corona	1
7	Portadiferencial	1
8	Rodamientos del Diferencial	2
9	Tornillos del Portadiferencial	12
10	Eje engranaje piñón diferencial	1
11	Planetarios	2
12	Satélites	2
13	Arandelas de empuje de satélite	2
14	Arandelas de empuje del planetario	2
15	Tuerca	1
16	Acople caja	1
17	Piñón de ataque	1
18	Rodamiento del piñón de ataque	1
19	Acoplamiento	1

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

ESCALA:



FORMATO  
A3

MEDIDAS EN:  
XXXXX

TÍTULO DEL DIBUJO

DIBUJADO POR:  
JORGE DE LA ROSA

FECHA DIBUJO

PIEZA Nº X

REVISADO POR:

FECHA REVISO

HOJA Nº X/X

MATERIAL:

PL Nº: XX-XX-XX

