



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“REHABILITACIÓN DEL TALADRO RADIAL EN EL
TALLER BÁSICO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA
APLICANDO LA TECNOLOGÍA CAD/CAM”.**

JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2015-11-05

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA

Titulado:

**“REHABILITACIÓN DEL TALADRO RADIAL EN EL TALLER BÁSICO DE
LA FACULTAD DE MECÁNICA APLICANDO LA TECNOLOGÍA CAD/CAM”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ángel Guamán Mendoza
DIRECTOR

Ing. Carlos Álvarez Pacheco
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA

TÍTULO DE LA TESIS: “REHABILITACIÓN DEL TALADRO RADIAL EN EL TALLER BÁSICO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA APLICANDO LA TECNOLOGÍA CAD/CAM”

Fecha de Examinación: 2016-11-09

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Almendariz Puente. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Guamán Mendoza DIRECTOR			
Ing. Carlos Álvarez Pacheco ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Almendariz Puente.
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos–científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Juan Carlos Muyulema Allaica

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Juan Carlos Muyulema Allaica, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Juan Carlos Muyulema Allaica

Cédula de Identidad: 060393245-0

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a toda mi familia en especial a mis padres por estar a mi lado y darme su apoyo incondicional por su ejemplo de perseverancia, por haber fomentado en mí el deseo de progreso y el anhelo de triunfo en la vida porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega gracia a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsando en los momentos más dificultosos de mi carrera, y el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo transitar hasta el final.

Gracias padre y madre por confiar en mí.

También gratifico a todas y todos quienes de una u otra forma han colaborado para el logro de este Trabajo de Grado, agradezco de forma sincera su apreciable contribución.

Juan Carlos Muyulema Allaica

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme escoltado y guiado a lo largo de esta carrera por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad. A mis padres Edgar Muyulema Jarrin y Zoila Allaica Yungan por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien por ser un excelente ejemplo de vida. A mis hermanos Freddy, Carina, Gabriela. No puedo dejar pasar esta oportunidad sin decirles que les amo y gracias.

Deseo del mismo modo expresar mi agradecimiento a mi Director Ing. Ángel Guamán Mendoza y a mi Asesor Ing. Carlos Álvarez Pacheco por la confianza apoyo y dedicación de tiempo por haber compartido conmigo sus conocimientos sobre todo su amistad.

Juan Carlos Muyulema Allaica

CONTENIDO

Pág.

1.	MARCO REFERENCIAL	
1.1	Tema	1
1.2	Antecedentes.....	1
1.3	Planteamiento del problema	2
1.3.1	<i>Formulación del problema</i>	3
1.3.2	<i>Delimitación del problema</i>	3
1.4	Justificación	3
1.4.1	<i>Justificación teórica</i>	3
1.4.2	<i>Justificación metodológica</i>	4
1.4.3	<i>Justificación práctica</i>	5
1.5	Objetivos.....	5
1.5.1	<i>Objetivo general</i>	5
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	5
2	MARCO TEÓRICO	
2.1	Desarrollo histórico del CAD/CAM.....	6
2.2	CAD/CAM en el proceso de diseño y fabricación	8
2.3	Componentes del CAD/CAM.....	10
2.4	El CAD/CAM desde el punto de vista industrial.	12
2.5	Situación actual y perspectivas.....	13
2.5.1	<i>Mecánica</i>	14
2.5.2	<i>Arquitectura e ingeniería civil</i>	15
2.5.3	<i>Sistemas de información geográfica y cartografía</i>	15
2.5.4	<i>Ingeniería eléctrica y electrónica</i>	16
2.6	El CNC y CAD/CAM aplicado a procesos de producción.....	16
2.7	Relación CAD/CAM	17
2.8	Sistemas CNC (Control numérico por computadora)	18
2.9	Relación CNC – CAD/CAM.....	18
2.9.1	<i>Ventajas y desventajas del CNC</i>	19
2.9.2	<i>Elementos básicos de una máquina – herramienta CNC</i>	19
2.9.3	<i>Lenguaje de programación CNC</i>	21

2.9.4	<i>Programación de CNC con códigos G y M</i>	21
2.9.5	<i>CNC en el Ecuador</i>	22
2.10	Taladradora Radial	23
2.10.1	<i>Componentes básicos de un taladro radial</i>	23
2.11	Parámetros de diseño	24
2.12	Variables de diseño.....	244
2.12.1	<i>Diseño de la pieza</i>	26
2.12.2	<i>Construcción de la pieza</i>	26
2.12.3	<i>Pruebas y funcionamiento</i>	26
3.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER BÁSICO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA	
3.1	Antecedentes.....	27
3.1.1	<i>Estructura general organizacional de la institución</i>	29
3.1.2	<i>Base Legal</i>	29
3.2	Diagnóstico las condiciones actuales de la Facultad de Mecánica.....	30
3.3	Diagnóstico las condiciones actuales del taller de procesos de mecanizado	32
3.4	Diagnóstico las condiciones actuales del taladro radial	33
3.4.1	<i>Componentes básicos</i>	34
3.4.2	<i>Evaluación del estado técnico actual del taladro radial</i>	34
3.4.3	<i>Categorización del taladro radial</i>	36
3.4.3.1	<i>Aspectos selectivos</i>	36
3.4.3.2	<i>Parámetros directivos</i>	37
3.4.3.3	<i>Políticas de mantenimiento acorde con la categoría de la máquina</i>	38
3.4.4	<i>Proceso de taladrar</i>	40
3.4.4.1	<i>Tipos de trabajos y sus respectivas herramientas</i>	40
3.4.4.2	<i>Accesorios y herramientas</i>	42
3.4.4.3	<i>Parámetros de corte utilizados</i>	42
3.4.4.4	<i>Ventajas del proceso</i>	42
3.5	Descripción de la falla	43
4.	MODELACIÓN DE PIEZAS DETERMINADAS A REPOSICIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DEL TALADRO RADIAL CON APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA CAD/CAM.	
4.1	Determinación de las piezas determinadas a reposición	45

4.2	Modelado de piezas determinadas a reposición	46
4.2.1	<i>Modelado mediante el software NX</i>	46
4.2.2	<i>Proceso de manufactura</i>	56
4.3	Procesos de rehabilitación del taladro radial.	62
4.3.1	<i>Reposición de piezas</i>	62
4.3.2	<i>Instalación eléctrica realizada</i>	63
4.4	Pruebas y funcionamiento	64
4.4.1	<i>Informe de las prácticas de prueba y funcionamiento en el taladro radial</i> .	65
4.5	Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el taladro radial ..	85
4.5.1	<i>Introducción general del plan de mantenimiento preventivo</i>	85
4.5.2	<i>Objetivos del plan de mantenimiento preventivo</i>	86
4.5.3	<i>Organización del plan de mantenimiento</i>	86
4.5.4	<i>Localización de equipos en el taller básico</i>	87
4.5.5	<i>Empadronamiento de los equipos</i>	87
4.5.6	<i>Codificación</i>	88
4.5.7	<i>Diseño de sistema documental</i>	90
4.5.7.1	<i>Tarjeta maestra</i>	90
4.5.7.2	<i>Hoja de vida</i>	92
4.5.7.3	<i>Relación de requerimientos</i>	93
4.5.8	<i>Diseño del cronograma de control</i>	97
4.5.9	<i>Criterios de validez y confiabilidad</i>	98
4.5.9.1	<i>Descripción de la unidad de análisis</i>	98
4.5.9.2	<i>Indicadores de gestión</i>	98
4.6	Estudio de costos	103
4.6.1	<i>Costos directos</i>	103
4.6.2	<i>Costos indirectos</i>	103
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	105
5.2	Recomendaciones	106

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Evolución del CAD/CAM.	7
2. Herramientas CAD para el proceso de diseño	10
3. Herramientas CAM para el proceso de fabricación.....	10
4. Lista de códigos G CNC	22
5. Lista de códigos M.....	22
6. Proceso de diseño.....	25
7. Proceso de fabricación	25
8. Descripción de la entidad donde se realizó la investigación	28
9. Datos y característica del taladro radial	33
10. Estado técnico del taladro radial	35
11. Categorización del taladro	39
12. Tipos de trabajos en el taladro radial y sus respectivas herramientas	41
13. Diagnóstico de mantenimientos del taladro radial.....	43
14. Determinación de las piezas determinadas a reposición.....	45
15. Procedimiento experimental de pruebas y funcionamiento	81
16. Rosca y perforaciones usadas en la práctica	83
17. Inventario equipos.....	88
18. Codificación de los Equipos	89
19. Formato tarjeta maestra	91
20. Formato hoja de vida	92
21. Actividades de lubricación.....	94
22. Actividades eléctricas	94
23. Actividades mecánicas.....	94
24. Actividades de instrumentación.....	95
25. Formato del instructivo de las acciones de mantenimiento	96
26. Cronograma de actividades para mantenimiento.....	97
27. Costos directos.....	103
28. Costos indirectos.....	103

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Ciclo de producto típico.....	8
2. El proceso CAD.....	9
3. El proceso CAM.....	9
4. Componentes del CAD/CAM.....	12
5. El CAD/CAM en entorno industrial.....	13
6. Integración de los procesos.....	25
7. Estructura general organizacional de la institución.....	29
8. Partes básicas de un taladro radial.....	34
9. Criterios para determinar el estado técnico.....	34
10. Software NX.....	47
11. Espacio de trabajo.....	48
12. Plano de trabajo.....	48
13. Herramientas.....	49
14. Croquis.....	49
15. Propiedades del diente del engrane.....	50
16. Matriz circular.....	52
17. Rueda dentada.....	53
18. Palanca de velocidad.....	53
19. Tapa plástica.....	54
20. Biblioteca de materiales.....	54
21. Material aluminio de palanca de velocidad.....	55
22. Material AISI-310 eje.....	55
23. Material plástico ABS tapa plástica.....	55
24. Material AISI 410 rueda dentada.....	56
25. Fabricación.....	56
26. Geometría de la pieza.....	56
27. Sobredimensión.....	57
28. Trayectoria de la herramienta.....	57
29. Herramientas.....	58
30. Crear operación.....	58
31. Operación de acabado.....	59

32. Taladrado	59
33. Simulación	60
34. Mecanizado eje	60
35. Post-procesador.....	61
36. Manufactura de la rueda	61
37. Manufactura de la palanca de velocidades	62
38. Piezas destinadas a reposición	62
39. Figura esquema de un arranque directo	63
40. Representación del funcionamiento del automatismo de arranque	64
41. Clasificación de los taladros	67
42. Partes básicas de un taladro radial	67
43. Configuración de una broca	68
44. Taladrado	69
45. Tipos de agujero.....	72
46. Tipos de operaciones en el taladrado	73
47. Rosca externa e interna	74
48. Perfil de una rosca.....	75
49. Macho de roscar.....	75
50. Uso del machuelo.....	76
51. Terraaja.....	77
52. Uso de la terraaja	77
53. Sentido de rosca	78
54. Número de entradas	79
55. Perfiles de roscas más empleados	80
56. Configuración geométrica de ubicación de puntos a perforar	84
57. Ubicación de las roscas.....	84
58. Presentación final de la placa.....	84

LISTA DE ABREVIACIONES

CAM	Manufactura asistido por computadora
CAD	Diseño asistido por computadora
CN	Control numérico
CNC	Control Numérico Computarizado
EPP	Equipo de protección personal
EPI	Equipo de protección individual
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
ISO	Organización Internacional de Normalización.
MC	Mantenimiento Correctivo
MP	Mantenimiento Preventivo
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
kWh	Kilo vatio-hora
PRC	Procedimiento
RG	Registro
SST	Seguridad y Salud en el Trabajo
TTHH	Talento Humano

LISTA DE ANEXOS

- A. Velocidades de corte en metros por minuto para trabajar diversos materiales.
- B. Velocidades de corte en metros por minuto para trabajar diversos materiales en las máquinas herramientas.
- C. Datos para trabajar con brocas de acero rápido.
- D. Ángulos de brocas, según el material a perforar.
- E. Tabla de roscas y perforaciones.
- F. Codigos CNC.

RESUMEN

El presente trabajo contiene información técnica, real y confiable respecto a la rehabilitación del taladro radial, en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM, que sufrió diversos daños por la falta de mantenimiento quedado inhabilitado por completo por más de siete años, no permitiendo que se garantice el cumplimiento de las actividades prácticas en el tiempo de ejecución estipulado, con los recursos asignados, para de ese modo llegar a desarrollar habilidades y destrezas en los estudiantes de una modo teórico y práctico. El diseño y la fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM) es una disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en el diseño y la fabricación de cualquier tipo de producto. En el diagnóstico de las condiciones actuales del taladro radial analizado con base en la aplicación de la Matriz de Criticidad ABC, tomando en consideración cuatro aspectos selectivos y siete parámetros directivos lo cuales muestran la existencia seis fallas principales que son las que ocasionan que el taladro radial no de su rendimiento esperado. Una vez realizado la modelación y la simulación del maquinado de la pieza a producir en los sistemas CAD/CAM, se llevará a cabo la fabricación en máquinas convencionales garantizando el total funcionamiento del taladro radial beneficiando directamente a la Escuela de Ingeniería Industrial, e indirectamente a sus alumnos, reforzando significativamente la formación académica para estar aptos a las exigencias que hoy en día existe en el sector industrial de nuestro país. Se concluye que el deterioro de la maquina se produjo por el uso de la misma, se recomienda la implementación del plan de mantenimiento preventivo propuesto. A fin de mejorar la gestión de mantenimiento y considerando que se debe elaborar un registro estadístico de fallas para un eficiente control.

PALABRAS CLAVE: <CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC)>, <DISEÑO MECÁNICO>, <DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)>, <EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)>, <MANUFACTURA ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAM)>, <MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC)>, <MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP)>, <SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SST)>.

ABSTRACT

The current research contains real, reliable and technical information about the radial drill at the Mechanics Faculty Basic Workshop applying CAD/CAM technology, this drill had several damages due to the lack of maintenance for more than seven years, this did not allow guarantying the practical activities fulfillment within the planned time with the resources offered, in this way it will be possible to develop skills on students in a theoretical and practical way. The CAD/CAM-based design and construction is a discipline in charge of the computing systems as a supporting tool for all the processes involved in the design and construction of any type of product. The ABC Critical Matrix-based radial drill current status diagnose took into account four selective aspects and seven directive parameters which reflect the existence of six main failures which make the drill not to work as expected. Once the molding and simulation of the piece were carried out through CAD/CAM systems the manufacturing in conventional machines was carried out guarantying the total work of the radial drill so that it will benefit the Industrial Engineering School and its students to significantly reinforce the academic formation to be up to present exigencies of the industrial area in our country. It is concluded that the wear of the machine was due to the use of it, so it is recommended to implement a preventive maintenance plan to improve the maintenance management taking into account the necessity to carry out a failure statistical register for an efficient control.

KEY WORDS: COMPUTING NUMERIC CONTROL, CNC, MECHANICAL DESIGN, COMPUTER-BASED DESIGN, CAD, INDIVIDUAL PROTECTION EQUIPMENT, COMPUTING-BASED MANUFACTURING, CAM, CORRECTIVE MAINTENANCE, PREVENTIVE MAINTENANCE, WORK SAFETY RULES.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Tema

Rehabilitación del Taladro Radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM.

1.2 Antecedentes

La Facultad de Mecánica de la Epoch cuenta con máquinas herramientas existentes en los talleres de la Facultad de Mecánica, con el fin de que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en el pensum académico para de esa manera poder desarrollar sus habilidades y destrezas de una manera teórica - práctica.

El diseño y la fabricación asistidos por ordenador (CAD/CAM) es una disciplina que estudia el uso de sistemas informáticos como herramienta de soporte en todos los procesos involucrados en el diseño y la fabricación de cualquier tipo de producto. Esta disciplina se ha convertido en un requisito indispensable para la industria actual que se enfrenta a la necesidad de mejorar la calidad, disminuir los costes y acortar los tiempos de diseño y producción. La única alternativa para conseguir este triple objetivo es la de utilizar la potencia de las herramientas informáticas actuales e integrar todos los procesos, para reducir los costes (de tiempo y dinero) en el desarrollo de los productos y en su fabricación.

En la práctica, el CAD/CAM se utiliza de distintas formas, para producción de dibujos y diseño de documentos, animación por computador, análisis de ingeniería, control de procesos, control de calidad, etc. Por tanto, para clarificar el ámbito de las técnicas CAD/CAM, las etapas que abarca y las herramientas actuales y futuras, se hace necesario estudiar las distintas actividades y etapas que deben realizarse en el diseño y fabricación de un producto.

Para convertir un concepto o idea en un producto, se pasa por dos procesos principales, el de diseño y el de fabricación. A su vez, el proceso de diseño se puede dividir en una

etapa de síntesis, en la que se crea el producto y una etapa de análisis en la que se verifica, optimiza y evalúa el producto creado. Una vez finalizadas estas etapas se aborda la etapa de fabricación en la que, en primer lugar se planifican los procesos a realizar y los recursos necesarios, pasando después a la fabricación del producto. Como último paso se realiza un control de calidad del producto resultante antes de pasar a la fase de distribución y marketing.

Debido a la demanda del mercado de productos cada vez más baratos, de mayor calidad y cuyo ciclo de vida se reduce cada vez más, se hace necesaria la intervención de los ordenadores para poder satisfacer estas exigencias. Mediante el uso de técnicas de CAD/CAM se consigue abaratar costes, aumentar la calidad y reducir el tiempo de diseño y producción. Estos tres factores son vitales para la industria actual.

1.3 Planteamiento del problema

La Facultad de Mecánica de la Epoch, dividida en cuatro escuelas que son: Mecánica, Industrial, Mantenimiento y Automotriz, forma profesionales técnicos especialistas en cada una de las áreas antes mencionadas, cuenta con un taller básico dentro de la cual se hallan máquinas herramientas, con el fin de reforzar el desarrollo de las competencias laborales y capacidades en una situación real de aprendizaje en el mundo del trabajo, se realizan prácticas en los talleres como parte del desarrollo del currículo formativo.

Dentro del taller básico de la Facultad de Mecánica de la Epoch, el taladro radial, sufrió diversos daños por la falta de mantenimiento quedado inhabilitado por completo por más de siete (7) años; según datos del encargado del taller básico; por lo que el objetivo de este trabajo es habilitar a sus mejores condiciones para que pueda estar en marcha de nuevo ya que es de mayor viabilidad repararla que adquirir alguna de marca con un precio elevado al ser un equipo extranjero.

Sobre la base de lo anterior, se ha visto en la necesidad de proponer la rehabilitación de del taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM, dado que estos equipos realizan actividades que están programadas a desarrollarse dentro de un ajustado cronograma de ejecución de prácticas estudiantiles, lo que exige un elevado nivel de confiabilidad operacional en los equipos, que garantice

el cumplimiento de las actividades en el tiempo de ejecución estipulado, con los recursos asignados, para de ese modo llegar a desarrollar habilidades y destrezas de una manera teórica - práctica.

1.3.1 Formulación del problema. La pregunta que guía la presente investigación es la siguiente:

¿De qué manera incide la rehabilitación del taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM?

1.3.2 Delimitación del problema

- De contenido.- El campo científico, el área y el aspecto en el que se ubica el problema es el siguiente:
 - ✓ Sistemas CAD/CAM y CNC
 - ✓ Diseño mecánico, Sistemas mecánicos
 - ✓ Ingeniería Mecánica e Industrial
- Espacial.- La presente investigación se realizará en el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cantón Riobamba provincia de Chimborazo.
- Temporal.- Esta investigación se realizó en el periodo 2016.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica. El Funcionamiento básico de las maquinas taladradoras se caracterizan por algún medio de rotación de la herramienta de corte y el avance de la misma a lo largo de su propio eje, dentro de una pieza estacionaria, para producir un agujero de aproximadamente el mismo tamaño que el diámetro de la herramienta de corte.

Funcionamiento de una taladradora radial.- Las taladradoras radiales posibilitan el movimiento del cabezal fijo en las siguientes direcciones:

- En el brazo hacia una y otro lado
- Con el brazo alrededor de la columna
- Con el brazo a lo largo de la columna.

Los parámetros de corte fundamentales que hay que considerar en el proceso de taladrado son los siguientes:

- Elección del tipo de broca más adecuado
- Sistema de fijación de la pieza
- Velocidad de corte (V_c) de la broca expresada de metros/minuto
- Diámetro exterior de la broca u otra herramienta
- Revoluciones por minuto (rpm) del husillo portabrocas
- Avance en mm/rev, de la broca
- Avance en mm/mi de la broca
- Profundidad del agujero
- Esfuerzos de corte
- Accesorios adecuados

1.4.2 Justificación metodológica. Como medio para obtener conocimientos, el razonamiento inductivo iniciará observando casos particulares y partiendo del examen y posterior verificación de los daños presentes en taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Epoch de estos hechos se llega a una conclusión general de la presente propuesta tecnológica.

El razonamiento deductivo se caracteriza porque va de lo universal a lo particular, en este caso parte de visualizar la maquina dañada hacia establecer hechos particulares de ciertas operaciones a realizar en la ejecución de prácticas estudiantiles, que no son ejecutadas y dificultan el correcto aprendizaje de los estudiantes impidiendo de ese modo no llegar a desarrollar habilidades y destrezas de una condición teórica - práctica.

1.4.3 Justificación práctica. En la búsqueda de la rehabilitación del taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Espoch, se desarrollara la modelación de las piezas destinadas para reposición mediante el uso del dibujo asistido por computadora CAD y los procesos de manufactura CAM.

Una vez realizado la modelación y la simulación del maquinado de la pieza a producir en los sistemas CAD/CAM, se llevara a cabo la fabricación en el centro de mecanizado CNC, garantizando el total funcionamiento taladro radial beneficiando directamente a la escuela de Ingeniería Industrial, e indirectamente a sus alumnos, reforzando significativamente la formación académica para estar aptos a las exigencias que hoy en día existe en el sector industrial de nuestro país.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general. Rehabilitar el taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar las condiciones actuales del taladro radial.
- Modelar las piezas determinadas para reposición con tecnología CAD/CAM.
- Seleccionar el material adecuado para la fabricación.
- Ejecutar el mecanizado asistido por computador.
- Desarrollar la evaluación y pruebas.
- Realizar un estudio de costos de la propuesta.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Desarrollo histórico del CAD/CAM.

En la historia del CAD/CAM se alcanzan encontrar precursores de estas técnicas en dibujos de civilizaciones antiguas como Egipto Grecia o Roma. Los trabajos de Leonardo da Vinci muestran técnicas CAD vigentes como el uso de perspectivas. Sin embargo, el desarrollo de estas técnicas está ligado a la evolución de los ordenadores que se produce a partir de los años 50. (LARREA, 2010)

A principios de la década 1950 aparece la primera pantalla gráfica en el MIT capaz de representar dibujos simples de forma no interactiva. En esta época y también en el MIT se desarrolla el concepto de programación de control numérico. A mediados de esta década aparece el lápiz óptico que supone el inicio de los gráficos interactivos. A finales de la década aparecen las primeras máquinas herramienta y General Motors comienza a usar técnicas basadas en el uso interactivo de gráficos para sus diseños.

La década de los 60 representa un periodo crucial para el desarrollo de los gráficos por ordenador. Aparece el termino CAD y varios grupos de investigación dedican gran esfuerzo a estas técnicas. Fruto de este esfuerzo es la aparición de unos pocos sistemas de CAD. Un hecho determinante de este periodo es la aparición comercial de pantallas de ordenador.

En la década de los 70 se consolidan las investigaciones anteriores y la industria se percata del potencial del uso de estas técnicas, lo que lanza definitivamente la implantación y uso de estos sistemas, limitada por la capacidad de los ordenadores de esta época. Aparecen los primeros sistemas 3D (prototipos), sistemas de modelado de elementos finitos, control numérico, etc. Hechos relevantes de esta década son, entre otros, la celebración del primer SIGGRAPH y la aparición de IGES.

En la década de los 80 se generaliza el uso de las técnicas CAD/CAM propiciada por los avances en hardware y la aparición de aplicaciones en 3D capaces de manejar superficies

complejas y modelado sólido. Aparecen multitud de aplicaciones en todos los campos de la industria que usan técnicas de CAD/CAM, y se empieza a hablar de realidad virtual.

Tabla 1. Evolución del CAD/CAM.

PERIODOS	EVOLUCIÓN
Años 50 y 60	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un ordenador ocupa una habitación y cuesta cientos de millones. ✓ Primera pantalla gráfica en el MIT. ✓ Concepto de programación de control numérico. ✓ Primeras máquinas herramienta. ✓ Cada compañía desarrolla su propio y peculiar sistema de CAD (GM). ✓ Lápiz óptico: inicio de los gráficos interactivos. ✓ Aparición comercial pantallas de ordenador. ✓ Utilizado por la industria del automóvil, aeronáutica y compañías muy grandes.
Años 70	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los minicomputadores son <i>cabinas</i> y cuestan unos pocos millones. ✓ CAD significa Computer Aided Drafting ✓ Aparecen los primeros sistemas 3D (prototipos). ✓ Potencia de los sistemas limitada modelado de elementos finitos, control numérico. ✓ Aparecen empresas como Computervision o Applicon. ✓ Celebración del primer SIGGRAPH y aparición de IGES.
Principios 80	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incremento de potencia (32 bits). ✓ Se extiende la funcionalidad de las aplicaciones CAD. ✓ Superficies complejas y modelado sólido. ✓ Los sistemas de CAD son caros todavía. ✓ Se incrementa el interés en el modelado 3D frente al dibujo 2D.
Finales 80	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nace Autocad y los PC's. ✓ Menor precio y mayor funcionalidad de los sistemas. ✓ Los sistemas potentes están basados en estaciones Unix. ✓ El mercado del CAD se generaliza en las empresas
Principios 90	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Automatización completa procesos industriales. ✓ Integración técnica, diseño, análisis, simulación y fabricación. ✓ Tecnología de supervivencia. ✓ Estaciones PC. ✓ Nuevas funcionalidades: modelado sólido, paramétrico, restricciones
Finales 90 - Siglo XXI	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Internet e Intranets lo conectan todo. ✓ El precio del Hardware cae. ✓ La potencia aumenta. ✓ Gran cantidad de aplicaciones. ✓ Se impone el PC.

Fuente: (LARREA, 2010)

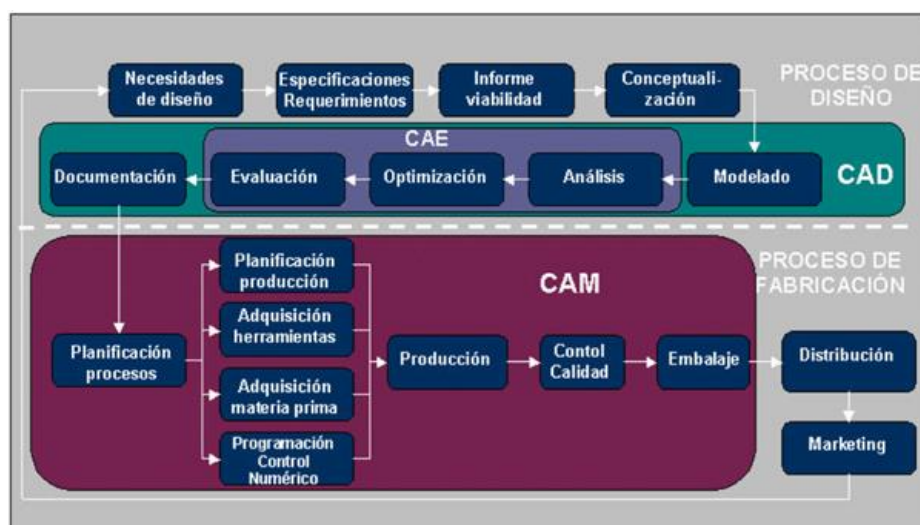
La década de los 90 se caracteriza por una automatización cada vez más completa de los procesos industriales en los que se va generalizando la integración de las diversas técnicas de diseño, análisis, simulación y fabricación. La evolución del hardware y las comunicaciones hacen posible que la aplicación de técnicas CAD/CAM este limitada tan solo por la imaginación de los usuarios. En la actualidad, el uso de estas técnicas ha dejado de ser una opción dentro del ámbito industrial, para convertirse en la única opción existente. Podemos afirmar por tanto que el CAD/CAM es una tecnología de supervivencia. Solo aquellas empresas que lo usan de forma eficiente son capaces de mantenerse en un mercado cada vez más competitivo.

A modo de resumen, la tabla 3 muestra algunos de los hechos más relevantes de la evolución del CAD/CAM.

2.2 CAD/CAM en el proceso de diseño y fabricación

En la práctica, el CAD/CAM se utiliza de distintas formas, para producción de dibujos y diseño de documentos, animación por computador, análisis de ingeniería, control de procesos, control de calidad, etc. Por tanto, para clarificar el ámbito de las técnicas CAD/CAM, las etapas que abarca y las herramientas actuales y futuras, se hace necesario estudiar las distintas actividades y etapas que deben realizarse en el diseño y fabricación de un producto. Para referirnos a ellas emplearemos el término ciclo de producto, que aparece reflejado en la figura.

Figura 1. Ciclo de producto típico



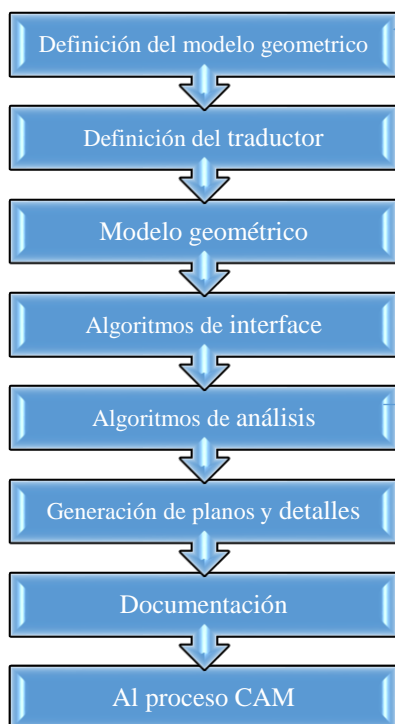
Fuente: (LARREA, 2010)

Para convertir un concepto o idea en un producto, se pasa por dos procesos principales, el de diseño y el de fabricación. A su vez, el proceso de diseño se puede dividir en una etapa de síntesis, en la que se crea el producto y una etapa de análisis en la que se verifica, optimiza y evalúa el producto creado. Una vez finalizadas estas etapas se aborda la etapa de fabricación en la que, en primer lugar se planifican los procesos a realizar y los recursos necesarios, pasando después a la fabricación del producto. Como último paso se realiza un control de calidad del producto resultante antes de pasar a la fase de distribución y marketing.

Debido a la demanda del mercado de productos cada vez más baratos, de mayor calidad y cuyo ciclo de vida se reduce cada vez más, se hace necesaria la intervención de los ordenadores para poder satisfacer estas exigencias. Mediante el uso de técnicas de CAD/CAM se consigue abaratar costes, aumentar la calidad y reducir el tiempo de diseño y producción. Estos tres factores son vitales para la industria actual.

Dentro del ciclo de producto descrito se ha incluido un conjunto de tareas agrupadas en proceso CAD y otras en proceso CAM, que, a su vez, son subconjuntos del proceso de diseño y proceso de fabricación respectivamente.

Figura 2. El proceso CAD



Cambios
en el
diseño

Figura 3. El proceso CAM



Fuente: (LARREA, 2010)

Tabla 2. Herramientas CAD para el proceso de diseño

FASE DE DISEÑO	HERRAMIENTAS CAD REQUERIDAS
Conceptualización del diseño	Herramientas de modelado geométrico
Modelado del diseño y simulación	Las anteriores más herramientas de animación, ensamblaje y aplicaciones de modelado específicas
Análisis del diseño	Aplicaciones de análisis generales (FEM), aplicaciones a medida
Optimización del diseño	Aplicaciones a medida, optimización estructural
Evaluación del diseño	Herramientas de acotación, tolerancias, listas de materiales
Informes y documentación	Herramientas de dibujo de planos y detalles, imágenes color

Fuente: (LARREA, 2010)

Tabla 3. Herramientas CAM para el proceso de fabricación

FASE DE FABRICACIÓN	HERRAMIENTAS CAM REQUERIDAS
Planificación de procesos	Herramientas CAPP, análisis de costes, especificaciones de materiales y herramientas.
Mecanizado de piezas	Programación de control numérico.
Inspección	Aplicaciones de inspección.
Ensamblaje	Simulación y programación de robots.

Fuente: (LARREA, 2010)

2.3 Componentes del CAD/CAM

Los fundamentos de los sistemas de diseño y fabricación asistidos por ordenador son muy amplios, abarcando múltiples y diversas disciplinas, entre las que cabe destacar las siguientes:

- **Modelado geométrico:** Se ocupa del estudio de métodos de representación de entidades geométricas. Existen tres tipos de modelos: alámbricos, de superficies y sólidos, y su uso depende del objeto a modelar y la finalidad para la que se construya el modelo. Se utilizan modelos alámbricos para modelar perfiles, trayectorias, redes, u objetos que no requieran la disponibilidad de propiedades físicas (áreas, volúmenes,

masa). Los modelos de superficie se utilizan para modelar objetos como carrocerías, fuselajes, zapatos, personajes, donde la parte fundamental del objeto que se está modelando es el exterior del mismo. Los modelos sólidos son los que más información contienen y se usan para modelar piezas mecánicas, envases, moldes, y en general, objetos en los que es necesario disponer de información relativa a propiedades físicas como masas, volúmenes, centro de gravedad, momentos de inercia, etc.

- **Técnicas de visualización:** Son esenciales para la generación de imágenes del modelo. Los algoritmos usados dependerán del tipo de modelo, abarcando desde simples técnicas de dibujo 2D para el esquema de un circuito eléctrico, hasta la visualización realista usando trazado de rayos o radiosidad para el estudio de la iluminación de un edificio. Es habitual utilizar técnicas específicas para la generación de documentación dependiente de la aplicación, como por ejemplo, curvas de nivel, secciones o representación de funciones sobre sólidos o superficies.
- **Técnicas de interacción gráfica:** Son el soporte de la entrada de información geométrica del sistema de diseño. Entre ellas, las técnicas de posicionamiento y selección tienen una especial relevancia. Las técnicas de posicionamiento se utilizan para la introducción de coordenadas 2D o 3D.
- **Interfaz de usuario:** Uno de los aspectos más importantes de una aplicación CAD/CAM es su interfaz del diseño de la misma depende en gran medida la eficiencia de la herramienta.
- **Base de datos:** Es el soporte para almacenar toda la información del modelo, desde los datos de diseño, los resultados de los análisis que se realicen y la información de fabricación. El diseño de las bases de datos para sistemas CAD/CAM plantea una serie de problemas específicos por la naturaleza de la información que deben soportar.
- **Métodos numéricos:** Son la base de los métodos de cálculo empleados para realizar las aplicaciones de análisis y simulación típicas de los sistemas de CAD/CAM.
- **Conceptos de fabricación:** Referentes a máquinas, herramientas y materiales, necesarios para entender y manejar ciertas aplicaciones de fabricación y en especial la programación de control numérico.

- **Conceptos de comunicaciones:** Necesarios para interconectar todos los sistemas, dispositivos y máquinas de un sistema CAD/CAM.

Figura 4. Componentes del CAD/CAM



Fuente: (LARREA, 2010)

2.4 El CAD/CAM desde el punto de vista industrial.

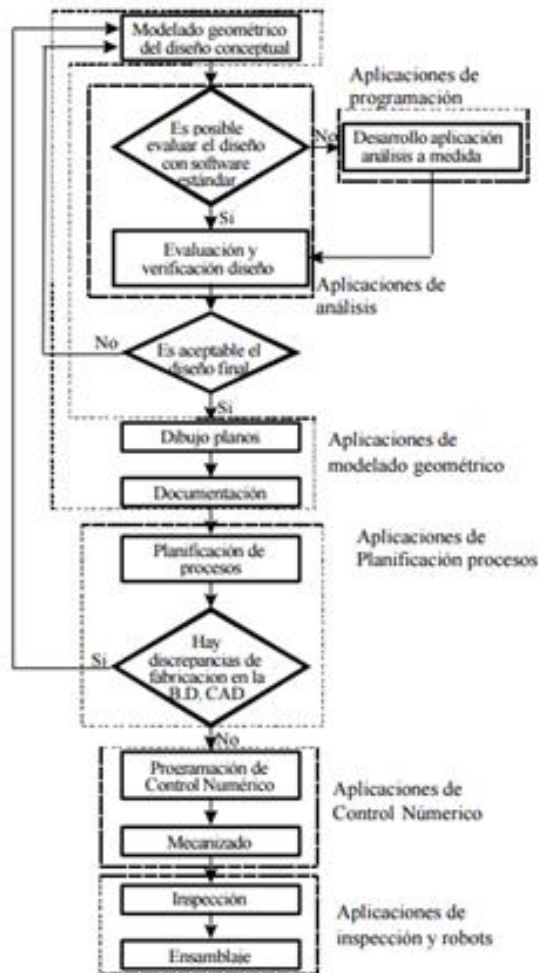
Históricamente, el CAD/CAM es una tecnología, (tanto hardware como software) guiada por la industria. Las industrias aeroespacial, de automoción, y naval, principalmente, han contribuido al desarrollo de estas técnicas. Por lo tanto, el conocimiento de cómo se aplican las técnicas CAD/CAM en la industria (figura 5) es fundamental para la comprensión de las mismas.

La mayoría de las aplicaciones incluyen diferentes módulos entre los que están modelado geométrico, herramientas de análisis, de fabricación y módulos de programación que permiten personalizar el sistema. Hay tres tipos de modelado geométrico, alámbrico, de superficies y sólido que se estudiarán en temas posteriores.

Las herramientas de modelado geométrico realizan funciones tales como transformaciones geométricas, planos y documentación, sombreado, coloreado y uso de niveles. Las herramientas de análisis incluyen cálculos de masas, análisis por elementos finitos, análisis de tolerancias, modelado de mecanismos y detección de colisiones. En algunas ocasiones, estas aplicaciones no cubren las necesidades específicas de un determinado trabajo, en cuyo caso se pueden utilizar las herramientas de programación para suplir estas carencias. Una vez que el modelado se completa, se realizan los planos

y la documentación con lo que el trabajo queda listo para pasar a la fase de CAM en la que se realizan operaciones tales como planificación de procesos, generación y verificación de trayectorias de herramientas, inspección y ensamblaje.

Figura 5. El CAD/CAM en entorno industrial.



Fuente: (LARREA, 2010)

El conocimiento y comprensión de las herramientas CAD/CAM actuales y las relaciones entre ellas constituyen la base esencial para el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, conocer el fundamento de las técnicas existentes mejora tanto la utilización de los sistemas actuales, como el desarrollo de nuevas aplicaciones de diseño y fabricación.

2.5 Situación actual y perspectivas.

El diseño y la fabricación asistidos por ordenador han alcanzado actualmente un gran nivel de desarrollo e implantación y se han convertido en una necesidad esencial para la supervivencia de las empresas en un mercado cada vez más competitivo. El uso de estas

herramientas permite reducir costes, acortar tiempos y aumentar la calidad de los productos fabricados. Estos son los tres factores críticos que determinan el éxito comercial de un producto en la situación social actual en la que la competencia es cada vez mayor y el mercado demanda productos de mayor calidad y menor tiempo de vida. Un ejemplo sencillo y evidente de estas circunstancias es la industria de la automoción, donde cada día aparecen nuevos modelos de coches con diseños cada vez más sofisticados y se reduce la duración de un modelo en el mercado, frente a la situación de hace unas pocas décadas en las que el número de modelos en el mercado era mucho más reducido y su periodo de comercialización mucho más largo.

Ante este panorama, las herramientas CAD/CAM han tenido un auge espectacular, extendiéndose su uso a la práctica totalidad de las áreas industriales. Para ver la situación actual y las perspectivas, a continuación se presentan un breve estudio de los campos de aplicación más importantes de las herramientas CAD/CAM.

2.5.1 Mecánica. Es el campo donde más uso se he hecho tradicionalmente, fomentado sobre todo por la industria automovilística y aeroespacial que han llevado la iniciativa de la tecnología CAD/CAM. Las aplicaciones más habituales del CAD/CAM mecánico incluyen:

- Librerías de piezas mecánicas normalizadas
- Modelado con NURBS y sólidos paramétricos.
- Modelado y simulación de moldes
- Análisis por elementos finitos.
- Fabricación rápida de prototipos.
- Generación y simulación de programas de control numérico.
- Generación y simulación de programación de robots.
- Planificación de procesos.
- Traductores de formatos neutros (IGES, STEP).

2.5.2 *Arquitectura e ingeniería civil.* En este campo la tecnología CAD/CAM se ha venido utilizando desde sus inicios, en principio con aplicaciones 2D de delineación y actualmente con sofisticadas herramientas 3D.

Las aplicaciones más habituales del CAD/CAM relacionado con la arquitectura y la ingeniería civil son:

- Librerías de elementos de construcción normalizados
- Diseño arquitectónico.
- Diseño de interiores.
- Diseño de obra civil
- Cálculo de estructuras.
- Mediciones y presupuestos.
- Planificación de procesos.

2.5.3 *Sistemas de información geográfica y cartografía.* En este campo se están produciendo avances muy significativos propiciados, entre otros factores, por las posibilidades de conexión que aporta la red Internet. La tendencia apunta hacia un paso de los sistemas 2D hacia sistemas 3D, como ha ocurrido antes en otras áreas.

Las aplicaciones más habituales del CAD/CAM relacionado con la cartografía y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son:

- Mantenimiento y producción de mapas y datos geográficos.
- Análisis topográfico.
- Estudios medioambientales.
- Catastro
- Planificación urbana.

2.5.4 *Ingeniería eléctrica y electrónica.* Las aplicaciones más habituales del CAD/CAM relacionado con la Ingeniería Eléctrica y electrónica son:

- Librerías de componentes normalizados.
- Diseño de circuitos integrados.
- Diseño de placas de circuito impreso
- Diseño de instalaciones eléctricas.
- Análisis, verificación y simulación de los diseños.
- Programación de control numérico para el mecanizado o montaje de placas.

2.6 El CNC y CAD/CAM aplicado a procesos de producción

El CNC y CAD/CAM aplicado a procesos de producción involucra conocer las características técnicas y posibilidades de las máquinas herramientas conducidas con CNC; evaluar el empleo de las distintas máquinas herramientas; conocer el proceso de mecanizado y lo aplica en función de los movimientos que se pueden lograr en la máquina herramienta comandado por CNC; aplicar el conocimiento sobre herramental para el diseño de dispositivos especiales; aplicar el sistema ISO universal en control numérico para la programación en su ámbito de trabajo; evaluar la posibilidad de aplicar los sistemas asistidos por computadoras CAD/CAM en la programación del proceso; operar la máquina herramienta comandada por CNC.

El CNC y CAD/CAM aplicado a procesos de producción profundiza las numerosas formas de procesamiento mecánico, su tecnología, sus técnicas y sus criterios de ejecución trabajados en forma inicial la temática de la Metal Mecánica, para aplicarlos a máquinas gobernadas con Control Numérico Computarizado (CNC), por lo tanto este aspecto es de carácter central en Metal Mecánica.

En el sector productivo se debe optimizar el tiempo y la calidad de la producción, para tal fin suelen emplearse máquinas regidas por CNC. Las piezas componentes de los equipos electromecánicos en algunas prestaciones suelen ser de formas

complejas, haciéndose difícil el mecanizado con máquinas herramientas convencionales y siendo de útil aplicación el CAD/CAM en máquinas CNC. Estos equipos además tienen un campo muy importante en el sector productivo, pues optimiza en alto porcentaje la producción realizadas con las máquinas herramientas convencionales.

2.7 Relación CAD/CAM

Debido a sus ventajas, se suele combinar el diseño y la fabricación asistidos por computadora en los sistemas CAD/CAM. Esta combinación permite la transferencia de información desde la etapa de diseño a la etapa de planificación para la fabricación de un producto, sin necesidad de volver a capturar manualmente los datos geométricos dela pieza.

La base de datos que se desarrolla durante el CAD es procesada por el CAM, para obtener los datos y las instrucciones necesarias para operar y controlar la maquinaria de producción, el equipo de manejo de materiales y las pruebas e inspecciones automatizadas para establecer la calidad del producto.

El surgimiento del CAD/CAM ha tenido un gran impacto en la manufactura al normalizar el desarrollo de los productos y reducir los esfuerzos en el diseño, pruebas y trabajo con prototipos. Esto ha hecho posible reducir los costos de forma importante, y mejorar la productividad.

Ejemplos de aplicaciones, características y funciones CAD/CAM:

- Control de calidad e inspección
- Diseño de moldes para fundición
- Datos para operaciones de trabajo de metales
- Diseño de herramientas, sopones, y electrodos para electroerosión.
- Control de calidad e inspección.
- Planeación y calendarización de proceso.

- Proporcionar modelos, prototipos, planos con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica específica de cada proyecto.
- Producen pre visualizaciones foto realistas animadas del elemento diseñado.
- Simulación de procesos de fabricación
- Simulaciones de carga, tensión impacto movimiento, etc. Sobre los objetos diseñados, etc.

2.8 Sistemas CNC (Control numérico por computadora)

Una vez realizado el diseño y la simulación del maquinado de la pieza a producir en los sistemas CAD/CAM se llevara a cabo la fabricación en máquinas CNC, ya que sobre la base de esta combinación es posible generar la mayoría (si no son todas) las piezas de la industria.

CNC es el lenguaje de programación en base a instrucciones, coordenadas y códigos numéricos almacenados en archivos informáticos, para controlar las tareas de fabricación.

2.9 Relación CNC – CAD/CAM

Este Control Numérico por Computadora (CNC) se obtiene ya sea de forma manual por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario que tenga conocimiento del lenguaje de programación CNC, o de forma automática. En este caso, los cálculos y la conversión al lenguaje CNC los realizan los sistemas CAD/CAM, que suministra en su salida el programa de la pieza en lenguaje máquina. Por esta razón recibe el nombre de fabricación asistida por computadora.

En resumen una vez realizado el diseño y la simulación de maquinado de una pieza según nuestras especificaciones los software tipo CAD/CAM convertirán los datos que hemos suministrados para el diseño y fabricación de nuestra pieza a lenguaje máquina en este caso CNC, el cual es interpretado por dispositivos con sistemas CNC.

2.9.1 *Ventajas y desventajas del CNC.* Algunas ventajas que presentan la aplicación de las máquinas herramientas con control numérico:

1. Reducción de los tiempos de ciclos operacionales: las causas principales de la reducción al mínimo de los tiempos superfluos son:
 - Trayectorias y velocidades más ajustadas que en las máquinas convencionales.
 - Menor revisión constante de planos y hojas de instrucciones.
 - Menor verificación de medidas entre operaciones.
2. Ahorro de herramientas y utillajes: Por la utilización de herramientas más universales; y en cuanto a utillaje por el menor número de operaciones en máquinas distintas.
3. Reducción del porcentaje de piezas defectuosas.
4. Reducción del tiempo de cambio de las piezas.
5. Reducción del tamaño del lote.
6. Reducción del tiempo de inspección: ya que la probabilidad de que se produzcan piezas defectuosas dentro de una serie es menor y se puede evitarse inspecciones intermedias entre ciclos.

Como desventajas se pueden indicar las siguientes:

1. Necesidad de realizar un programa previo al mecanizado de la primera pieza.
2. Coste elevado de herramientas y accesorios
3. Conveniencia de tener una gran ocupación para la máquina debido a su alto costo.

2.9.2 *Elementos básicos de una máquina – herramienta CNC.* Los elementos constitutivos y que conforman la base de un CNC para toda máquina herramienta son:

- a. El programa de instrucciones, que consta de una serie de sentencias ejecutadas paso a paso que directamente dirigen el equipo de procesado. El programa se escribe en un lenguaje especial (código).
- b. El control numérico (CN), es la unidad que debe interpretar las instrucciones contenidas en el programa, convertirlas en señales que accionen los dispositivos de las máquinas y comprobar su resultado.
- c. El equipo de procesamiento, es el componente que realiza el trabajo útil, y lo forman la mesa de trabajo, las máquinas herramienta, el sistema de cambio de herramienta y pieza, así como los motores y mecanismos de posicionamiento para ubicarlas.
- d. Sistemas de cambio de herramientas y de piezas, es la línea que proporciona a la máquina el mayor grado de automatismo, se hace necesario incluir algún sistema que permita reducir al mínimo los tiempos en los que no está mecanizando. Entre los sistemas utilizados se encuentran los de cambio automático de herramientas y de piezas.
- e. Mecanismos de posicionamiento, tienen como objeto conducir los dispositivos móviles (carros, husillos, etc.) automáticamente a una posición determinada según una trayectoria especificada con unas condiciones adecuadas de precisión, velocidad y aceleración. Los componentes básicos de los mecanismos de posicionamiento son los accionadores y el propio sistema de control de posicionamiento. Por accionadores se entienden aquellos dispositivos que permiten realizar algún movimiento (motores, válvulas, etc.), incluyendo todos los dispositivos asociados de regulación y amplificación de la señal de mando.
- f. Unidad de enlace con la máquina, que es por donde está enlazado la máquina-herramienta a través de los órganos de mando y control sobre los motores que accionan los órganos móviles (husillos de los carros y mesas) para que su movimiento se ajuste a lo programado.
- g. CPU (Unidad Central de Proceso) o microprocesador es el encargado del control de los elementos que componen la máquina en función del programa

que ejecuta. Básicamente, accede a las instrucciones del programa, las decodifica y ejecuta las acciones especificadas, además de calcular todas las operaciones aritmético-lógicas que precise.

- h. Visualizadores de datos, que son monitores que permiten que el operador controle la marcha de la programación o del proceso de mecanizado, además de conocer el estado de la máquina a través de los mensajes que aparecen en el mismo

2.9.3 Lenguaje de programación CNC. El lenguaje de programación de un sistema de control determina las reglas con las que deberán construirse los bloques de programa en un programa CN-CNC.

Las bases del lenguaje de programación usado en sistemas de control CNC están estandarizadas internacionalmente. La norma DIN 66025 "Desarrollo de programas para máquinas de control numérico" coincide en contenido con el estándar internacional ISO/DIS 6983 y ISO/DP 6983 "Control numérico de máquinas".

2.9.4 Programación de CNC con códigos G y M. La programación nativa de la mayoría de las máquinas de Control Numérico Computarizado se efectúa mediante un lenguaje de bajo nivel llamado G y M.

Se trata de un lenguaje de programación vectorial mediante el que se describen acciones simples y entidades geométricas sencillas (básicamente segmentos de recta y arcos de circunferencia) junto con sus parámetros de maquinado (velocidades de husillo y de avance de herramienta).

El nombre G y M viene del hecho de que el programa está constituido por instrucciones Generales y Misceláneas. A pesar de tratarse de un lenguaje de programación muy básico y rudimentario para los tiempos actuales, lo robusto de su comportamiento y su estandarización hacen funcionar máquinas de CNC a nivel mundial. A modo de ejemplo, presentamos algunos de los códigos de programación más utilizados en tornos y fresadoras de CNC. Según el fabricante algunos de los códigos pueden ser distintos a los citados a continuación:

Tabla 4. Lista de Códigos G CNC

COMANDO	DESCRIPCIÓN
G00	Posicionamiento rápido
G01	Interpolación lineal
G17	Selección del plano X –Y
G21	Comienzo de uso de unidades métricas
G28	Volver al home de la máquina
G40	Anulación de compensación de radio
G43	Compensación de longitud
G49	Anulación de compensación longitudinal del cortador
G80	Anulación de ciclos fijos
G90	Uso de coordenadas absoluta
G91	Uso de coordenadas incrementales

Fuente: Norma DIN 66024 -66025. (1972). Desarrollo de programas para máquinas de control numérico. Pág. 3

Nota: No todos los códigos G se aplican a cada máquina.

Tabla 5. Lista de Códigos M

COMANDO	DESCRIPCIÓN
M03	Giro del husillo en sentido horario
M05	Parada del husillo
M08	Encendido del refrigerante
M09	Apagado del refrigerante
M25	Herramental en ejecución
M30	Fin del programa y regreso al inicio del mismo.

Fuente: Norma DIN 66024 - 66025. (1972). Desarrollo de programas para máquinas de control numérico. Pág. 3

Nota: Sólo un código M puede programarse dentro de cada bloque. Si más de un código M se programa, el controlador de la máquina realizará sólo el último código M declarado.

2.9.5 *CNC en el Ecuador.* A pesar de que en el Ecuador no existen antecedentes precisos acerca del tema, es importante destacar que se han hecho esfuerzos parte de empresas privadas para la introducción de máquinas CNC al mercado, así como compañías o talleres que las adquieren mediante importación para mejorar sustancialmente sus procesos y trabajos a su vez la capacitación de operadores calificados para las mismas.

En Ecuador la parte en que más se desarrolla procesos CNC es en la zona de la serranía como son Cuenca, Ambato y Quito. En Latinoamérica y otros países varias son las experiencias y los resultados que se tiene al respecto, como el caso de Argentina, México, Colombia y España por nombrar a los hispanohablantes, donde el CNC tiene su mayor desarrollo.

2.10 Taladradora Radial

La taladradora radial guarda ciertas similitudes con el taladro de columna sin embargo el taladro radial tiene un husillo que puede girar alrededor de la columna y la cabeza puede colocarse a diferentes distancias. Esto permite taladrar en cualquier lugar de la pieza dentro del alcance de la máquina. Esta es la principal diferencia con el taladro de columna que mantiene una posición fija del husillo.

Esta flexibilidad de sujetar el husillo en distintas posiciones hace del taladro radial una herramienta muy versátil y eficiente para perforar materiales grandes, facilitando el taladrado en distintos puntos de la pieza sin tener que volver a colocarla en distintas posiciones. El taladro radial es extremadamente preciso y permite hacer orificios de alta calidad desde diferentes ángulos.

A diferencia de otros taladros, el taladro radial tiene la mesa de trabajo en la parte inferior, ya que está diseñada para acomodar piezas grandes. Es una máquina de gran tamaño que mueve su cabezal, su mesa de trabajo y el husillo principal con motores independientes. El husillo se puede colocar para taladrar en cualquier lugar dentro del alcance de la máquina por medio de los movimientos proporcionados por la cabeza, el brazo y la rotación del brazo alrededor de la columna.

2.10.1 Componentes básicos de un taladro radial. Los componentes básicos de un taladro radial son:

- **Base:** Sirve como apoyo de la máquina y también de soporta a la pieza durante el proceso de taladro.
- **Columna:** Pieza de forma tubular que puede girar alrededor de otra columna fija sujeta a la base.

- **Brazo:** Soporta todo el peso del cabezal y del motor. Se puede mover de forma vertical sobre la columna y fijarse a una determinada altura.
- **Cabezal:** Contiene todos los engranajes para poder realizar el avance y desarrollar la velocidad de la broca. Puede deslizarse sobre el brazo para ser fijado a distintas distancias de la columna. (LARREA, 2010),

2.11 Parámetros de diseño

En la práctica, el CAD/CAM se utiliza de diferentes formas, para producción de dibujos y diseño de documentos, animación por computador, análisis de ingeniería, control de procesos, control de calidad, etc. Por tanto, para clarificar el ámbito de las técnicas CAD/CAM, las etapas que abarca y las herramientas actuales y futuras, se hace necesario estudiar las distintas actividades y etapas que deben realizarse en el diseño y fabricación de un producto.

La mayoría de las aplicaciones incluyen diferentes módulos entre los que están modelado geométrico, herramientas de análisis, de fabricación y módulos de programación que permiten personalizar el sistema.

El uso cooperativo de herramientas de diseño y de fabricación ha dado lugar a la aparición de una nueva tecnología denominada “Fabricación Integrada por Ordenador” e incluso se habla de la “Gestión Integrada por Ordenador”, como el último escalón de automatización hacia el que todas las empresas deben orientar sus esfuerzos. Esta tecnología consiste en la gestión integral de todas las actividades y procesos desarrollados dentro de una empresa mediante un sistema informático.

2.12 Variables de diseño

Para convertir un concepto o idea en un producto, se pasa por dos procesos principales, el de diseño y el de fabricación. (LARREA, 2010)

A su vez, el proceso de diseño se puede dividir en una etapa de síntesis, en la que se crea el producto y una etapa de análisis en la que se verifica, optimiza y evalúa el producto creado.

Tabla 6. Proceso de Diseño

FASE DE DISEÑO	HERRAMIENTAS CAD REQUERIDAS
Conceptualización del diseño	Herramientas de modelado geométrico
Modelado del diseño y simulación Análisis del diseño	Las anteriores más herramientas de animación, ensamblaje y aplicaciones de modelado específicas.
Análisis del diseño	Aplicaciones de análisis generales (FEM), aplicaciones a medida
Optimización del diseño	Aplicaciones a medida, optimización estructural
Evaluación del diseño	Herramientas de acotación, tolerancias, listas de materiales
Informes y documentación	Herramientas de dibujo de planos y detalles, imágenes color

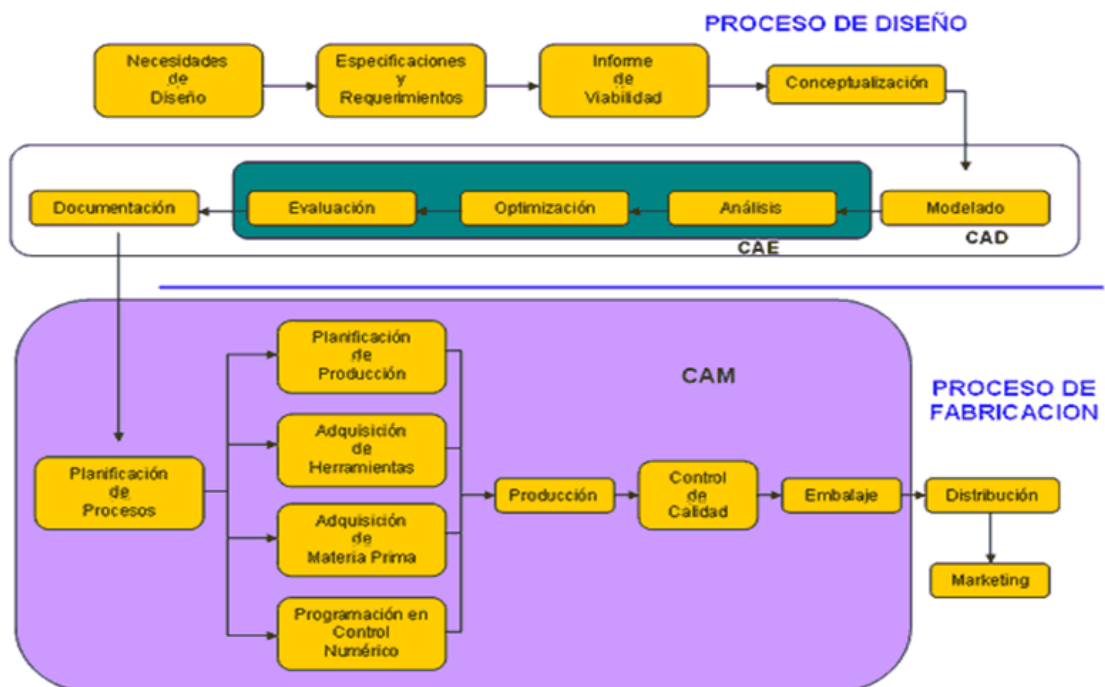
Fuente: (LARREA, 2010)

Tabla 7. Proceso de Fabricación

FASE DE FABRICACIÓN	HERRAMIENTAS CAM REQUERIDAS
Planificación de procesos	Herramientas CAPP, análisis de costes, especificaciones de materiales y herramientas
Mecanizado de piezas	Programación de control numérico
Inspección	Aplicaciones de inspección
Ensamblaje	Simulación y programación de robots

Fuente: (LARREA, 2010)

Figura 6. Integración de los procesos



Fuente: (LARREA, 2010)

2.12.1 Diseño de la pieza. Se entiende como una aproximación física de la pieza o producto que todavía no sea desarrollado, y por tanto un prototipo virtual será aquel que se visualiza a través de la pantalla de un computador y se puede someter a pruebas a través de comandos de un software especializado. Actualmente estos prototipos virtuales son dinámicos, en tres dimensiones, coloridos, equipados con sensores virtuales, permiten evaluar características físicas de materiales, entre otros.

El diseño virtual puede ser simulado a través de diferentes combinaciones de parámetros. Luego se procede a realizar un análisis continuo simulando un entorno de trabajo, hasta encontrar la combinación más satisfactoria, que se adecue al propósito del producto, a las exigencias de calidad que cumplan los requerimientos, y que a la vez permita optimizar la materia prima utilizada.

2.12.2 Construcción de la pieza. Se aborda en esta etapa la fabricación de piezas identificadas para reposición para la rehabilitación del taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM, en la que, en primer lugar se planifican los procesos a realizar y los recursos necesarios, pasando después a la fabricación del producto.

2.12.3 Pruebas y funcionamiento. Una vez fabricadas de piezas identificadas para reposición para la rehabilitación del taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM, se procede al reemplazo de las mismas.

Una vez reemplazadas las piezas, logrando la rehabilitación, se procederá a evaluar la eficiencia del equipo en base a la realización de un informe de las prácticas de prueba y funcionamiento en el taladro radial.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TALLER BÁSICO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA

3.1 Antecedentes

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es una institución de educación superior que tiene su origen en el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, creado según Decreto de Ley No 69-09, del 18 de abril de 1969, expedido por el Honorable Congreso Nacional y publicado en el Registro Oficial No. 173 del 7 de mayo de 1969. Inició sus labores académicas el 2 de mayo de 1972 con las Escuelas de Ingeniería Zootécnica y Licenciatura en Nutrición y Dietética. Luego inauguró la Escuela de Ingeniería Mecánica el 3 de abril de 1973. El 28 de septiembre de 1973 se anexa la Escuela de Ciencias Agrícolas de la PUCE, adoptando la designación de Escuela de Ingeniería Agronómica.

Posteriormente cambia la denominación a Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), mediante Ley No. 1223 del 29 de octubre de 1973, publicada en el Registro Oficial No. 425 del 6 de noviembre del mismo año. El 20 de julio y 24 de agosto de 1978 se crean las Facultades de Química; y la de Administración de Empresas, respectivamente.

El 15 de agosto de 1984 se crean las Escuelas de Doctorado en Física y Matemática. Junto con las Escuelas de Doctorado y Tecnología en Química ya existentes, constituyen la Facultad de Ciencias.

El 28 de Enero de 1999, se crea la Facultad de Informática y Electrónica integrada por las escuelas de Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electrónica y Tecnología en Computación; y, Diseño Gráfico. Actualmente, la ESPOCH cuenta con 37 carreras profesionales distribuidas en 27 escuelas pertenecientes a siete prestigiosas facultades que son: Salud Pública, Ciencias Pecuarias, Mecánica, Recursos Naturales, Ciencias, Administración de Empresas e Informática y Electrónica y dos extensiones académicas en las provincias de Orellana y Morona Santiago. Además, cuenta con varios programas de profesionalización

semipresenciales en importantes ciudades de nuestro país como Ambato, Tena, Puyo, Macas y Francisco de Orellana (Coca).

La ESPOCH es una institución con personería jurídica de derecho público totalmente autónoma, se rige por la Constitución Política del Estado Ecuatoriano, la ley de educación superior y por su propio estatuto y reglamentos internos y tiene su domicilio principal en la ciudad de Riobamba.

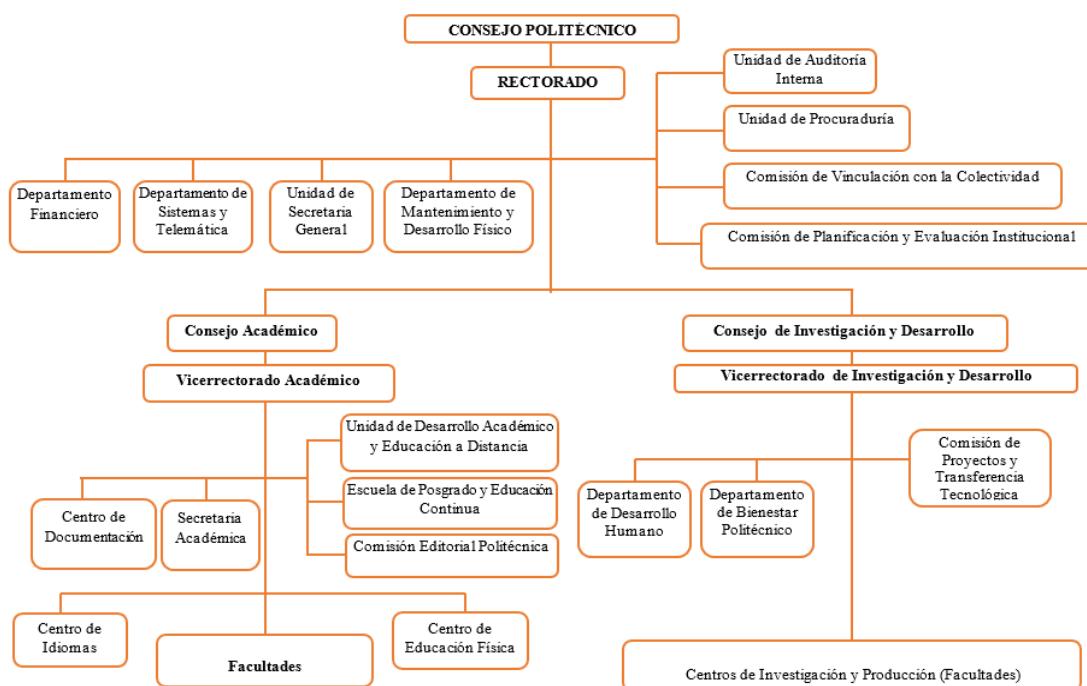
Tabla 8. Descripción de la entidad donde se realizó la investigación

DESCRIPCIÓN	
Nombre	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Información	Institución ecuatoriana de educación superior, con sede central en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Desde 2012 pertenece a la Red Ecuatoriana de Universidades para Investigación y Postgrados.
Dirección	Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Lograr una administración moderna y eficiente en el ámbito académico, administrativo y de desarrollo institucional. • Establecer en la ESPOCH una organización sistémica, flexible, adaptativa y dinámica para responder con oportunidad y eficiencia a las expectativas de nuestra sociedad. • Desarrollar una cultura organizacional integradora y solidaria para facilitar el desarrollo individual y colectivo de los politécnicos. • Fortalecer el modelo educativo mediante la consolidación de las unidades académicas, procurando una mejor articulación entre las funciones universitarias. • Dinamizar la administración institucional mediante la desconcentración de funciones y responsabilidades, procurando la optimización de los recursos en el marco de la Ley y del Estatuto Politécnico. • Impulsar la investigación básica y aplicada, vinculándola con las otras funciones universitarias y con los sectores productivos y sociales. Promover la generación de bienes y prestación de servicios basados en el potencial científico-tecnológico de la ESPOCH.
Misión	"Formar profesionales e investigadores competentes, para contribuir al desarrollo sustentable del país".
Visión	"Ser la institución líder de docencia con investigación, que garantice la formación profesional, la generación de ciencia y tecnología para el desarrollo humano integral, con reconocimiento nacional e internacional".

Fuente: Autor

3.1.1 Estructura general organizacional de la institución

Figura 7. Estructura general organizacional de la institución



Fuente: ESPOCH

3.1.2 *Base Legal.*- La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y sus dependencias: Financiera, Administrativa y de Investigación y Desarrollo, se fundamentan en las políticas, normas, procedimientos e instrumentos establecidos en la Ley y sus reglamentos respectivos, los cuales permiten la ejecución de los objetivos de la Institución y son de estricto cumplimiento, estos se detallan a continuación:

- Constitución de la República del Ecuador.
- Ley Orgánica de Educación Superior y su reglamento general.
- Ley Orgánica del Servidor Público y su reglamento general.
- Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y su reglamento.
- Ley de Régimen Tributario Interno y su reglamento.
- Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
- Código de Planificación y Finanzas Públicas.

- Código de trabajo.
- Estatuto Politécnico y su normativa interna.
- Demás leyes conexas.

Facultades que integran

- Facultad de Administración de Empresas.
- Facultad de Ciencias.
- Facultad de Ciencias Pecuarias.
- Facultad de Informática y Electrónica.
- Facultad de Mecánica.
- Facultad de Salud Pública.
- Facultad de Recursos Naturales.

3.2 Diagnóstico las condiciones actuales de la Facultad de Mecánica

El 7 de septiembre de 1995, la Facultad de Mecánica, crea las Carreras de Ingeniería de Ejecución en Mecánica y de Ingeniería de Mantenimiento Industrial, mediante resoluciones 200 y 200a, del H. C. P.

A partir del 22 junio de 1999, la Facultad de Mecánica, crea la Escuela de Ingeniería Industrial, que viene formando estudiantes y entregando a la sociedad profesionales competitivos, humanistas, éticos, respetuosos de la cultura y el ambiente.

Durante los últimos años se encuentra en un régimen de mejora continua, debido a los cambios efectuados en el sistema educativo superior, además de estar en proceso de acreditación como carrera, debido a esto el personal administrativo, docentes y estudiantes colaboran día a día, para así en conjunto, salir victoriosos ante este proceso de cambio.

Desde entonces a la actualidad la Facultad de Mecánica está integrada por cuatro escuelas que son:

- Ingeniería de Mantenimiento.
- Ingeniería Mecánica.
- Ingeniería Industrial Especialidad Producción.
- Ingeniería Automotriz.

Además 4 talleres principales:

- Taller 1. Procesos de mecanizado o taller básico.
- Taller2. Procesos de soldadura.
- Taller 3. Fundición.
- Taller 4. Centro de diseño y construcciones.

Y laboratorios de:

- Fluidos.
- Ensayos destructivos.
- Ensayos no destructivos.
- Tratamientos térmicos.
- Electrónica.
- Materiales.
- Neumática.
- Sistemas e informática.
- Estudio de arenas de fundición.
- Metrología.

- Física.
- Otros.

3.3 Diagnóstico las condiciones actuales del taller de procesos de mecanizado de la Facultad de Mecánica.

El nivel actual de la tecnología exige cambios frecuentes en los conocimientos, es por eso que en la ESPOCH resulta necesario la actualización permanente de los equipos existentes en los talleres y laboratorios, en virtud de ello en la Facultad de Mecánica se trata de facilitar la mecanización realizando la rehabilitación del Taladro Radial Johannes Kossmann del taller básico, aplicando la tecnología CAD/CAM con el fin de que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en el pensum académico para de esa manera poder desarrollar sus habilidades y destrezas de una manera teórica - práctica.

Considerando que en el Ecuador la constante inestabilidad política y la falta de apoyo a la educación han limitado el desarrollo técnico - científico, el acceso y la actualización de tecnologías que han pasado pero que sin duda alguna ha quedado ese vacío en la enseñanza de los estudiantes por falta de recursos para poner en funcionamiento equipos existentes.

La formación de los estudiantes por lo tanto, ha sido muchas veces criticada por la falta de una consolidación de los conocimientos adquiridos durante el proceso de aprendizaje, afectando la preparación técnica y profesional en la búsqueda de soluciones de forma creativa a los futuros problemas comunes de la vida profesional.

La Facultad de Mecánica debido a las múltiples necesidades del entorno laboral de nuestra región, donde los componentes del proceso pedagógico se orientan y se interrelacionan con los objetivos del profesional y a las áreas de acción correspondiente a la carrera, preparando al estudiante no solo para adquirir un sistema de conocimientos actualizados sino también que desarrolle durante su proceso de formación un conjunto de cualidades y valores ético-morales y sociales entre otros, que los capacite para la adopción de decisiones adecuadas en la solución de los problemas profesionales concretos, de manera creativa y dinámica según las exigencias de la sociedad moderna.

3.4 Diagnóstico las condiciones actuales del taladro radial

Los taladros radiales son considerados como las taladradoras más eficientes y versátiles. Estas máquinas proporcionan una gran capacidad y flexibilidad de aplicaciones a un costo relativamente bajo. Además, la preparación es rápida y económica debido a que, pudiéndose retirar hacia los lados tanto el brazo como la cabeza, por medio de una grúa, se pueden bajar directamente las piezas pesadas sobre la base de la máquina.

Tabla 9. Datos y característica del taladro radial

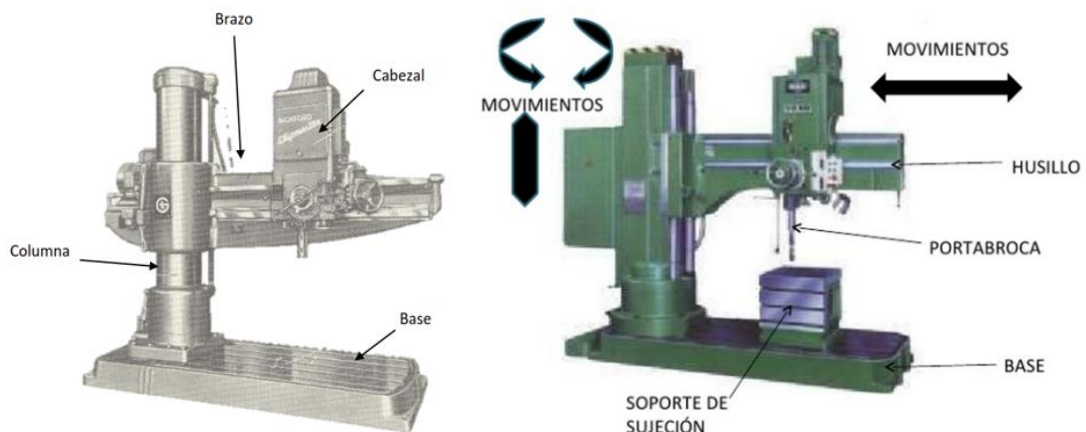
	TALADRO RADIAL	
CÓDIGO: ESPOCH - 11089		
DATOS GENERALES		
MARCA: JOHANNES KOSSMANN	VOLTAJE: 220V	
MODELO: TYPE-28A	AÑO DE FABRICACIÓN: 1978	
Nº DE SERIE: 4961	AÑO DE PRODUCCIÓN: 24-04-1979	
ORIGEN DE FABRICACIÓN: SWEDEN	COSTO DE ADQUISICIÓN:	
DATOS DEL MOTOR		
MARCA: SIEMENS	TIPO: 3 F	
IP:	Hz: 6	
POTENCIA: 2.2 KW	RPM: 32-1655	
VOLTAJE: 200-220V	AMPERAJE: 9.3 A	
CARACTERÍSTICAS GENERALES Max. Altura del piso a la parte superior de la columna de base: 2.180m. Tamaño: base/altura al motor/ altura del cilindro: (1.700x0.760x0.165) m. Peso neto aproximado: 2450 kg		

Fuente: Autor

3.4.1 *Componentes básicos.* Las partes esenciales en un taladro radial son las siguientes:

- Base: Sirve como apoyo de la máquina y también de soporte a la pieza durante el proceso de taladrado.
- Columna: pieza de forma tabular que puede girar alrededor de otra columna fija sujeta a la base.
- Brazo: Soporta todo el peso del cabezal y del motor. Se puede mover de forma vertical sobre la columna y determinarse a determinada altura.
- Cabezal: contiene todos los engranajes para poder realizar el avance y desarrollar la velocidad de la broca. Puede deslizarse sobre el brazo para ser fijado a distintas distancias de la columna.

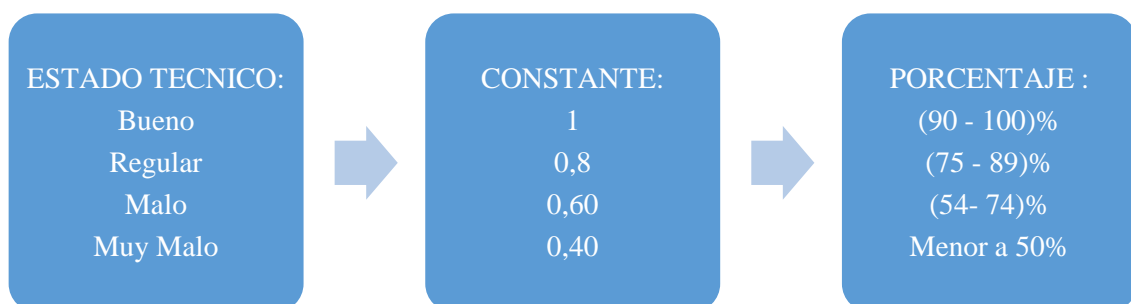
Figura 8. Partes básicas de un taladro radial



Fuente: <http://es.slideshare.net/jmariomunoz/tipos-de-taladros-6844519>

3.4.2 *Evaluación del estado técnico actual del taladro radial*



Figura 9. Criterios para determinar el estado técnico



Fuente: MOROCHO M. Administración del mantenimiento: Riobamba –Ecuador: Documento, 2003.

Pág.15

Tabla 10. Estado técnico del Taladro Radial

	TALADRO RADIAL			
ESTADO TÉCNICO DEL TALADRO RADIAL				
MARCA: Johannes Kossmann		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO	RESPONSABLE DE LA REHABILITACIÓN	
CÓDIGO: ESPOCH - 11089				
MODELO: TYPE-28A		Encargado del taller	Juan Carlos Muyulema	
MANUALES: Si: No: X		PLANOS: Si: No: X		REPUESTOS: Si: No: X
CÓDIGO: SIGNIFICAD		CÓDIGO: SIGNIFICADO		CÓDIGO: SIGNIFICADO
#	ESTADO TÉCNICO	MALO	REGULAR	BUENO
1	Estado del anclaje.		X	
2	Estado de la carcasa.		X	
3	Estado de elementos mecánicos.	X		
4	Funcionamiento de los mecanismos.	X		
5	Estado de las redes eléctricas.	X		
6	Estado del sistema de refrigeración.	X		
7	Estado de los elementos generadores de movimiento.		X	
8	Lubricación.	X		
OPERACIÓN				
Bueno: $0 \cdot 1 = 0$				
Regular: $3 \cdot 0.80 = 2.4$				
Malo: $5 \cdot 0.60 = 3$				
TOTAL = $5.4 / 8 = 0.675 \cdot 100 = 67,5 \%$				
CONCLUSIÓN : Estado Técnico Malo				
TIPO DE SERVICIO REQUERIDO: Rehabilitación				
OBSERVACIÓN: Se observa que hay un desgaste considerable de sus mordazas impidiendo sujetar bien la broca pero además de esto se observa que el husillo presenta un movimiento brusco junto con una leve vibración la cual indica que existe un severo daño en el equipo. Adicionalmente existen tres fallas principales que son las que ocasionan que el equipo no de su rendimiento esperado desgaste del mandril movimiento brusco del husillo desajustes de la base del taladro.				

Fuente: Autor

3.4.3 *Categorización del taladro radial.* La categorización de las máquinas o equipos se determina tomando en consideración 4 aspectos selectivos y 7 parámetros directivos. (MOROCHO, 2009)

Las categorías pueden ser:

Categoría A

Categoría B

Categoría C

3.4.3.1 Aspectos selectivos

INTERCAMBIABILIDAD: Propiedad de ser sustituido por otra

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	IREMPLAZABLE
B	REEMPLAZABLE

IMPORTANCIA PRODUCTIVA

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Imprescindible, su parada afecta más del 50% de su producción
B	Limitante, su parada afecta entre el 10 % y el 50% de su producción
C	Convencional, su parada afecta menos del 10% de su producción

RÉGIMEN DE OPERACIÓN: Forma de participación en el proceso productivo

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Trabaja en un proceso continuo
B	Trabaja en un proceso seriado
C	Trabaja en un proceso alterno

NIVEL DE UTILIZACIÓN

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Muy utilizada
B	Media utilización
C	Poca utilización

3.4.3.2 Parámetros directivos

PARÁMETROS PRINCIPALES DE LA MÁQUINA. Se considera la precisión.

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Alta
B	Media
C	Baja

MANTENIBILIDAD: Facilidad para darle mantenimiento

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Máquina de alta complejidad
B	Máquina protegida
C	Máquina normal en condiciones severas

CONSERVABILIDAD: Facilidad de permanecer en conservación

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Máquina con condiciones especiales
B	Máquina protegida
C	Máquina normal en condiciones severas

AUTOMATIZACIÓN

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Automática (robot, computadora, etc.)
B	Semiautomática
C	Máquina totalmente mecánica

VALOR DE LA MÁQUINA: Comparadas con el parque que se posee

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Alto valor
B	Medio valor
C	Bajo valor

FACILIDAD DE APROVISIONAMIENTO

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Mala
B	Buena
C	Regular

SEGURIDAD OPERACIONAL: Seguridad que el equipo ofrece al entorno

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS
A	Máquina peligrosa
B	Máquina con peligrosidad media
C	Máquina poco peligrosa

3.4.3.3 Políticas de mantenimiento acorde con la categoría de la máquina



CATEGORÍA A: Lograr la máxima disponibilidad de la máquina o equipo, para lo cual se recomienda hacer lo siguiente:

- Mantenimiento predictivo, gran utilización de técnicas de ultrasonido, vibraciones, análisis de aceite, tomografía, etc.
- Mantenimiento preventivo, emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- Mantenimiento correctivo, en el caso de reparaciones imprevistas.

CATEGORÍA B: Reducir los costos de mantenimiento sin que ello perjudique la disponibilidad de la maquinaria o equipo, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

- Mantenimiento predictivo, usarlo solamente en caso necesario.
- Mantenimiento preventivo, emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- Mantenimiento correctivo, en el caso de reparaciones imprevistas.

Tabla 11. Categorización del taladro

	TALADRO RADIAL			
ESTADO TÉCNICO DEL TALADRO RADIAL				
MARCA: Johannes Kossmann	RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO	RESPONSABLE DE LA REHABILITACIÓN		
CÓDIGO: ESPOCH - 11089				
MODELO: TYPE-28A	Encargado del taller	Juan Carlos Muyulema		
ASPECTOS SELECTIVOS	CARACTERÍSTICAS	CATEGORÍA		
		A	B	C
INTERCAMBIABILIDAD	Irreemplazable.	X		
	Reemplazable			
	Intercambiable			
IMPORTANCIA PRODUCTIVA	Imprescindible			
	Limitante.		X	
	Convencional.			
REGIMEN DE OPERACIÓN	Trabajo en un proceso continuo			
	Trabajo en un proceso seriado			
	Trabajo en un proceso alternado		X	
NIVEL DE UTILIZACIÓN	Muy utilizada			
	Media utilizada.		X	
	Poca utilizada			
PARAMETROS DIRECTIVOS				
PARÁMETRO PRINCIPAL DE LA MÁQUINA	Alta			
	Media			
	Baja			X
MANTEANIBILIDAD	Máquina de alta complejidad.			
	Máquina de media complejidad		X	
	Máquina de simple complejidad			
CONSERVABILIDAD	Máquina con condiciones especiales			
	Máquina protegida		X	
	Máquina normal en condiciones severas.			
AUTOMATIZACIÓN	Automática			
	Semiautomática			
	Máquina totalmente mecánica			X
VALOR DE LA MÁQUINA	Alto valor			
	Medio valor.		X	
	Bajo valor			
FACILIDAD DE APROVISIONAMIENTO	Mala			
	Regular.		X	
	Buena			
SEGURIDAD OPERACIONAL	Máquina peligrosa			
	Máquina con peligrosidad media			
	Máquina poca peligrosa			X
CONCLUSIÓN: Categoría B				
<p>OBSERVACIÓN: Reducir los costos de mantenimiento sin que ello perjudique la disponibilidad de la maquinaria o equipo, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento predictivo, usarlo solamente en caso necesario. • Mantenimiento preventivo, emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado. • Mantenimiento correctivo, en el caso de reparaciones imprevistas 				

Fuente: Autor

CATEGORÍA C: Disminuir los costos de mantenimiento a lo menor posible, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

- Mantenimiento predictivo, casi cero
- Mantenimiento preventivo, emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado
- Mantenimiento correctivo, en el caso de reparaciones imprevistas.

3.4.4 Proceso de taladrar. El principio de la operación es perforar o hacer un agujero en una pieza de cualquier material. Se debe ajustar la broca del taladro en su lugar, presionar el botón y hacer presión con la broca sobre el material que se vaya a taladrar. Sin embargo, existen dos diferencias principales. El material del cual está hecha la broca debe ser de una consistencia más sólida, y necesitas tomar algunas precauciones adicionales para protegerte de las chispas y de los restos que puedan volar hacia tu rostro.

En el taladrado se producen virutas en grandes cantidades que deben manejarse con seguridad, lo más importante es familiarizarse con el funcionamiento y las partes principales. Por la gran potencia que ejercen los taladros, tienen que emplearse dispositivos especiales para la sujeción de la pieza de trabajo.

Al taladrar metales se produce una fricción muy grande y por esta razón es recomendable refrigerar con taladrina. Este es un líquido refrigerante compuesto de agua, aceite, antioxidantes y antiespumantes, entre otros.

3.4.4.1 Tipos de trabajos y sus respectivas herramientas. Entre las operaciones que se pueden realizar en un taladro radial y sus respectivas herramientas están:

- Perforaciones o taladrados.
- Escariado.
- Barrenado.
- Avellanado.
- Ajuste.

Tabla 12. Tipos de trabajos en el taladro radial y sus respectivas herramientas

ACTIVIDAD	HERRAMIENTA	ACABADO	DESCRIPCIÓN
Perforaciones o taladrados		*	Orificios que tienen terminado de desbastado, pueden ser rectos o cónicos. Las brocas son herramientas de dos filos y punta.
Escariado	Penetrador o escariador	**	Orificios con gran precisión en sus dimensiones, únicamente se fabrican de manera recta. Los penetradores son herramientas de varios filos para terminado de gran precisión, los que pueden ser manuales o para máquinas herramienta.
Barrenado	Barrena	***	Perforaciones pasantes con terminado de gran calidad, se consideran como operaciones de ajuste, más que de perforación. La barrena es una herramienta sin punta y de varios filos.
Avellanado	Avellanador	*	Herramienta con punta de 75° o 90° que se utiliza para eliminar las orillas de los bordes de un agujero previamente realizado.
Ajuste	Cuchillas de ajuste	****	Herramienta que se coloca en el taladro para dar propiamente un terminado a un barrenado previamente realizado. Las herramientas pueden ser de cuchillas ajustables o de fieltro.

Fuente: <https://cursosmecatronica.files.wordpress.com/2012/06/taladro-radial.pdf>.

3.4.4.2 Accesorios y herramientas. Entre los accesorios básicos para la operación de taladrado, que se pueden instalar en el taladro radial se encuentran los conos morses, dependiendo de las especificaciones de cada máquina o con la ayuda de reductores y los porta-brocas que es un accesorio de acoplamiento con el cono morse. Las herramientas básicas a utilizar son: brocas, broca expansora, etc.

3.4.4.3 Parámetros de corte utilizados. Los parámetros de corte fundamentales que hay que considerar en el proceso de taladrado son los siguientes:

- Elección del tipo de broca más adecuado
- Sistema de fijación de la pieza
- Velocidad de corte (V_c) de la broca expresada de metros/minuto
- Diámetro exterior de la broca u otra herramienta
- Revoluciones por minuto (rpm) del husillo portabrocas
- Avance en mm/rev, de la broca
- Avance en mm/mi de la broca
- Profundidad del agujero
- Esfuerzos de corte
- Tipo de taladradora y accesorios adecuados

3.4.4.4 Ventajas del proceso. Entre las características que presentan ventaja en el proceso de trabajo, en el taladro radial se tienen:

- Operación rápida.
- Combinación entre el movimiento principal o de corte y el movimiento de avance.
- Precisión y acabado superficial mejorados en comparación con fundición/forja.
- Posibilidad de realizar agujeros de diferentes diámetros.

- Diferentes materiales (limitación en materiales muy duros).
- Avance del husillo en modo automático.

3.4.4.5 *Limitaciones del proceso.* Las limitaciones del proceso de trabajo, en el taladro radial se tienen:

- Agujeros con elevada relación longitud/diámetro, longitud/profundidad
- Acabado de agujeros puede ser no suficiente en algunas aplicaciones.

Tabla 13. Diagnóstico de mantenimientos del taladro radial

MANTENIMIENTO	PRESENTE	AUSENTE	OBSERVACIÓN
Programa de mantenimiento preventivo.		X	No se registran mantenimientos por 6 años consecutivos
Codificación de partes y componentes.		X	No se registra codificación de partes y componentes.
Registro de fallas.		X	No se cuenta con un histórico de fallas
Planificación del mantenimiento preventivo.		X	No se registran mantenimientos
Inventario de partes y componentes.	X		
Planes y manuales del fabricante.		X	Inexistencia de Planes y manuales del fabricante.

Fuente: Autor

3.5 Descripción de la falla

El equipo que presenta las fallas es un taladro radial el cual se observa que hay un desgaste considerable de sus mordazas impidiendo sujetar bien la broca pero además de esto se observa que el husillo presenta un movimiento brusco junto con una leve vibración la cual indica que existe un severo daño en el equipo.

En el diagnóstico realizado al taladro radial se observó que existen seis fallas principales que son las que ocasionan que el equipo no de su rendimiento esperado. El desgaste del mandril, deterioro y atascamiento de los controles de velocidad, movimiento brusco del husillo, desajustes de la base del taladro, falta de lubricación, a más de la errónea instalación eléctrica realizada. Al ser fallas que se evidencia durante la evaluación de la maquina deben ser corregidas inmediatamente por lo tal se recomendó realizar una planificación para la rehabilitación.

Por lo tanto en base a lo antes mencionado y aplicando tecnología CAD – CAM, se modela y se construye las piezas determinadas a reposición.

Se debe crear un documento donde se lleve un control del mantenimiento preventivo como es el caso del cambio de aceite ajuste de las máquinas y consumo de energía para establecer parámetros a la hora de detectar fallas.

Por último y no menos importante se debe instruir al operario practicante en manejo de instrumentos de medición como es el caso del pie de rey y flexómetro además brindarle los EPP necesarios para el desarrollo de las labores.

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo, en donde se establezcan controles periódicos con el fin de disminuir los futuros problemas de operación y fallas en el equipo.

CAPÍTULO IV

4. MODELACIÓN DE PIEZAS DETERMINADAS A REPOSICIÓN PARA LA REHABILITACIÓN DEL TALADRO RADIAL CON APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA CAD/CAM.

4.1 Determinación de las piezas determinadas a reposición

Con base en la descripción de la falla detallada en el capítulo 3, correspondiente al “Diagnostico las condiciones actuales del taladro radial Johannes Kossmann”, el cual determina que existen seis fallas principales que son las que ocasionan que el equipo no de su rendimiento esperado. El desgaste del mandril, deterioro y atascamiento de los controles de velocidad, movimiento brusco del husillo, desajustes de la base del taladro, falta de lubricación, a más de la errónea instalación eléctrica realizada, por lo cual se determina que las piezas a reposición son:

Tabla 14. Determinación de las piezas determinadas a reposición

PIEZAS	COMPLEMENTOS	CARACTERÍSTICAS	IMÁGENES
Control de velocidad A	Eje	Acero Inoxidable AISI-310	
	Tapa plástica	Acrilonitrilo Butadieno Estireno ABS	
	Cuerpo	Aluminio	
Control de velocidad B	Eje	Acero Inoxidable AISI-310	
	Tapa plástica	Acrilonitrilo Butadieno Estireno	
	Cuerpo	Aluminio	
Rueda dentada	Cuerpo	Acero Inoxidable AISI 410	

Fuente: Autor

4.2 Modelado de piezas determinadas a reposición con aplicación de tecnología CAD/CAM.

4.2.1 Modelado mediante el software NX. Siemens NX, es un paquete de software CAD/CAM/CAE desarrollado por la compañía Siemens PLM, ofrece a los usuarios grandiosos instrumentos para superar a los opuestos de la innovación en sus procesos de desarrollo de productos digitales, es decir, franquear todas aquellas dificultades que impiden desarrollar productos mejores de manera más rápida y rentable.

NX brinda un conjunto completo y flexible de herramientas de creación, manipulación y análisis de formas y es una parte integral de la solución completa de desarrollo de productos digitales.

Las herramientas de diseño mecánico NX ofrecen una potencia, productividad, flexibilidad y coordinación superiores para el desarrollo de los productos.

Siemens NX cuenta con herramientas como:

- CAD, Diseños geométricos, modelación de sólidos, superficies y redes industriales.
- CAE, cuenta con análisis de elementos finitos en el campo de la ingeniería.
- CAM, desarrollo y simulación de procesos de manufactura hasta de 5 ejes.

Las aplicaciones de utillajes NX aumentan la productividad y la eficacia del diseño a la fabricación mediante la creación de vínculos con modelos de productos para conseguir utillajes, moldes, troqueles y accesorios precisos. Adicionalmente NX ofrece la gama de soluciones de simulación multidisciplinarias más amplia del sector, que permiten sacar el máximo partido a las potentes funciones de preparación de modelos, resolución de problemas y postprocesamiento, incluye soluciones de simulación para todos los modos de fallo primarios de los productos electromecánicos: temperatura, vibración y polvo o humedad.

La facultad de mecánica cuenta con la licencia de siemens NX con su versión actualizada (NX10), esta versión presenta parámetros mejorados y de gran versatilidad para el

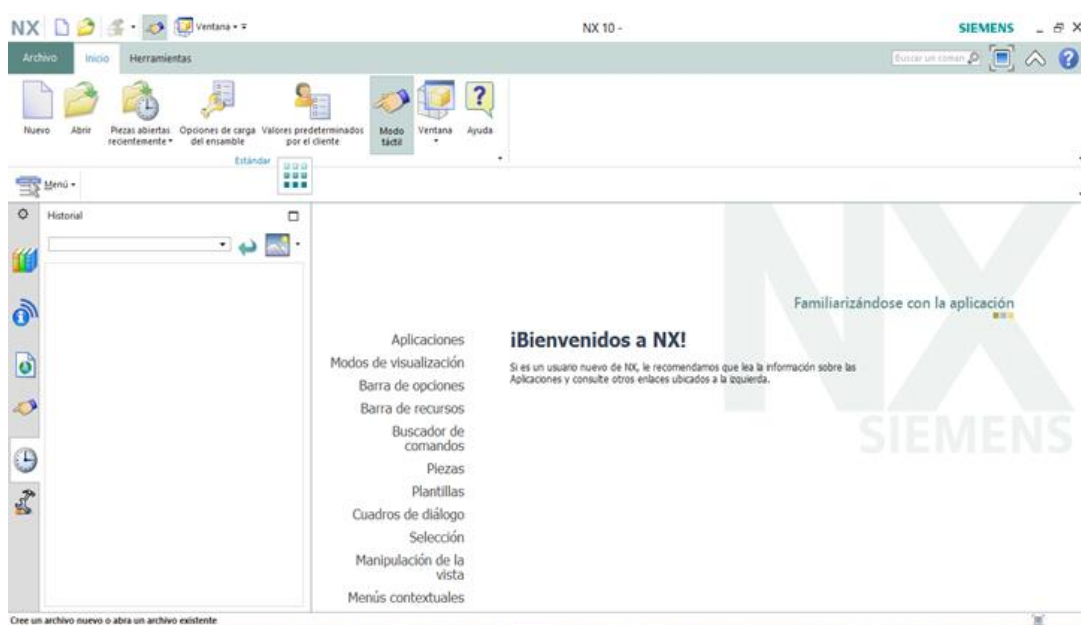
diseñador lo cual permite desarrollar investigación dentro del diseño mecánico. La adaptación de nuevas herramientas como la generación de moldes estandarizados dentro del paquete Moldwizar permite desarrollar el conocimientos en el área de matricería, además de contar con la simulación de procesos la cual indica posibles cuellos de botella dentro del proceso productivo de moldeo por inyección o troquelado; la incorporación del CAE en el software permite el análisis estático, dinámico, electromagnético y térmico lo cual permite reducción de tiempos en el diseño y análisis mejorando su productividad.

Permiten realizar procesos de manufactura desde la generación de códigos ISO para maquinas CNC de dos ejes hasta 5 ejes teniendo gran ventaja sobre los demás software de manufactura, Siemens NX cuenta en su librería con un amplio stock de post-procesadores para todo tipo de maquinaria actual y de no existir el post-procesador permite desarrollar el indicado para cada tipo de máquina.

Para elaborar los diseños se parte NX ofrece varios espacios de trabajo de los cuales se eligió trabajar en el espacio de modelado, en este espacio permite desarrollar croquis en 2D y transformarlos en 3D.

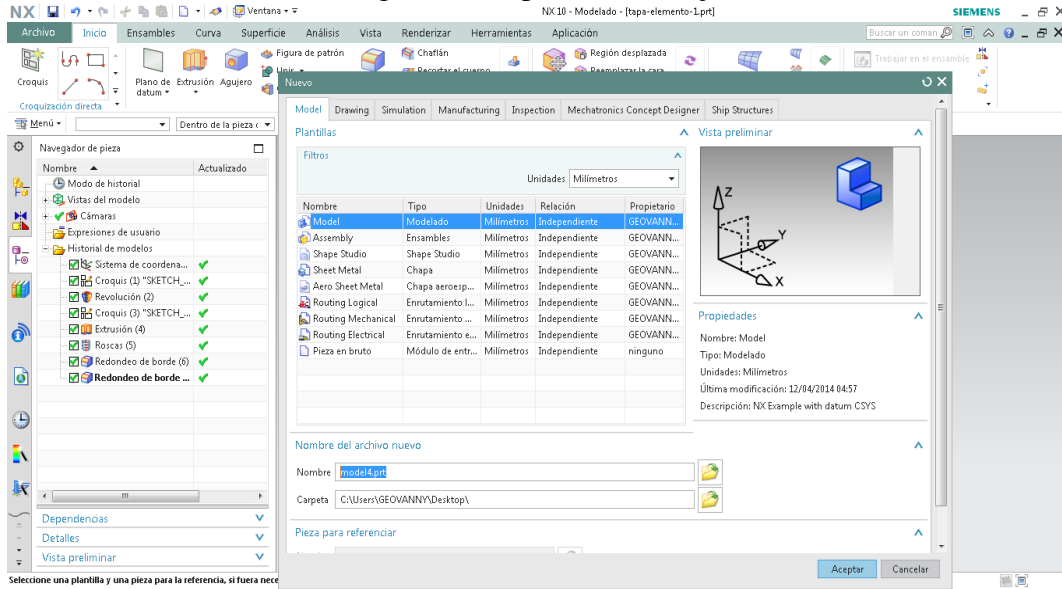
Para iniciar los diseños en 2D se elige el espacio de trabajo para ellos e eligió trabajar en espacio de modelado.

Figura 10. Software NX



Fuente: Autor

Figura 11. Espacio de trabajo



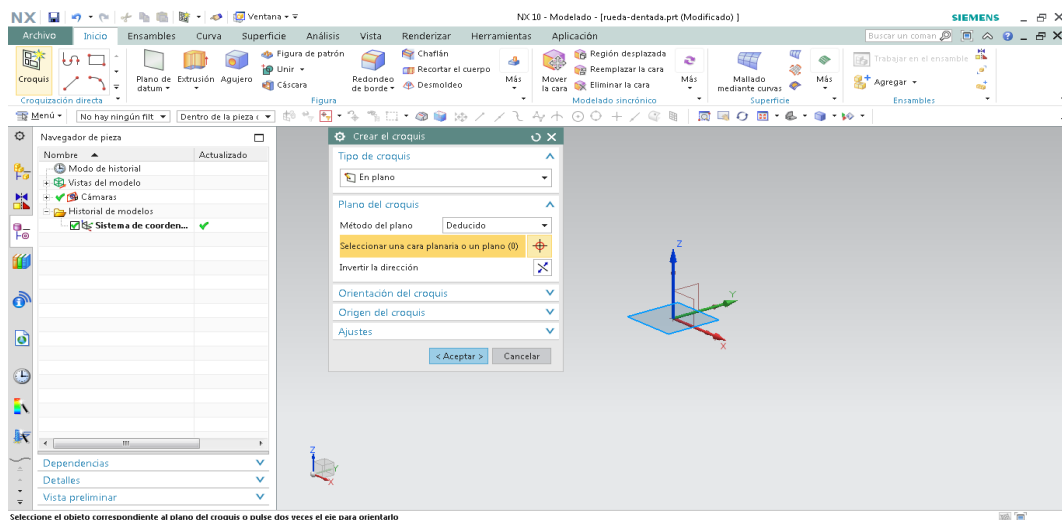
Fuente: Autor

Dentro del espacio de trabajo se procede a la selección del plano de trabajo, NX por defecto ofrece tres espacios de trabajo:

- Plano planta
- Plano alzado
- Plano vista lateral

El plano de trabajo depende del tipo de diseño a realizar con el objetivo de dar una orientación similar a la real.

Figura 12. Plano de trabajo

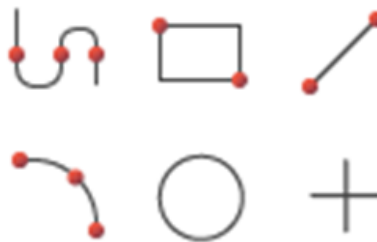


Fuente: Autor

En el espacio de trabajo seleccionado se procede a realizar la geometría del diseño, para cual se genera el plano en 2D esto se realiza con la ayuda de herramientas como:

- Línea
- Rectángulo
- Circunferencia
- Cotas rápidas

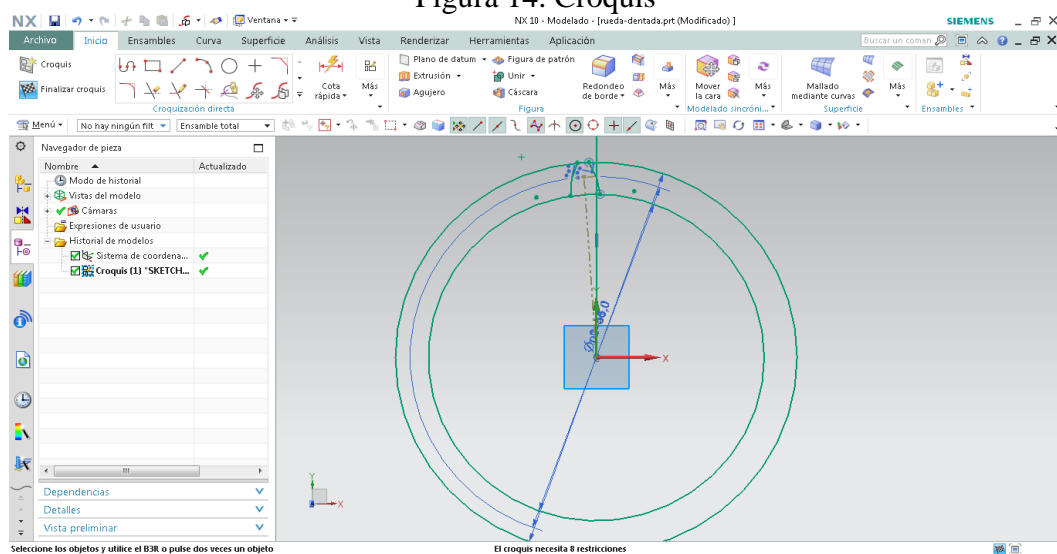
Figura 13. Herramientas



Fuente: Autor

Las nuevas funcionalidades específicas de la industria de NX 10 CAM permiten que los ingenieros programen más rápido y que las piezas mecanizadas tengan mayor calidad. Las nuevas estrategias de desbaste dinámicamente ajustadas se adaptan de forma automática a la geometría de la pieza para permitir mejores mecanizados moldes y matrices.

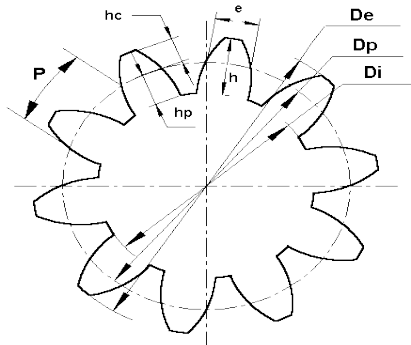
Figura 14. Croquis



Fuente: Autor

Al diseñar e inspeccionar dientes de engranes, se deben conocer varias propiedades especiales; las figuras siguientes señalan dichas propiedades que se definirán a continuación.

Figura 15. Propiedades del diente del engrane



Fuente: Norma Americana Estándar A.G.M.A.

Fórmulas para la elaboración de ruedas dentadas según la norma Americana estándar A.G.M.A (Asociación americana de fabricación de engranajes)

Datos:

H: altura del diente

De: diámetro exterior

L: altura de la cabeza del diente

Di: diámetro interior

I: altura del pie del diente

Dp: diámetro primitivo

E: espesor del diente

Z: número de dientes

C: espacio entre dientes

M: modulo

R: radio del pie del diente

P: paso

Formulas:

$$h = 2,167xM \quad (1)$$

$$L = 2, M \quad (2)$$

$$I = 1,167xM \quad (3)$$

$$P = \pi xM \quad (4)$$

$$e = 0,5xP \quad (5)$$

$$c = 0,5xP \quad (6)$$

$$De = Dp + 2M \quad (7)$$

$$De = Mx(Z + 2) \quad (8)$$

$$Dp = MxZ \quad (9)$$

$$Di = Dp - (2xI) \quad (10)$$

$$M = \frac{De}{Z + 2} \quad (11)$$

Calculo para una rueda de 24 dientes rectos.

Datos:

Z: 24

M: 2

Fresa: 4

$$I = 1,167xM \quad (\text{Utilizando la F\u00f3rmula: 3})$$

$$I = 1,167x2$$

$$I = 2,167 \text{ mm}$$

$$De = Mx(Z + 2) \quad (\text{Utilizando la F\u00f3rmula: 7})$$

$$De = 2x(24 + 2)$$

$$De = 52 \text{ mm}$$

$$Dp = MxZ \quad (\text{Utilizando la F\u00f3rmula: 9})$$

$$Dp = 2x24$$

$$Dp = 48 \text{ mm}$$

$$Di = Dp - (2xI) \quad (\text{Utilizando la F\u00f3rmula: 10})$$

$$Di = 48 - (2x2,167)$$

$$Di = 43,332 \text{ mm}$$

$$P = \pi xM \quad (\text{Utilizando la F\u00f3rmula 4})$$

$$P = \pi x2$$

$$P = 6,28 \text{ mm}$$

$$h = 2,167xM \quad (\text{Utilizando la F\u00f3rmula 1})$$

$$h = 2,167x2$$

$$h = 4,334 \text{ mm}$$

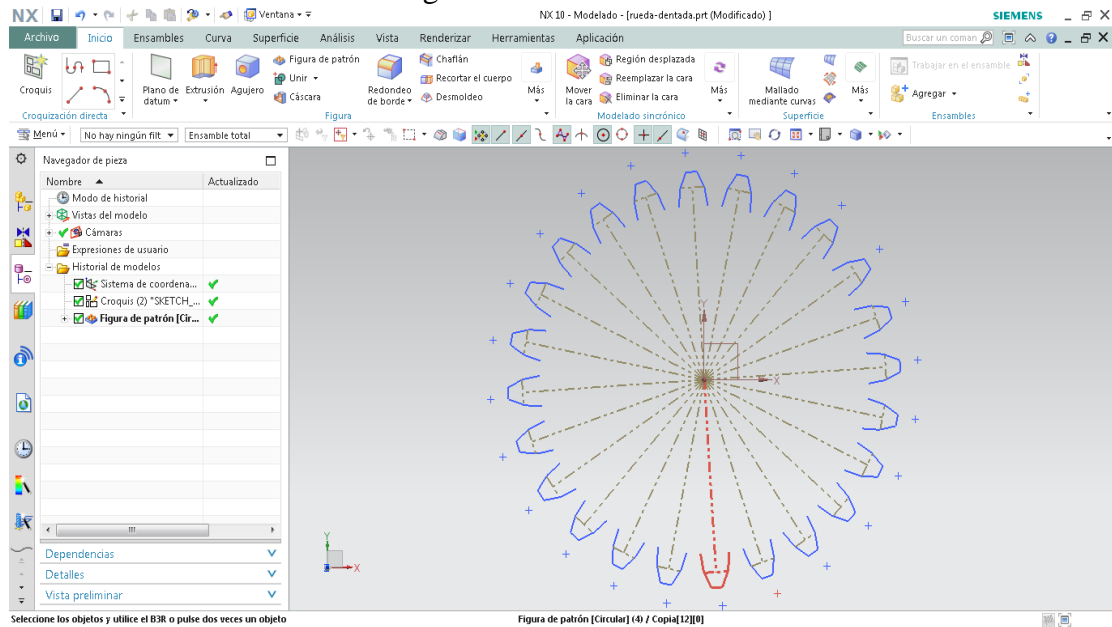
$$e = 0,5xP \quad (\text{Utilizando la F\u00f3rmula 5})$$

$$e = 0,5x6,28$$

$$e = 3,14 \text{ mm}$$

Para la generar diseños complejos existe herramientas que permite realizar copias de un elemento alrededor de un punto, en este caso se necesita generar lo dientes de la rueda dentada para esto existe la operación matriz circular.

Figura 16. Matriz circular



Fuente: Autor

Finalizado el diseño en 2D se procede a crear la forma del diseño para lo cual existe herramientas de diseño como:

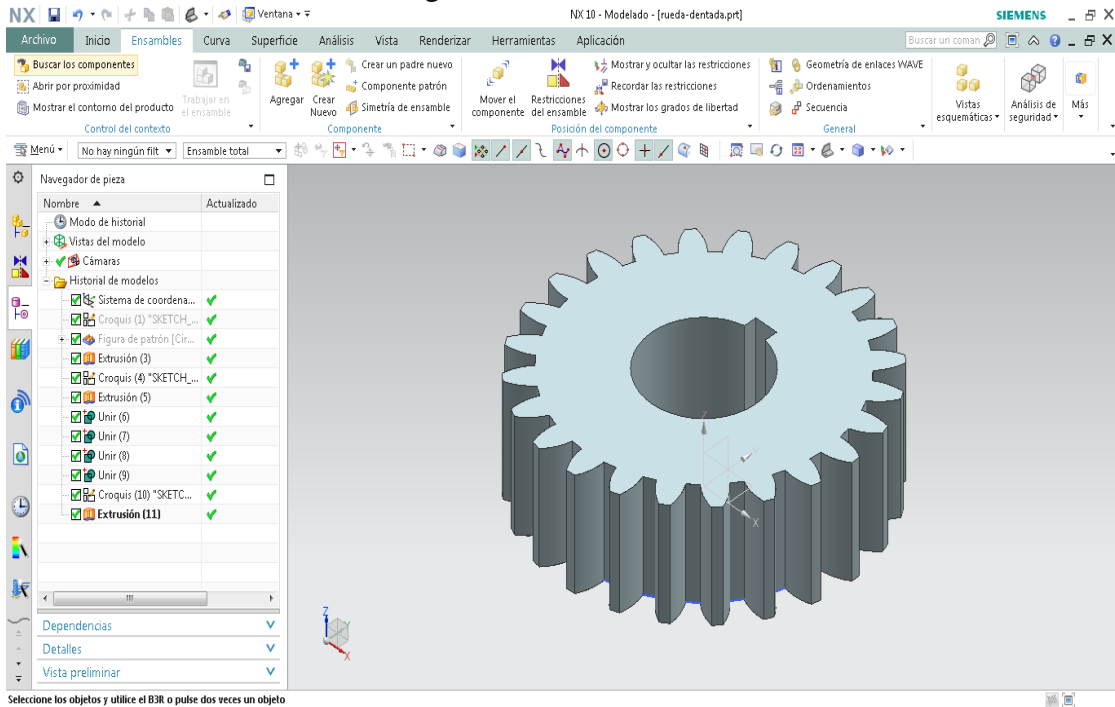
- Extrusión
- Barrido
- Revolución
- Superficies

Con la ayuda de estos iconos se diseñan los elementos mecánicos y se emplean acorde al tipo de requerimiento.

Realizamos una matriz circular. Para ello, seleccionaremos la opción figura de patrón. Seleccionaremos una disposición circular en selección de la figura haremos clic sobre la extrusión, seleccionamos el punto centrar de la rueda dentada. Con esto hemos dicho que

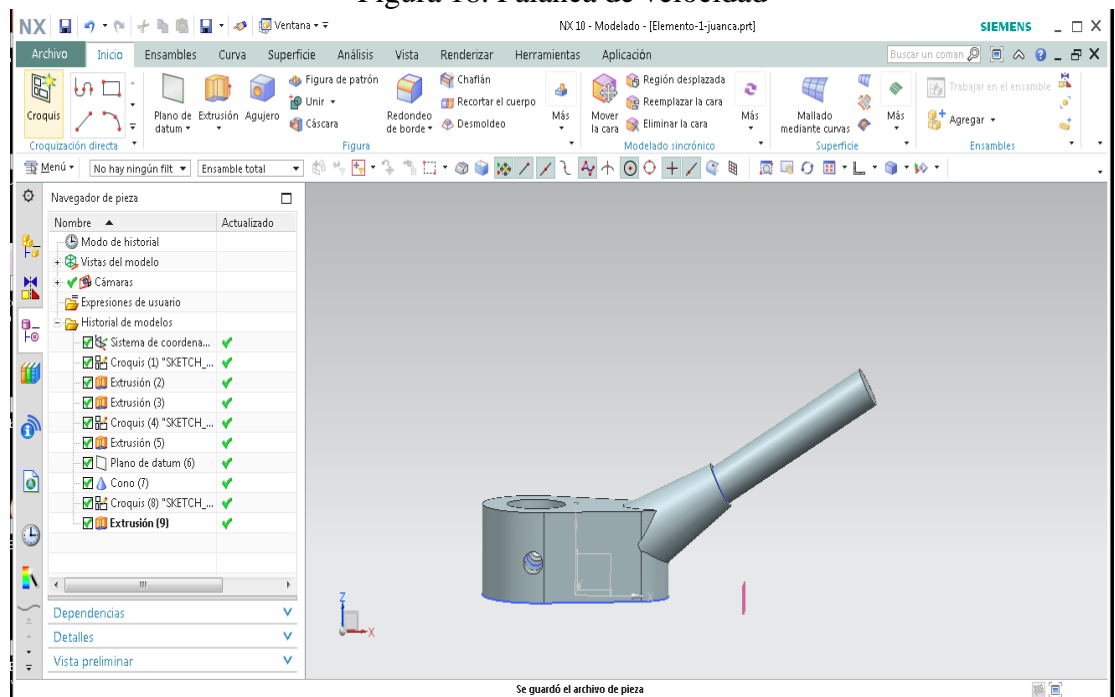
queremos que se repita la extrusión alrededor de la rueda respecto al punto central de la misma. En recuento pondremos el número de veces que se desea que aparezca esta figura, contando con la figura original.

Figura 17. Rueda dentada



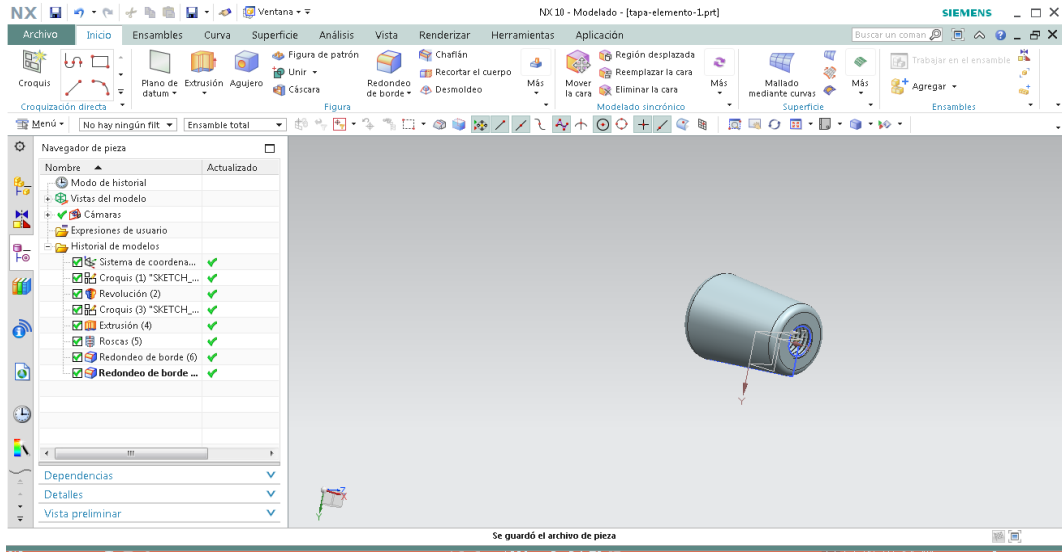
Fuente: Autor

Figura 18. Palanca de velocidad



Fuente: Autor

Figura 19. Tapa plástica



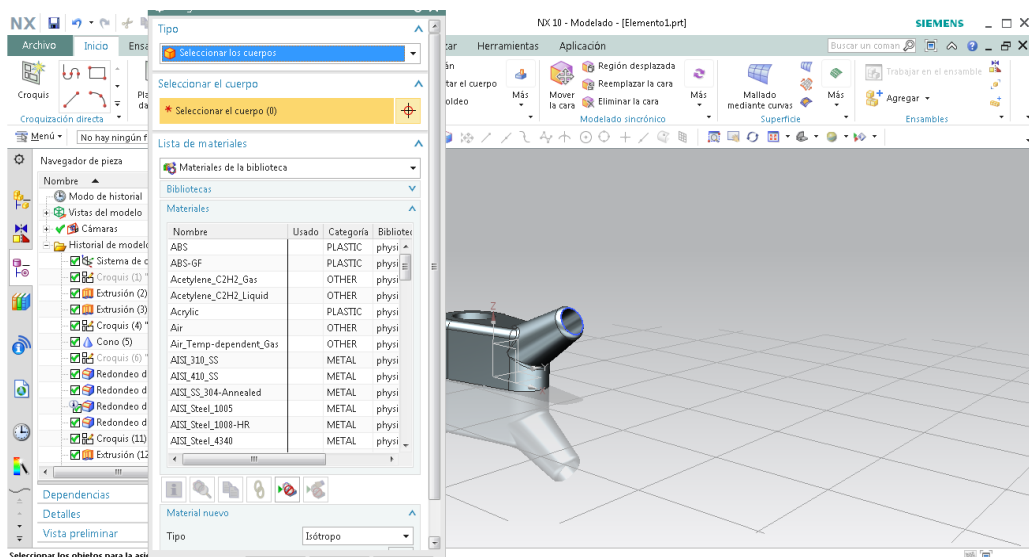
Fuente: Autor

Estos son los diseños a ser sustituidos en el taladro la escala de trabajo es 1:1, las formas de cada elemento son distintas ahí la utilización de las herramientas de 3D para dar la forma real a los elementos.

Como parte final y para agregarle mayor realismo se le agrega material a cada uno de los elementos, NX cuenta con una librería de todo tipo de materiales y aleaciones.

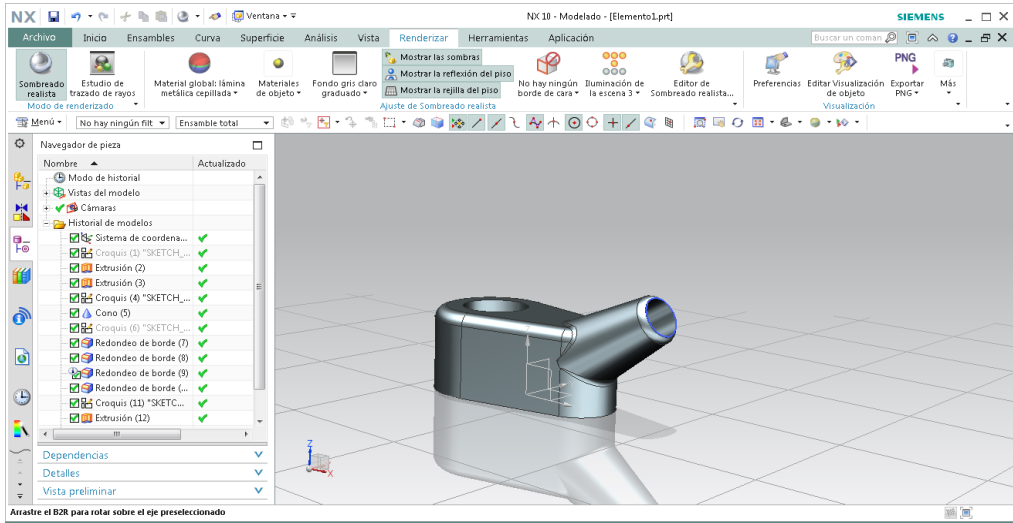
NX cuenta con una librería de materiales lo que permite una selección acorde al material que se va a trabar permitiendo desarrollar el CAE de una manera similar a la real.

Figura 20. Biblioteca de materiales



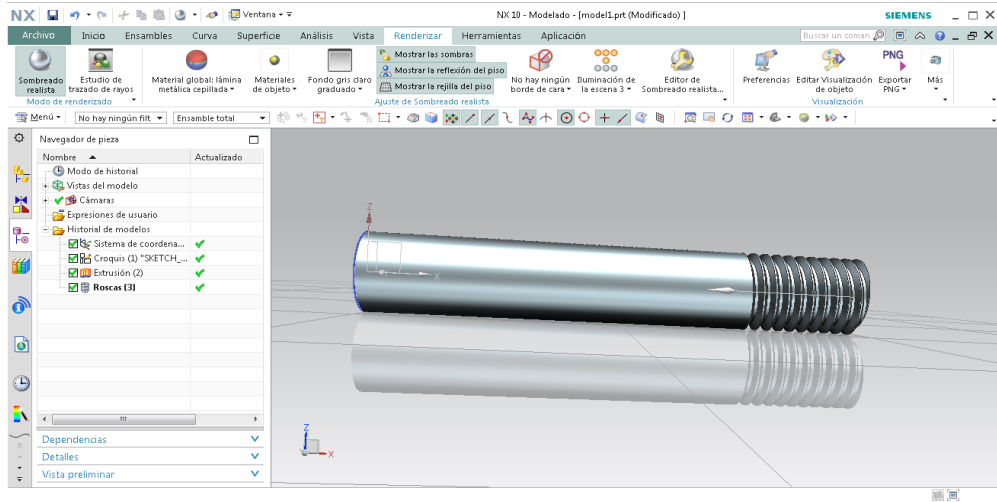
Fuente: Autor

Figura 21. Material aluminio de Palanca de velocidad



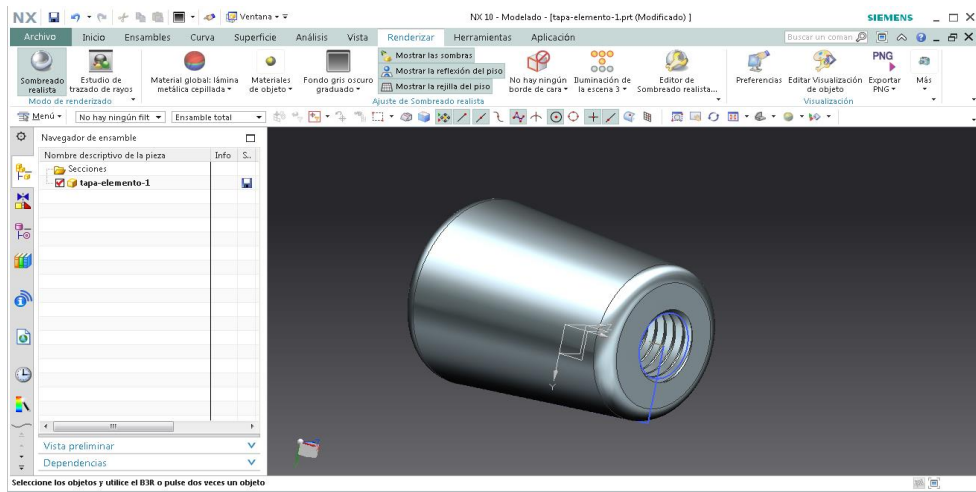
Fuente: Autor

Figura 22. Material AISI-310 eje



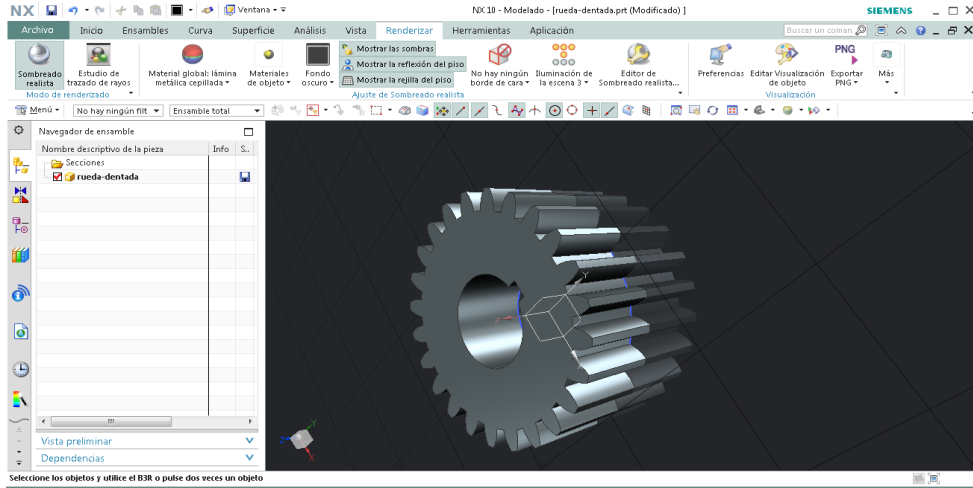
Fuente: Autor

Figura 23. Material plástico ABS tapa plástica



Fuente: Autor

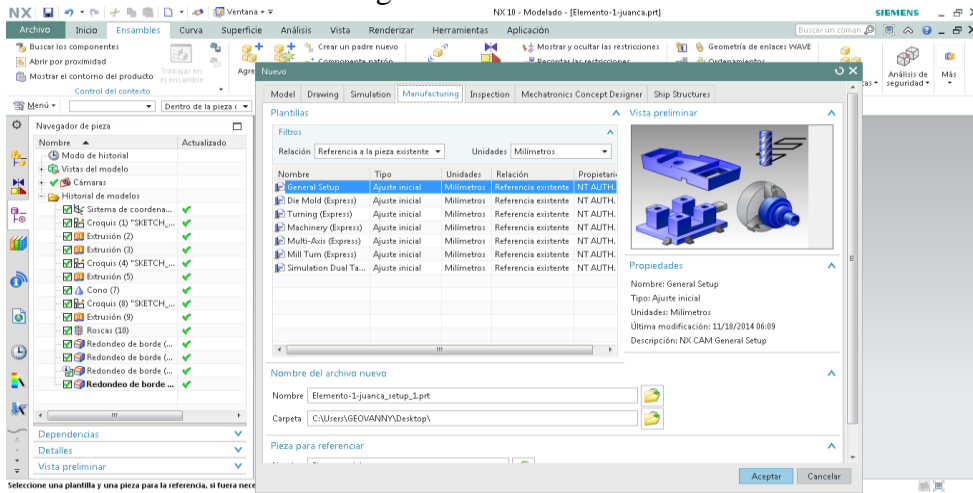
Figura 24. Material AISSI 410 rueda dentada



Fuente: Autor

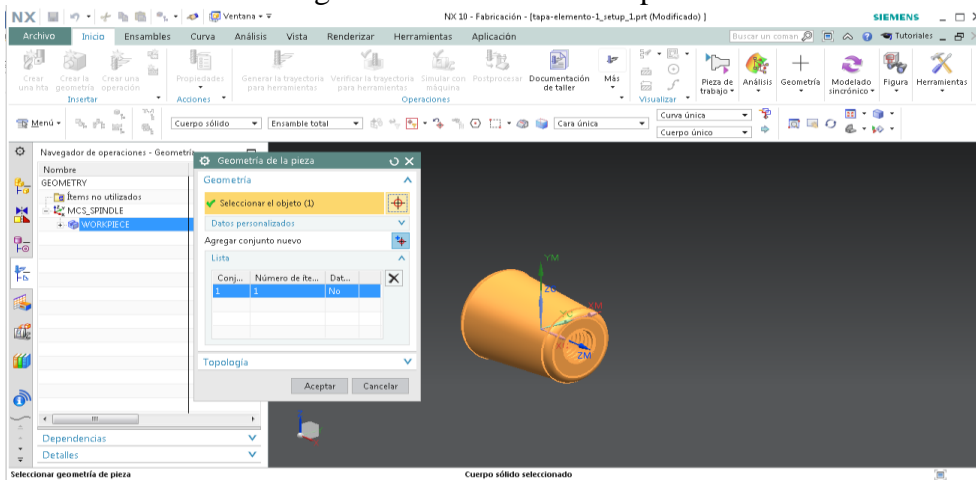
4.2.2 Proceso de manufactura

Figura 25. Fabricación



Fuente: Autor

Figura 26. Geometría de la pieza

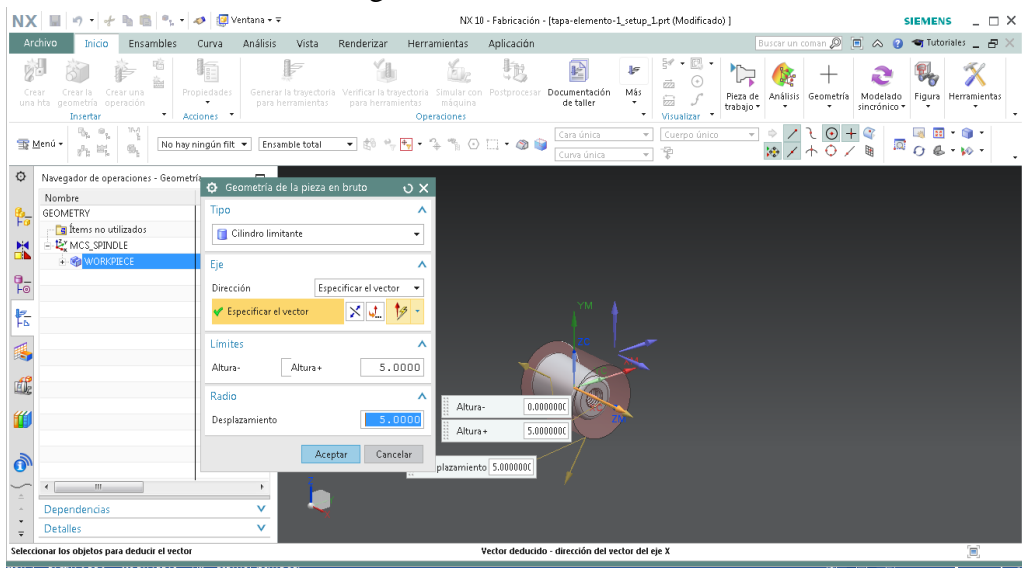


Fuente: Autor

Cuando se abre el espacio de trabajo de fabricación el primer paso es designar la geometría de la pieza a mecanizar sirve para indicar cuál es la pieza que se va a procesar.

Determinada la geometría se procede añadir la pieza en bruto, aquí se designa la sobredimensión del material se debe tomar en cuenta dar un sobre material para poder sujetar en el mandril del torno.

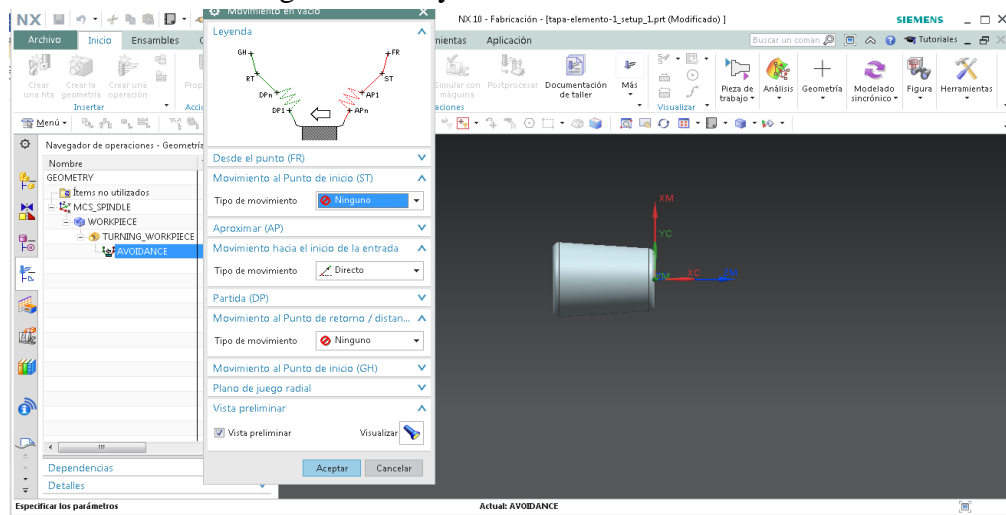
Figura 27. Sobredimensión



Fuente: Autor

Parte fundamental en el proceso de manufactura es el avance en vacío de la herramienta en esta operación se indica desde que punto la herramienta se va a trasladar con movimiento rápido hasta llegar hacer contacto con la pieza.

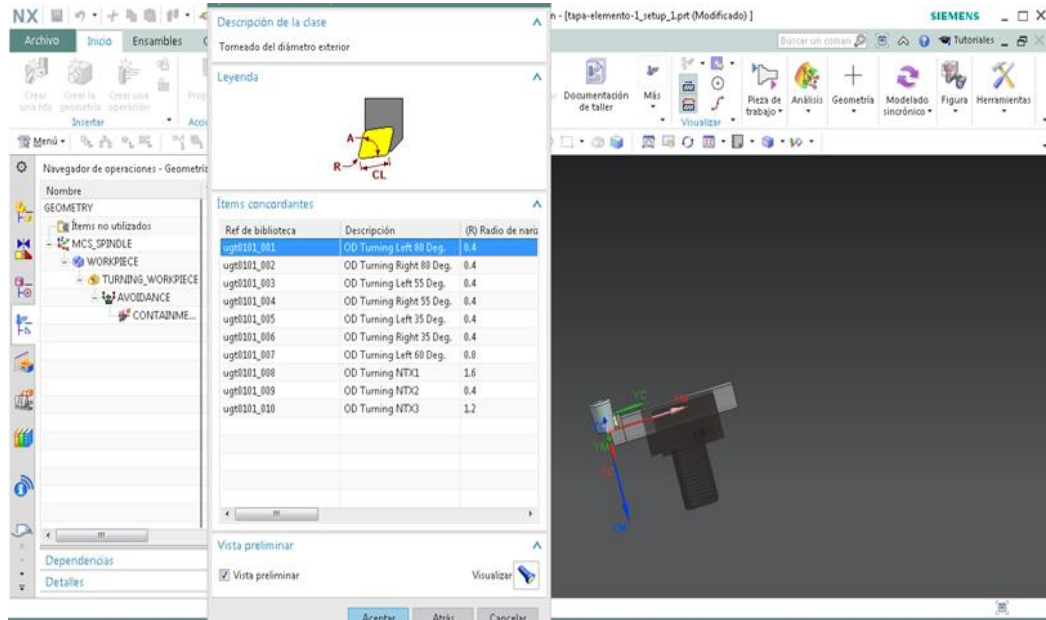
Figura 28. Trayectoria de la herramienta



Fuente: Autor

Con los parámetros ya designados se procede a la creación de las herramientas para el mecanizado. Hay que tener en cuenta que tipo de mecanizado se va realizar para la creación.

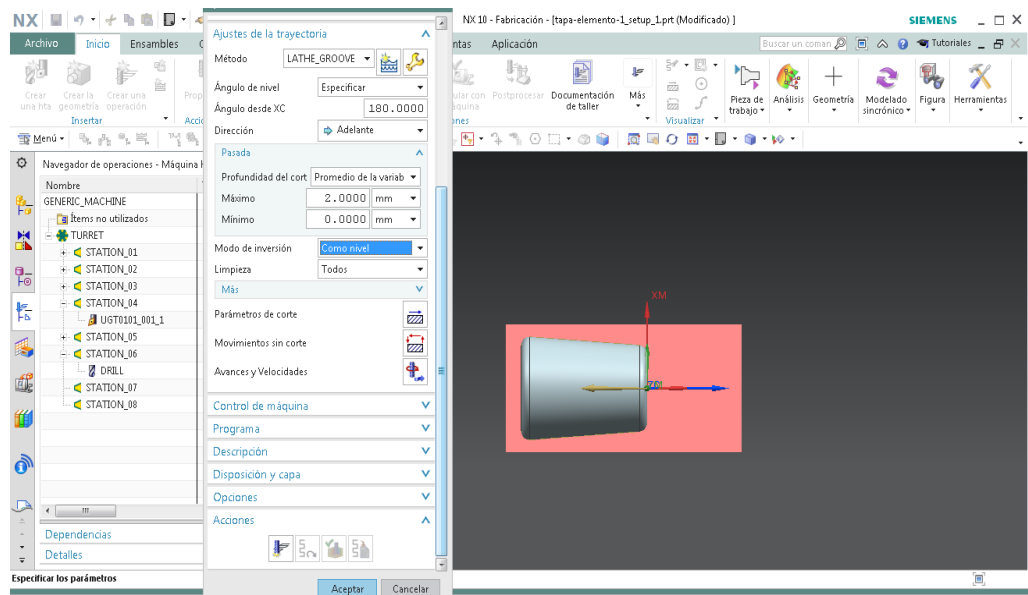
Figura 29. Herramientas



Fuente: Autor

Con todas las herramientas listas en la torreta del torno se procede a la elaboración de las operaciones de corte aquí se indican la profundidad de cada corte las velocidades del husillo.

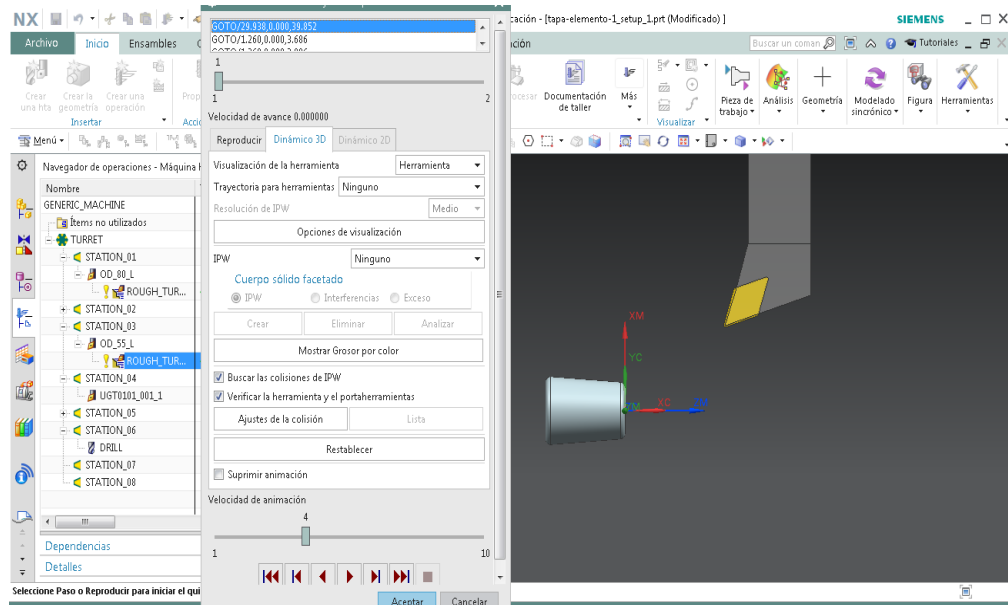
Figura 30. Crear operación



Fuente: Autor

Esta primera operación es una operación de desbaste, aquí la herramienta va dejar un sobre material de 2 décimas de milímetro, con otra herramienta de menor ángulo de incidencia se procede a generar el acabado la pieza obteniendo la dimensión deseada.

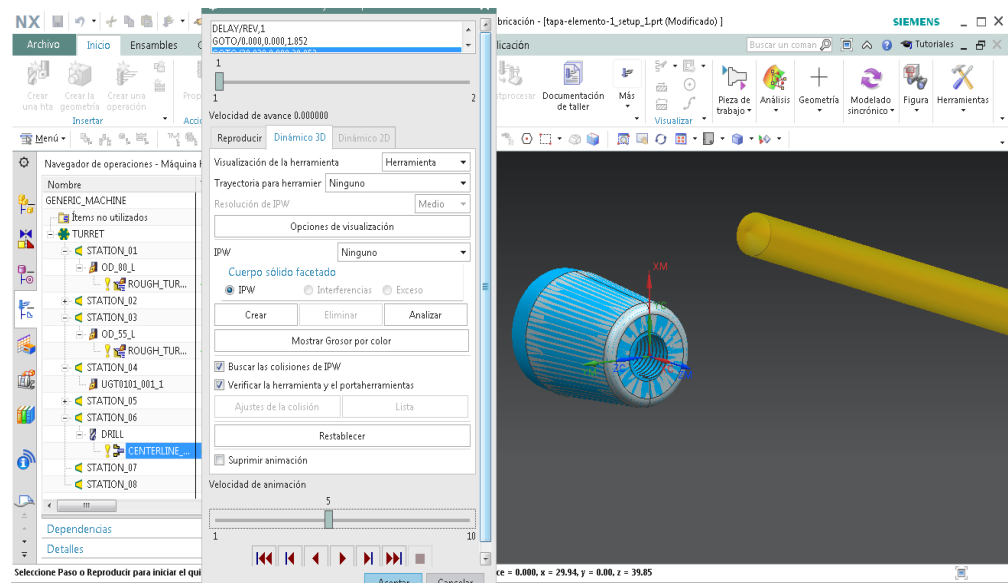
Figura 31. Operación de acabado



Fuente: Autor

Como último paso que la perforación en la parte inicial de la pieza que va ser roscada el proceso de manufactura cambia solo por el tipo de herramienta y se indica la distancia que se pretende taladra de lo cual se obtuvo el resultado de la pieza terminada.

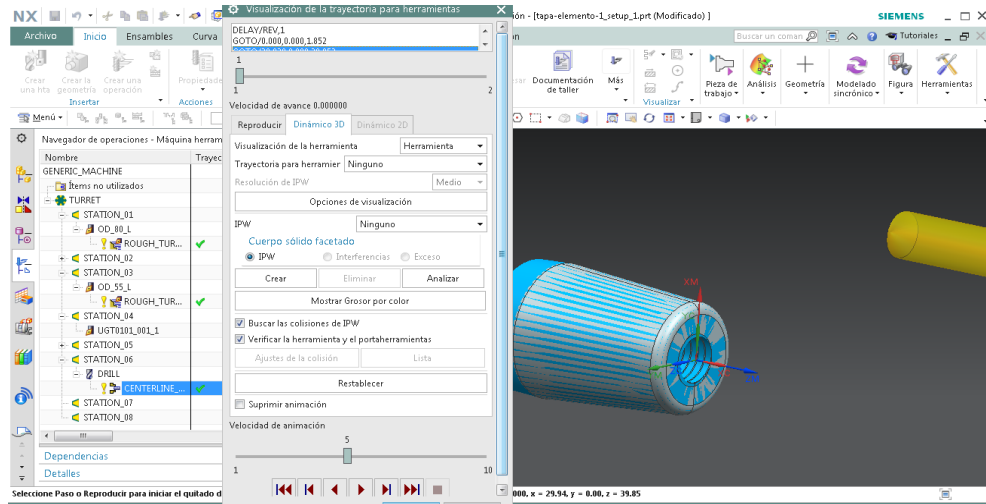
Figura 32. Taladrado



Fuente: Autor

Como proceso de verificación se realiza la simulación combinada de todos los procesos creados aquí se verifica en correcto funcionamiento del programa previa a la generación de códigos G.

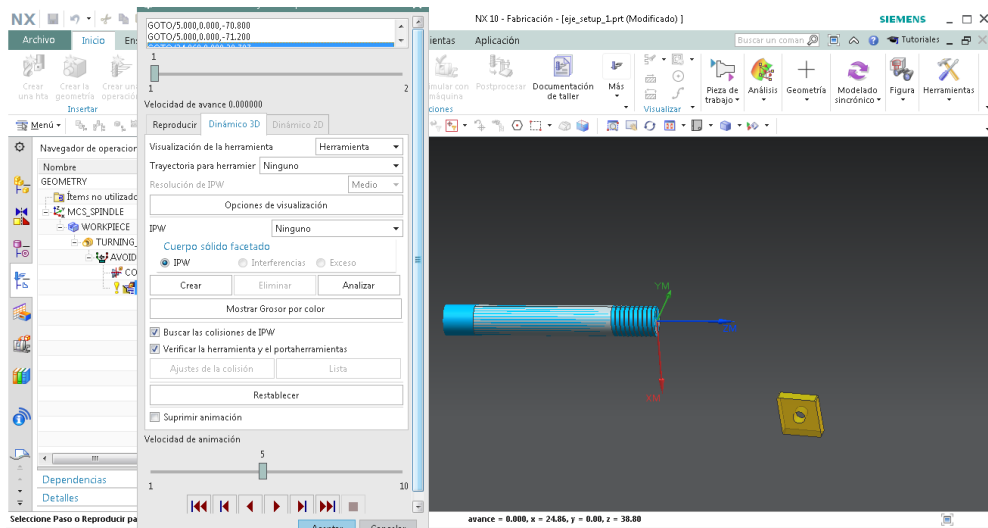
Figura 33. Simulación



Fuente: Autor

Como parte final del proceso de manufactura es post-procesar la programación para obtener los códigos ISO que sirven para ingresar en la maquina CNC que va a realizar la manufactura.

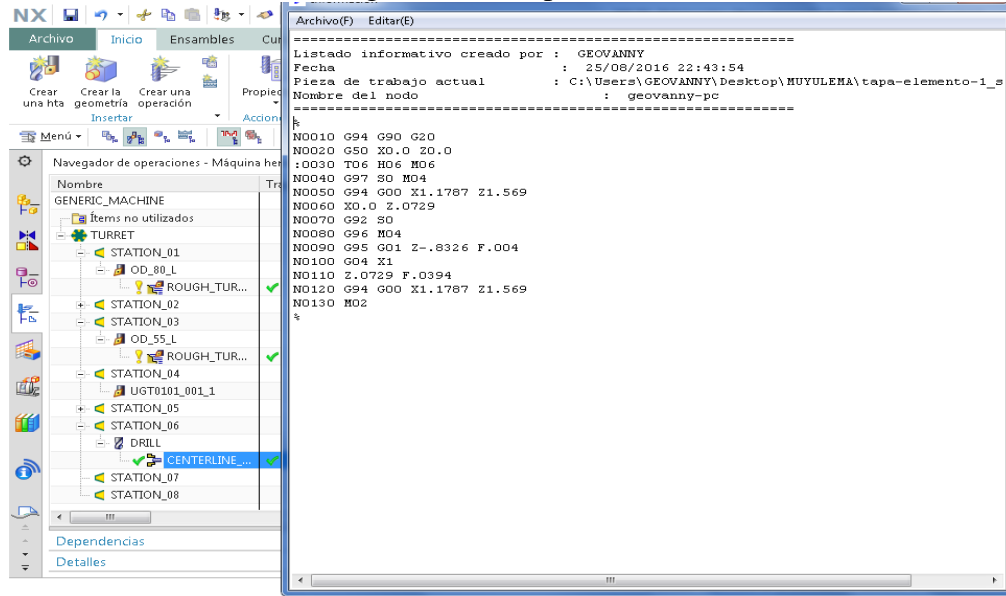
Figura 34. Mecanizado eje



Fuente: Autor

Como parte final del proceso de manufactura es post-procesar la programación para obtener los códigos ISO que sirven para ingresar en la maquina CNC que va a realizar la manufactura.

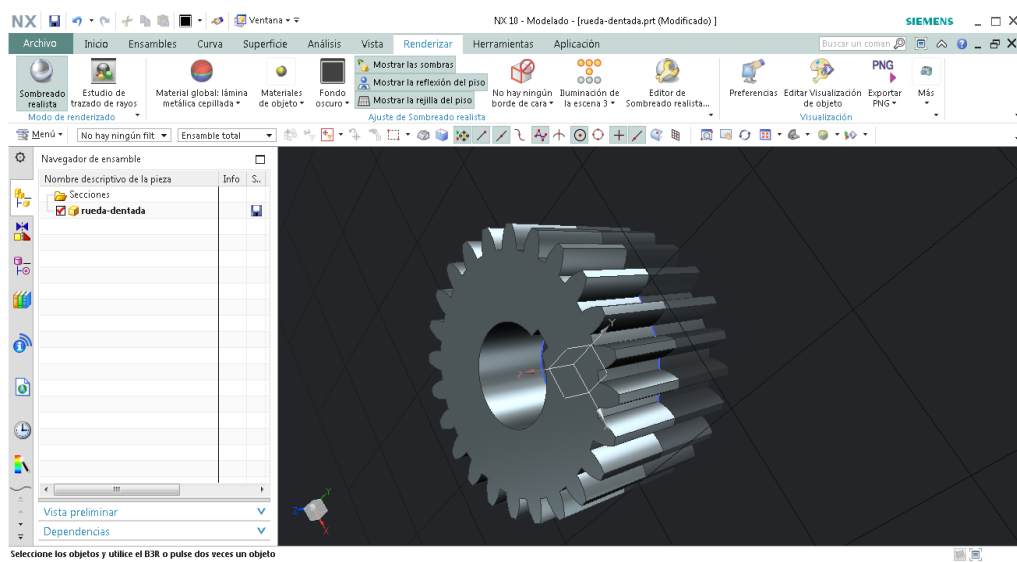
Figura 35. Post-procesador



Fuente: Autor

El proceso de manufactura de la rueda dentada es distinto para poder fabricar es necesario realizarla en una fresa con árbol de fresa y la utilización de un cabezal divisor el que permite generar los paso de los dientes la rueda

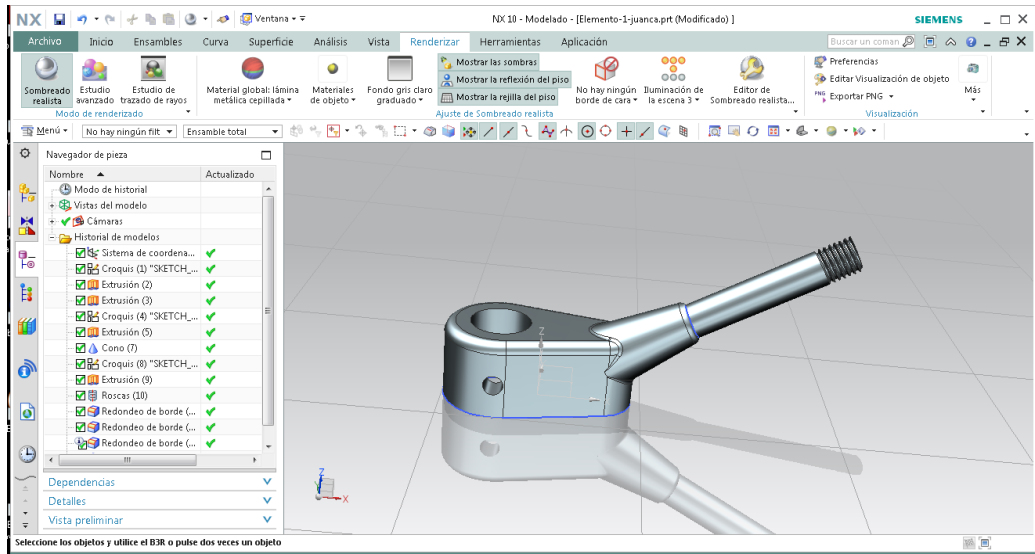
Figura 36. Manufactura de la rueda



Fuente: Autor

Y para la obtención de la palanca de velocidades se obtiene de una proceso combinado el eje que es acoplado con la tapa es fabricado en un torno convencional, cuando está listo el eje se le incorpora en el molde de la base, la base es obtenida por medio del proceso de fundición se vierte la colada se deja enfriar y se obtiene el elemento.

Figura 37. Manufactura de la palanca de velocidades



Fuente: Autor

4.3 Procesos de rehabilitación del taladro radial con aplicación de tecnología CAD/CAM.

4.3.1 *Reposición de piezas.* Una vez fabricadas las piezas identificadas para reposición para la rehabilitación del taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM, se procede al reemplazo de las mismas.

Figura 38. Piezas destinadas a reposición



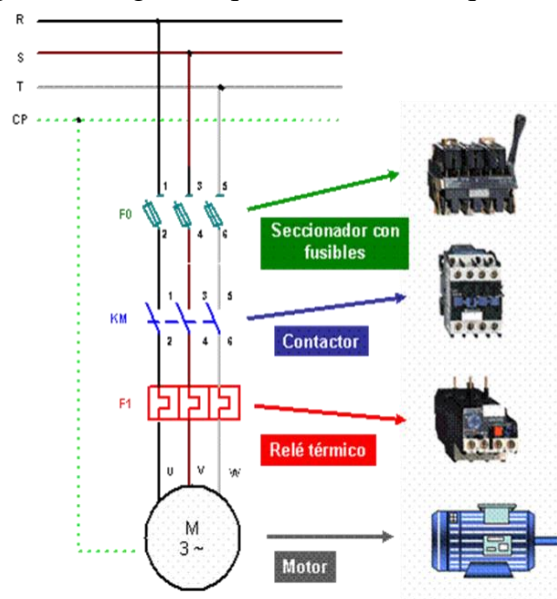
Fuente: Autor

4.3.2 *Instalación eléctrica realizada.* Para la instalación eléctrica se utilizó un sistema de arranque directo de la red. Como su nombre indica, el motor se conecta directamente a la red de su tensión nominal, y con la conexión adecuada para dicha tensión (estrella o triángulo). En el caso de que su potencia supere 1 (CV), debe de ser un motor cuya relación IA/IN no supere los valores establecidos por el REBT en ITC-BT- 47 (IA: corriente de arranque).

Se aprecia en el esquema de un arranque directo. Normalmente el responsable de la conexión entre el motor y la red es un contactor tripolar de la clase AC3 (para cargas inductivas), gobernado por un circuito de mando o control, que puede ser cableado o programable. Aguas arriba es habitual algún dispositivo de corte para aislar el motor de la red; en este caso es un seccionador. Además de aislar el seccionador incorpora fusibles, para la protección frente a cortocircuitos.

El relé térmico es un dispositivo de protección frente a sobrecargas de intensidad, producidas por pares de carga mayores del nominal que originan que el motor funcione a menos velocidad, más deslizamiento y más intensidad. Este dispositivo en el caso de detectar una sobrecarga, desconecta la bobina del contactor y este a su vez, desconecta el motor de la red. Existen también otras alternativas, como el uso de guardamotores, que protegen frente a cortocircuitos y frente a sobrecargas, sustituyendo al seccionador-fusibles y al relé térmico.

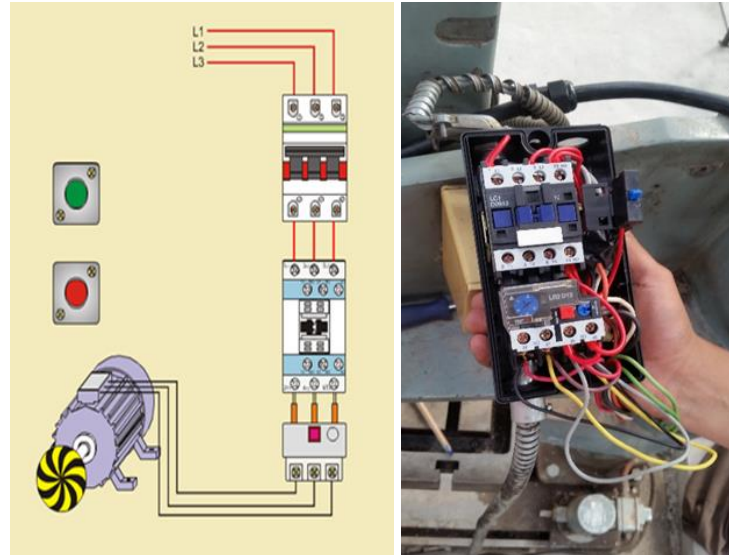
Figura 39. Figura esquema de un arranque directo



Fuente: Autor

El funcionamiento del automatismo de arranque mediante pulsadores, se aprecia en la siguiente gráfica.

Figura 40. Representación del funcionamiento del automatismo de arranque



Fuente: Autor

El circuito de mando para controlar el arranque directo de un motor trifásico, realizando la protección frente a sobrecargas mediante relé térmico. La maniobra marcha paro se realiza mediante el contacto SPST de un termostato.

4.4 Pruebas y funcionamiento

La rehabilitación del taladro radial se dio corrigiendo las seis fallas principales que son las que ocasionaron que el equipo no de su rendimiento esperado. Se dio mantenimiento al mandril, modelado y construcción de los controles de velocidad, se corrigió el movimiento brusco del husillo, se ajustó la base del taladro, se realizó la lubricación, a más de la instalación eléctrica. Al ser fallas que se evidenciaron durante la evaluación de la maquina se programó realizar una planificación para la rehabilitación, Una vez remplazadas las piezas, logrando la rehabilitación del taladro radial se procede a evaluar la eficiencia del equipo en base a indicadores.

Adicionalmente se diseña un plan de mantenimiento preventivo, en donde se establecieron los controles periódicos con el fin de disminuir los futuros problemas de operación y fallas en el equipo.

4.4.1 Informe de las prácticas de prueba y funcionamiento en el taladro radial

	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA TALLER BÁSICO			
	PRACTICAS DE: Taladrado	FECHA: 05/09/2016	E.I.I.	

1. Resumen:

Esta práctica se puede dividir en dos partes, el taladrado y el roscado manual de una placa metálica.

En la primera parte, con la ayuda de un compás, un rayador y una regla (todos metálicos), obtenemos los puntos donde se realizara la perforación. Con la ayuda del granete y un martillo, marcamos el punto que va a direccionar el taladrado. Se verifica en tablas cual debe ser el diámetro de la broca para el roscado a realizar, y traemos las brocas a usar, para tenerlas a la mano y realizar el cambio rápido de ellas. Sujetamos firmemente la placa a la mesa con la ayuda de una prensa. Instalamos la broca en el mandril porta-broca y procedemos a la perforación de la placa usando aceite para lubricar la herramienta de corte (broca). La perforación debe de comenzarse con una broca de centro, luego con la broca más pequeña, e ir aumentando de 2 a 3 mm entre cada diámetro de broca, hasta llegar al diámetro requerido. Teniendo la placa perforada, volteamos la placa y realizamos un avellanado en cada agujero, luego quitamos la rebaba de cada uno de los agujeros, con la ayuda de una lima.

La segunda parte consiste en el la realización del roscado manual, en cada uno de los agujeros taladrados, para esto usamos machuelos, un bandeador, y aceite para lubricar el machuelo. Este procedimiento se debe realizar con más cuidado, verificando la perpendicularidad del machuelo, y controlando la fuerza aplicada, debido a la posibilidad de romper el machuelo por una fuerza excesiva en el bandeado. Como parte final será el limado de las rebabas que queden del roscado.

2. Objetivos

- Conocer el funcionamiento del taladro.
- Conocer el procedimiento de roscado manual.

- Conocer el procedimiento de uso del taladro, considerando la seguridad y eficiencia en el trabajo.
- Determinar el diámetro de la perforación respectivo para cada rosca.
- Preparar la placa de acero para su respectivo taladrado.
- Realizar el taladrado con las brocas de diversos diámetros.
- Realizar el roscado interno manual en cada una de las perforaciones.

3. Fundamentos Teóricos:

Taladro

El taladro es la máquina estándar para realizar un taladrado. Generalmente consiste en una mesa de trabajo para sostener la pieza, un cabezal con un husillo que le da la potencia de giro a la herramienta de corte (Broca), una base y una columna para soporte de los mismos componentes.

Clasificación de los taladros

Las taladradoras en relación a su potencia se clasifican en:

- taladradoras de pequeña potencia (0.5 a 2HP)
- taladradora de media potencia (2 a 5HP)
- taladradoras de gran potencia (más de 5HP).

Las taladradoras según su forma se clasifican en:

- Sensitiva y a columna: eje vertical fijo
- Radial: Que puede hacer varios agujeros en una misma pieza, sin que se necesite mover a la misma del lugar (el eje se desplaza de forma horizontal).
- Universales: Son radiales dotadas de un brazo, que se puede orientar en todos los sentidos y permita hacer agujeros inclinados.

- Taladros múltiples: Que pueden hacer agujeros simultáneamente.
- Taladros especiales: Son aquellos que trabajan a aire comprimido con ejes flexibles, con la broca fija y rotación de la pieza.

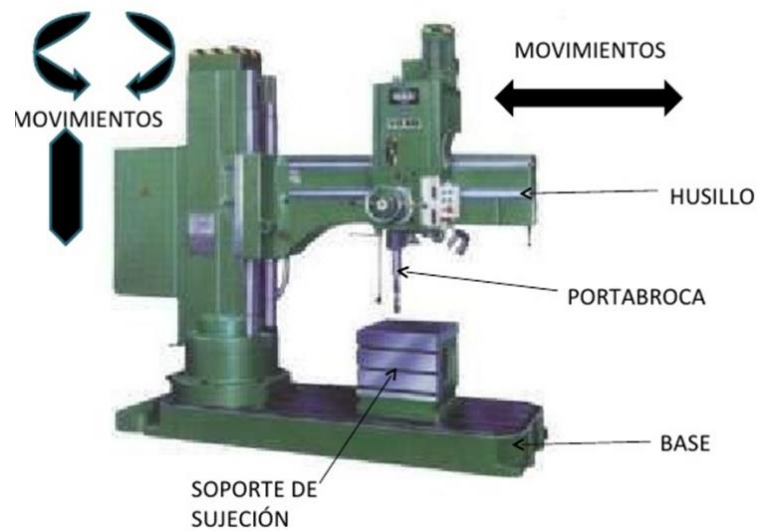
Figura 41. Clasificación de los taladros



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Clasificación+de+los+taladros&safe>

Partes de un taladro radial

Figura 42. Partes básicas de un taladro radial



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Partes+básicas+de+un+taladro+radial&safe>

Broca

Es una herramienta de extremo cortante que se utiliza comúnmente para hacer agujeros. La mayoría de las brocas tiene dos filos (labios) y dos estrías helicoidales, que admiten el fluido de corte y dejan lugar para que las virutas salgan durante la operación de taladrado.

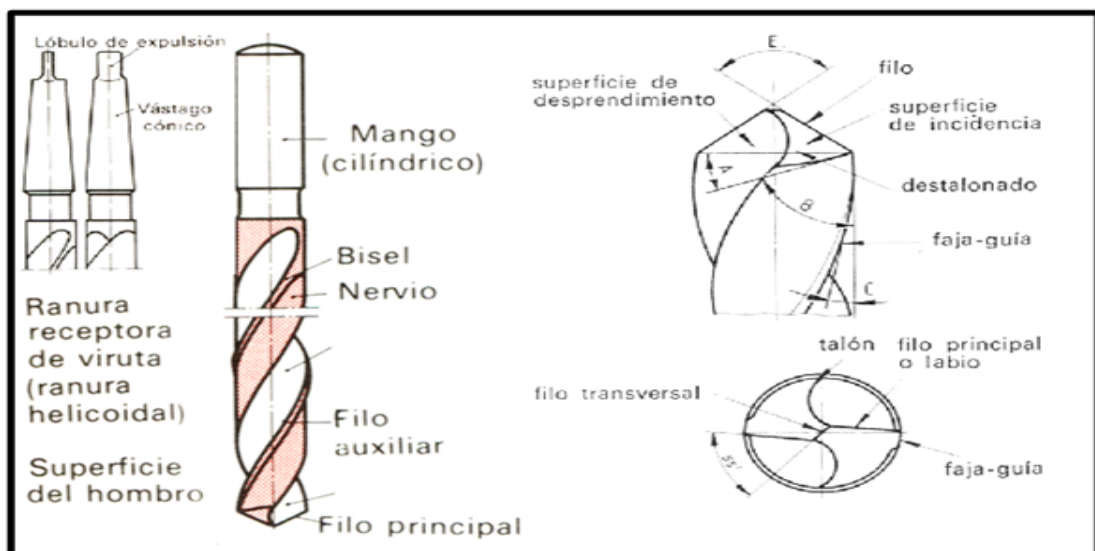
Características de la broca

Para asegurar que la broca cortara de manera apropiada, se debe comprobar que: la salida del labio o ángulo de destalonado es por lo común de 8 a 12 grados para acero y hierro fundido. Si no hay bastante ángulo de salida, la punta solo frotara y no podrá cortar, pero si el ángulo de salida es demasiado grande, el borde cortante se embotará con rapidez o se romperán las esquinas exteriores.

Para obtener el máximo rendimiento y larga vida de la broca bien construida y templada, es necesario que los labios cortantes tengan los siguientes requisitos:

- Que tengan el mismo ángulo de inclinación sobre el eje de la broca.
- Que sean ambos del mismo largo.
- Que el dorso del labio presente la misma inclinación.
- Que el ángulo formado del centro muerto con el labio cortante sea el indicado.

Figura 43. Configuración de una broca



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Configuración+de+una+broca&safe>

Afilar la broca a mano

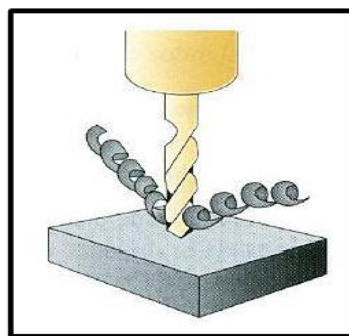
1. Examinar la condiciones en que se encuentra la broca, en caso de que estén gastados las bandas cerca de la punta, será necesario desbastar toda la punta y esmerilar una nueva.

2. Coloque la broca sobre el dedo índice y con el dedo pulgar, oprima la broca lo suficiente para mantenerla con firmeza contra la rueda. Sujete el extremo de la broca con la otra mano.
3. Coloque el labio contra la rueda de esmeril en tanto que sujeta la broca a un ángulo aproximado de 59 con la cara de la rueda. Luego mueva la espiga de la broca hacia la izquierda unos 30 grados. Esto deja una diferencia de 60 grados para el ángulo del labio cortante. (Ver en anexo 3 los ángulos de afilado)
4. Mueva la mano hacia abajo con naturalidad y procure no girar la broca durante la operación, este movimiento proporciona la curva correcta para la superficie posterior del borde cortante de la broca.
5. Esmerile un poco cada vez en cada labio, trabajando hacia la punta del centro.
6. Al afilar use un calibrador de puntas de broca, para asegurar que los bordes cortantes tengan la misma longitud, los bordes cortantes forman ángulos iguales con el eje y que tenga el destalonado detrás de los bordes cortante apropiado.
7. No aplique demasiada presión que pueda sobrecalentar la punta de la broca. Las brocas de acero al carbón se enfrían en agua, pero las brocas de acero de alta velocidad deben ser enfriadas al aire libre.

Taladrado

El taladrado es un proceso de mecanización con arranque de viruta y se lleva a cabo con una maquina taladradora, usado para crear un agujero redondo en una pieza de trabajo. La herramienta de corte usada para este proceso es la broca.

Figura 44. Taladrado



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Taladrado&safe=active&source>

1. Proteger las vistas con gafas de seguridad.
2. Utilizar la broca adecuada según el material a perforar.
3. Nunca forzar la máquina y mantenerla siempre sujeta perfectamente.
4. Se debe comprobar que la pieza a trabajar, se encuentra sujeta firmemente.
5. Al limpiar o cambiar de broca, se debe de apagar la máquina.

Proceso de taladrado

La broca en rotación es alimentada hacia la pieza de trabajo estacionaria para formar un agujero cuyo diámetro será el mismo que el diámetro de la broca. El taladrado se realiza usualmente en un taladro, aunque existen otras máquinas herramientas que también son usadas para esta operación.

Teoría de corte en el taladrado

Se estudia las regularidades del mecanizado de los metales, por arranque de viruta o abrasión.

Velocidad de corte (V_c)

La velocidad de corte en una operación de taladrado es la velocidad de la superficie de la broca (en el diámetro exterior). Los fabricantes de herramientas de corte ofrecen información sobre la velocidad de corte (ver anexo 2).

Con una velocidad de corte excesiva, tendremos:

- Desgaste rápido del filo de corte de la herramienta
- Deformación plástica del filo de corte con pérdida de tolerancia del mecanizado
- Deficiente calidad de mecanizado

Con una velocidad de corte demasiado baja, tendremos:

- La formación de filo de aportación en la herramienta
- Dificultades en la salida de viruta

- Aumento del tiempo de mecanizado

Velocidad de rotación d la herramienta (n)

Es la velocidad de rotación del husillo portaherramientas habitualmente en $\left[\frac{rev}{min}\right]$. A partir de la velocidad de corte se puede obtener el número de revoluciones por minuto que deberá tener el husillo portaherramientas según la siguiente expresión:

Donde:

V_c : es la velocidad de corte

D_c : es el diámetro de la herramienta

$$n \left[\frac{rev}{min}\right] = \frac{V_c \left[\frac{m}{min}\right] * 1000 \left[\frac{mm}{m}\right]}{\pi * D_c [mm]}$$

Avance (f)

El avance f en taladrado está especificado en mm/rev. Se recomienda que el avance sea proporcional al diámetro de la broca, es decir, avances mayores con brocas de gran diámetro. Dado que por lo general existen dos filos de corte en una broca, el espesor de viruta antes del corte se lo calcula dividiendo el avance para dos. Los fabricantes de herramientas de corte ofrecen información sobre la velocidad de corte (ver anexo 2).

Elevada velocidad de avance da lugar a:

- Buen control de viruta
- Menor tiempo de corte
- Menor desgaste de la herramienta
- Riesgo más alto de rotura de la herramienta
- Elevada rugosidad superficial del mecanizado

La velocidad de avance baja da lugar a:

- Buen control de viruta

- Menor tiempo de corte
- Menor desgaste de la herramienta
- Riesgo más alto de rotura de la herramienta
- Elevada rugosidad superficial del mecanizado

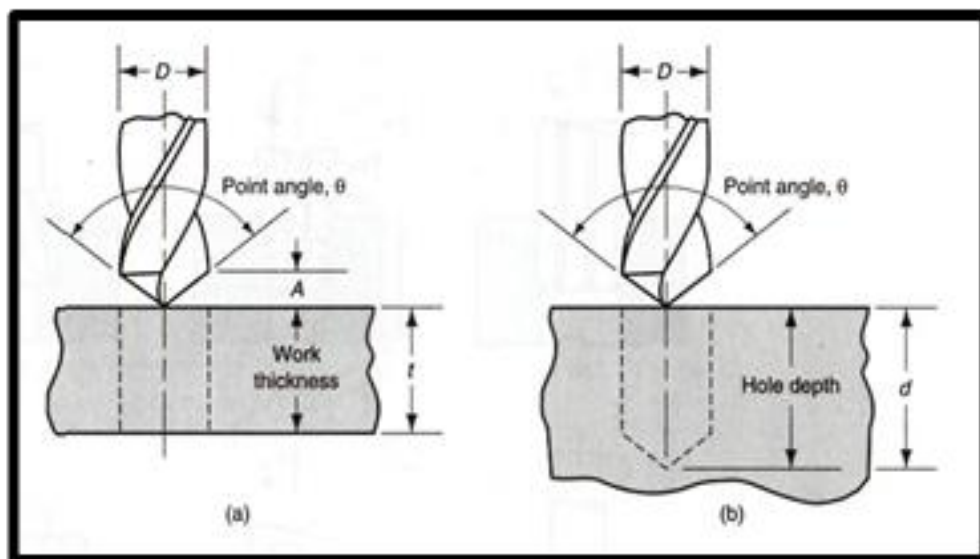
El avance lineal lo obtenemos de la siguiente relación:

$$f_r = N * f$$

Tipos de agujeros

Podemos clasificar los agujeros como completos o ciegos. Los agujeros completos son aquellos en donde la broca sale por el lado opuesto al que entró en la pieza.

Figura 45. Tipos de agujero



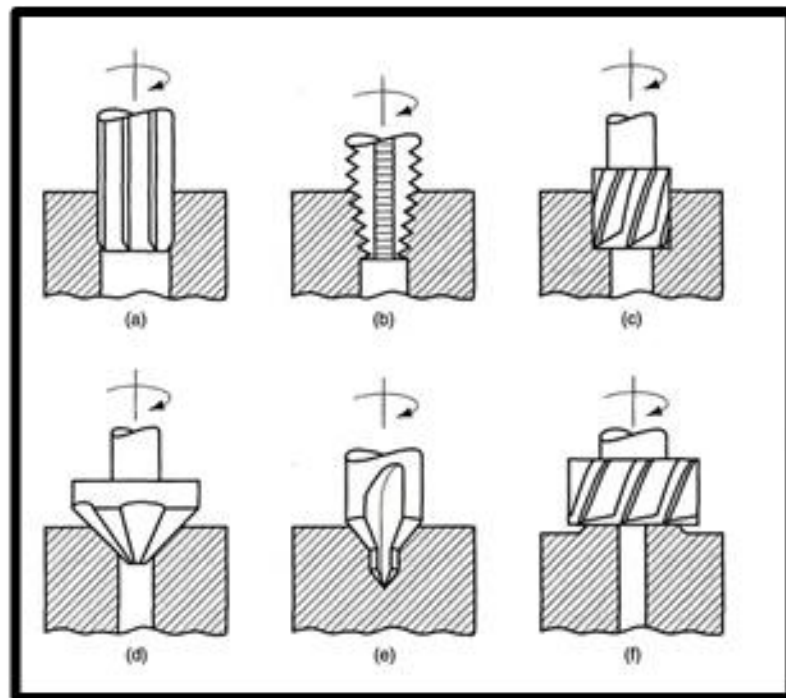
Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Tipos+de+agujero&safe>

Operaciones relacionadas con el taladrado

- Rimado (escariado), es usado para agrandar ligeramente un agujero para mejorar la tolerancia de su diámetro y el acabado superficial del mismo. La herramienta usada es la RIMA y tiene espiras rectas.
- Machueleado, esta operación se realiza con un machuelo y sirve para roscar un agujero ya existente

- c. Counterboring, sirve para producir un agujero escalonado en donde un diámetro grande es seguido por uno más pequeño. Se usa para esconder las cabezas de los pernos en alguna pieza en donde éstas sean indeseadas.
- d. Avellanado, similar a counterboring, pero con una perforación cónica para pernos de cabeza avellanada.
- e. Broca de centro, esta operación realiza un primer agujero para establecer, de manera efectiva, la posición de un siguiente agujero de mayor diámetro.
- f. Planeado, similar a un fresado sirve para obtener una superficie plana en la pieza de trabajo.

Figura 46. Tipos de operaciones en el taladrado

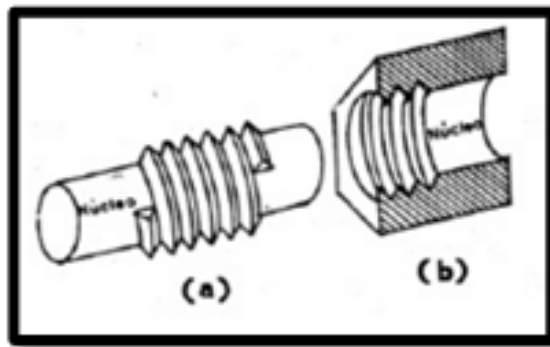


Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Tipos+de+operaciones+en+el+taladrado&safe>

Rosca

Está formada por el enrollamiento helicoidal de un prisma llamado filete, ejecutado en el exterior o interior de una superficie de revolución, generalmente cilíndrica, que le sirve de núcleo. Si la rosca está elaborada en el exterior de la superficie, se denomina rosca exterior o tornillo(a). Si la rosca está elaborada en el interior de la superficie, se denomina rosca interior o tuerca (b). Ver figura 47.

Figura 47. Rosca externa e interna



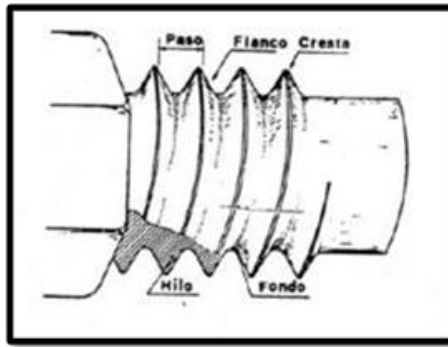
Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Rosca+externa+e+interna&safe>

Perfil de una rosca

En toda rosca se pueden distinguir varios elementos característicos:

- Núcleo: Es el volumen ideal sobre donde se encuentra la rosca o cuerpo del elemento.
- Flancos: Son las superficie teóricas de contacto.
- Cresta: Es la superficie exterior de unión de los flancos.
- Fondo: Es la superficie interior de unión de los flancos.
- Hilo: Es cada uno de los vértices o crestas.
- Paso: Distancia de un surco de rosca a la siguiente medida de cresta a cresta.
- Avance: Es el desplazamiento medido paralelamente al eje del elemento de unión roscado para una vuelta completa, en roscas de una entrada, el avance es igual al paso.
- Diámetro mayor: Límite de las crestas de una rosca de diámetro exterior o la base de una rosca de diámetro interior.
- Diámetro menor: Límite de las bases de una rosca de diámetro exterior o las crestas de una rosca de diámetro interior.
- Profundidad: La longitud del espacio medido desde el fondo de la base hasta una línea imaginaria que abarca las crestas de una rosca.

Figura 48. Perfil de una rosca



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Perfil+de+una+rosca&safe=active&source>

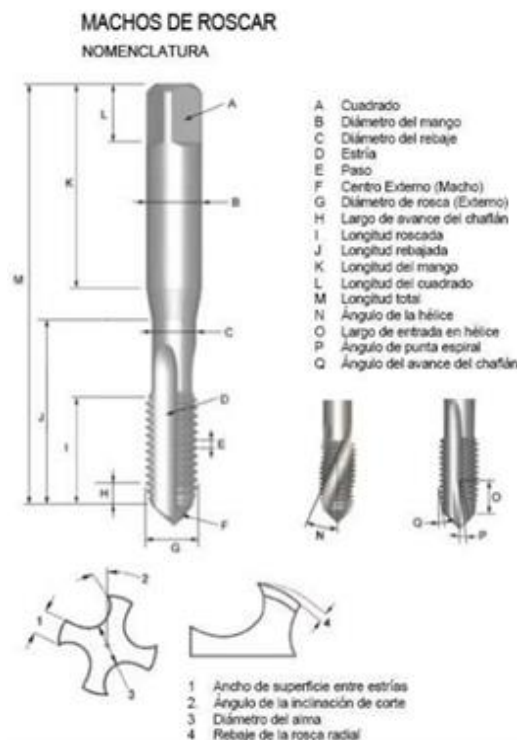
Roscado

El roscado se puede efectuar por herramientas manuales como machuelos y terrajas o en máquinas como taladradoras, fresadoras y tornos.

Machuelo

Es una herramienta de corte con la que se hacen roscas en la parte interna de agujeros en una pieza (parte hembra). Es una especie de tornillo de acero aleado templado y rectificad, con ranuras que permiten el desalajo de la viruta arrancada al generar la rosca.

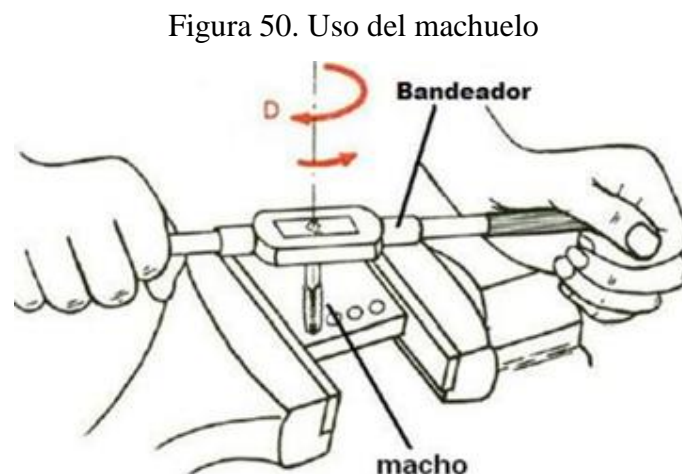
Figura 49. Macho de roscar



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Macho+de+roscar&safe>

Uso del machuelo

Para poder tallar la rosca, se requiere hacer primero una perforación con un diámetro menor al del machuelo (ver anexo4). Debido a la gran fuerza que se requiere, se usa un bandedador para poder girar el machuelo dentro de la perforación a machuelear. Para efectuar el roscado a mano se emplea generalmente una serie de 3 machos de roscar en forma sucesiva: el primer macho tiene una entrada larga, completamente cónica y carece de dientes, se utiliza para comenzar y guiar la rosca; el segundo cónico sólo en el extremo se usa para devastar la rosca y, el tercero totalmente cilíndrico que es el que acaba y calibra la rosca. Para distribuir los esfuerzos en cada machuelo, en el primer y segundo machuelo se debe de roscar solo hasta que se logre visualizar la punta del machuelo del otro lado de la placa (roscado en perforación pasante), quitando la rebaba antes de retirar cada machuelo.



Fuente: <http://www.eltallerderolando.com>

Tarrajá

Es una herramienta circular hueca de acero rápido que permite el corte de la espiral que conforma la rosca de tornillos, perno o tubos. Es un cilindro chato, la pieza está calada con una figura simétrica en forma de trébol. Los bordes que dan hacia el centro son las cuchillas que, al girar sobre la pieza cilíndrica a roscar, realizan el corte en forma de espiral, de acuerdo a la medida que corresponda. Por lo general, encontraremos tarrajás métricas o imperiales y que en una misma medida, van del número 1 al número 3. Estos números son los que nos indican el tipo de desbaste que nos dará la tarrajá, ya sea para iniciar la rosca y para finalizar la misma. Se complementa con una barra llamada porta-tarrajá para sujetarla y realizar la fuerza necesaria para el roscado.

Figura 51. Terraja

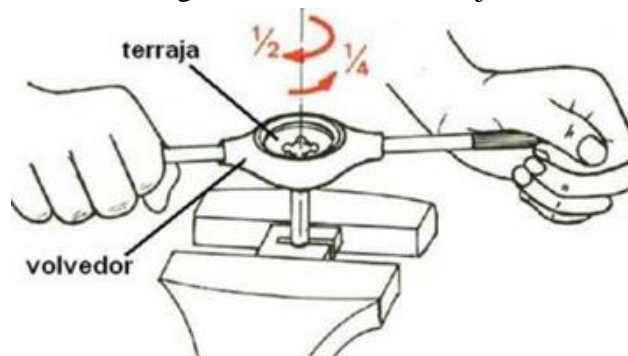


Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Terraja&safe>

Uso de la terraja

La pieza, cuyo diámetro exterior se requiere roscar, se coloca en forma perpendicular atravesando el hueco central de la terraja, utilizando una prensa para sujetar el elemento a roscar. La terraja se hace girar sobre la pieza valiéndose de la barra o porta-terraja. Se debe utilizar un aceite lubricante durante el trabajo de corte, para disminuir el rozamiento. A medida que el giro progresa, las cuchillas interiores van tallando el metal con la forma de espiral. A medida que se va avanzando con el roscado de la pieza, se recomienda retroceder un poco y luego seguir avanzando. De esta manera se avanza un paso más lento, pero con un mejor resultado.

Figura 52. Uso de la terraja



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Uso+de+la+terraja&safe>

Clasificación de roscas

Está enfocada desde varios aspectos según (Puente, 2012):

Según el perfil del filete

- Roscas triangulares: sección del filete triangular, usado principalmente en elementos de fijación y empalme. Tiene paso reducido, lo cual genera un gran

esfuerzo, y junto con el rozamiento entre los flancos grande, genera un efecto de auto-frenado, impidiendo el peligro de aflojamiento.

- Roscas trapezoidales: el perfil tiene forma de trapecio isósceles. Se usan en elementos transmisores de movimiento con cierta precisión como en aparatos de medición.
- Roscas redondas: Su sección tiene cierta curvatura, lo que aumenta la superficie en contacto.
- Roscas de diente de sierra: Su sección presenta forma de trapecio rectángulo, lo que produce que se restrinja a aquellos casos en los que se necesita resistir grandes presiones unilaterales.
- Rosca cuadrada: con bordes tipo caja, las crestas están en ángulos de 90 grados de los flancos.
- Rosca derecha: Cuando el giro de avance es en el sentido de las agujas del reloj.
- Rosca izquierda: Cuando el giro de avance es en el sentido contrario a las agujas del reloj.

Según el sentido del giro de la rosca

- Rosca derecha: Cuando el giro de avance es en el sentido de las agujas del reloj.
- Rosca izquierda: Cuando el giro de avance es en el sentido contrario a las agujas del reloj.

Figura 53. Sentido de rosca



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Sentido+de+rosca&safe>

Según su finalidad

- Rosca de sujeción: se utilizan en las uniones de varias piezas, debiendo soportar grandes esfuerzos. Por lo general roscas de perfil triangular.
- Rosca de hacinamiento: Utilizadas para transmitir movimiento (rosca de perfil trapezoidal) y para transmitir esfuerzos (perfil de dientes de sierra o cuadrados).
- Roscas estancadas o rosca para tubería: Son usadas en conducción de fluidos, su perfil es triangular con un acabado muy fino para asegurar un perfecto ajuste.
- Rosca chapa: Son roscas destinadas a la fijación de chapas de diferentes espesores.
- Se emplean donde los requerimientos de esfuerzos no sean excesivos. Su principal característica es que no van acompañadas de tuercas.
- Rosca Sellers: El perfil de este tipo de roscas se genera a partir de uno triangular, en el que todas las crestas y fondos han sido truncados $1/8$ de la altura del diente triangular.

Según el número de entrada

- Rosca sencilla: formada por un solo filete, que se enrolla en espira. Su paso real coincide con el paso de rosca.
- Roscas múltiples (varias entradas): formadas por dos o más filetes, que se enrollan parcialmente. Se usan en elementos que conviene fijar con alta seguridad y con pocas vueltas. Su paso se calcula en función del número de entradas.

Figura 54. Número de entradas



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Número+de+entradas&safe=active&source>

Sistema de roscas

- Sistema métrico: Es de perfil triangular. Todas sus magnitudes se miden en milímetros. El ángulo entre flancos es de 60 grados, redondeándose solo el fondo de la rosca del perno y se redondea la punta y se trunca la base de la rosca. Se pueden distinguir dos tipos de rosca métrica: la tradicional y la fina. Su diferencia está en la longitud del paso, mejorando las condiciones de auto-frenado. La acotación de la rosca métrica es La abreviatura M junto al diámetro en milímetros para rosca métrica tradicional, y la abreviatura M junto al diámetro y el paso en milímetros para la rosca métrica fina. Ver tabla de roscas en anexo.
- Sistema Whitworth: Es de perfil triangular, sus dimensiones se dan en pulgadas. El ángulo entre flancos es de 55 grados, redondeándose las puntas y el fondo de la rosca. El paso se indica por el número de espiras que entran en una pulgada. La acotación de la rosca Whitworth es indicando el diámetro en pulgadas, y la rosca Whitworth fina tras la abreviatura W, se indica el diámetro en milímetros y el paso en pulgadas.
- Rosca de tornillo unificada (UNC rosca gruesa; UNF rosca fina): Forma estándar de la rosca basada en pulgadas que fue desarrollada por los estados unidos, Canadá y Gran Bretaña. Ver tabla de roscas en anexo 4.

Figura 55. Perfiles de roscas más empleados



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=Perfiles+de+roscas+más+empleados&safe>

4. Instrumentos, materiales y equipos utilizados




- Mesa de trabajo
- Tornillo de banco.
- Taladro Radial Johannes Kossmann
- Brocas helicoidales que correspondan a los diferentes diámetros de agujeros

- Una placa metálica A36
- Equipos de protección personal (guantes, zapatos, mandil, gafas de seguridad).
- Implementos: tiza blanca, rayador, brocha, martillo, granete, calibrador Vernier, escuadras a 90°, cepillo de acero, refrigerante (aceite soluble).

5. Procedimiento experimental de pruebas y funcionamiento en el taladro radial

Tabla 15. Procedimiento experimental de pruebas y funcionamiento

PASO	IMAGEN	PROCEDIMIENTO
1		Procedemos a marcar la pieza con una regla y un rayador, según las especificaciones dadas por el profesor. Obtenemos la ubicación de cada uno de los agujeros a realizar.
2		Utilizando un granete y un martillo marcamos los centros de los puntos a perforar, para que la broca pueda guiarse en el momento de la perforación.
3		La selección de brocas viene dada según el roscado que se vaya a realizar posteriormente, para esto nos guiamos de una tabla, ver anexo 4. Lo siguiente es configurar la velocidad de giro de la herramienta, esta se hace según la herramienta de corte y el material, como ya se explicó antes.
4		Se coloca la placa a perforar en el tornillo de ajuste sobre la mesa del taladro. Inicialmente se usa una broca de centro que sirva de guía para las brocas de mayor diámetro.

<p>5</p>		<p>Se taladra la placa cambiando la broca, aumentando su diámetro progresivamente hasta alcanzar el diámetro requerido.</p> <p>Así se usaron brocas: de 3mm, 6.5mm, 8mm, 10.8mm, 6.8mm, 8.5mm, 10.2mm.</p> <p>Se debe lubricar la broca con aceite para que no se caliente o pierda filo.</p>
<p>6</p>		<p>Una vez terminada la parte de taladrado, se deberá limpiar el área de trabajo (piso) y los implementos utilizados (pedestal, tornillo de banco, brocas, brocha, etc.), de tal forma que quede libre de los restos de metal (viruta) y de refrigerante.</p>
<p>7</p>		<p>La siguiente parte de la práctica corresponde al roscado manual.</p> <p>Para esto usamos un juego de machuelos $\left[\frac{5}{16} UNC, \frac{3}{8} UNC, \frac{1}{2} UNC, M8, M10, M12 \right]$, junto con un bandeador.</p> <p>Se coloca la placa en el tornillo de ajuste y ubicamos el primer machuelo de manera perpendicular a la placa, y así hasta llegar al tercer machuelo.</p> <p>Para finalizar el trabajo, se lima la rebaba producida por el roscado.</p>

Fuente: Autor

6. Cálculos Representativos:

Tabla de rosca y perforaciones usadas en la práctica

Tabla 16. Rosca y perforaciones usadas en la práctica

Broca	Diámetro (Max- Min)
5/16 UNC	6.7-6.5
3/8 UNC	8.1-7.9
1/2 UNC	10.8-10.5
M8	6.9-6.6
M10	8.6-8.3
M12	10.4-10.1

Fuente: Autor

Calculo de velocidad de giro del mandril:

Teniendo una placa de acero A-36 usamos una velocidad de corte de 24m/min, procedemos a calcular las velocidades de giro de la herramienta, la cual debemos de cambiar conforme aumentamos el diámetro de la broca:

Para la broca de centrar, Diámetro 3mm

$$n = \frac{24 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000 \left[\frac{mm}{m} \right]}{\pi * 3[mm]} = 2.546 \left[\frac{rev}{min} \right] \quad (12)$$

Diámetro 6.5mm, 6.6mm

$$n = \frac{24 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000 \left[\frac{mm}{m} \right]}{\pi * 6.6[mm]} = 1.157 \left[\frac{rev}{min} \right] \quad (13)$$

Diámetro 7.9mm, 8.3mm

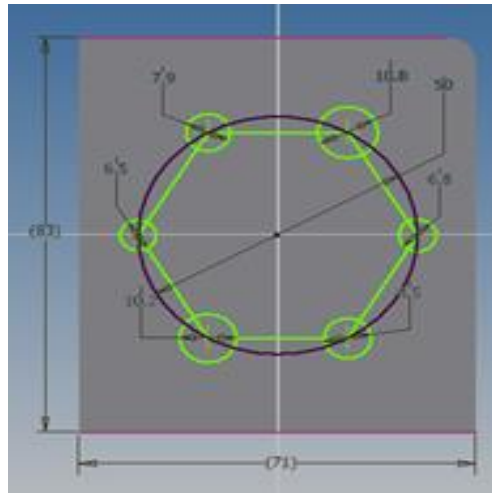
$$n = \frac{24 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000 \left[\frac{mm}{m} \right]}{\pi * 7.9[mm]} = 920 \left[\frac{rev}{min} \right] \quad (14)$$

Diámetro 10,2mm, 10.8mm

$$n = \frac{24 \left[\frac{m}{min} \right] * 1000 \left[\frac{mm}{m} \right]}{\pi * 10.8[mm]} = 707 \left[\frac{rev}{min} \right] \quad (15)$$

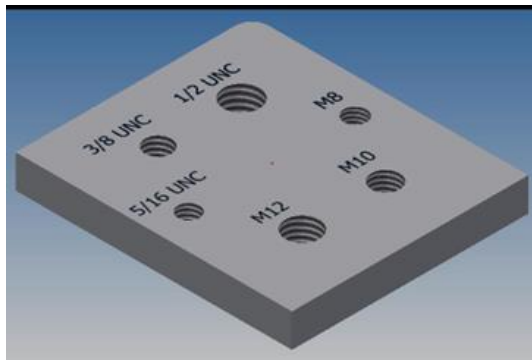
7. Resultados:

Figura 56. Configuración geométrica de ubicación de puntos a perforar



Fuente: Autor

Figura 57. Ubicación de las roscas



Fuente: Autor

Figura 58. Presentación final de la placa



Fuente: Autor

8. Conclusiones del informe de las prácticas de prueba y funcionamiento:

- Se demuestra la capacidad para realizar orificios con taladro mecánico desarrollando habilidades para sujetar y montar la herramienta de corte y la pieza, ajustar las velocidades de avance y corte, taladrar, avellanar.
- Se conoce los distintos tipos de roscas y se practica el roscado interior manual con machuelos.
- Se reconoce las medidas de seguridad que se debe de seguir al trabajar con máquinas energizadas, así como con herramientas manuales que poseen filos cortantes.

9. Recomendaciones del informe de las prácticas de prueba y funcionamiento:

- Se recomienda usar todos los implementos de seguridad indicados por el instructor, así como también seguir todos los pasos del procedimiento.
- Se debe tener mucho cuidado de controlar el avance en el taladrado, debido a que un avance muy rápido puede romper la broca, así mismo en el roscado manual.
- Se debe de tener un avance con una fuerza controlada, porque una fuerza excesiva puede romper el machuelo.

4.5 Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el taladro radial Johannes Kossmann

	ESPOCH FACULTAD DE MECÁNICA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	MAQUINA: TALADRO RADIAL	FECHA: 07/08/2016	E.I.I.	

4.5.1 *Introducción general del plan de mantenimiento preventivo.* La propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el taladro radial Johannes Kossmann en el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Espoch, se hace con el fin de encontrar y así prevenir los problemas, antes de que estos ocasionen una falla por medio de una lista completa de actividades, realizadas por operarios, para asegurar el correcto funcionamiento de la máquina herramienta.

Bajo esa premisa se diseñó el programa con frecuencias calendario (uso del equipo), con el objetivo de realizar los instructivos. Estos pueden ser cambios ya sea de partes, reparaciones, ajustes, lubricantes a la maquinaria y equipos que se consideran importantes analizar en esta empresa, para evitar fallas. Es trascendental trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos, especificando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento de dicho plan.

Haciendo uso de la información obtenida, se hizo una planeación, esperando con ello reducir las paradas intempestivas y obtener una alta efectividad de las prácticas estudiantiles, teniendo en cuenta que las acciones se deben ejecutar en periodos de tiempos por calendario.

4.5.2 Objetivos del plan de mantenimiento preventivo

A. OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para el taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Espoch.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Optimizar la utilización del equipo y herramientas en prácticas estudiantiles.
- Determinar las necesidades de mantenimiento que mejor convengan a dicho máquina.
- Realizar una planeación de mantenimiento que permita organizar y programar el mantenimiento preventivo para el taladro radial.
- Diseñar el sistema documental correspondiente para el equipo.

4.5.3 Organización del plan de mantenimiento. Esta propuesta de plan de mantenimiento para el taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Espoch, se realizó con el fin de prevenir al máximo las fallas en la máquina y preservar en óptimo estado de funcionamiento.

Con este plan de mantenimiento se busca seguir un procedimiento adecuado a la hora de realizar cualquier tipo de actividad en el equipo que interviene en el proceso de formación de los estudiantes permitiendo de esta manera poder desarrollar sus habilidades y destrezas de una manera teórica - práctica. Se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos al querer implementar dicho plan de mantenimiento, es compromiso de la Facultad de Mecánica.

Los pasos bajo los cuales se desarrolló dicho plan, fueron:

- Localización de los equipos en el taller básico
- Empadronamiento del equipo
- Codificación
- Diseño de sistema documental: (Tarjetas Maestras, Hojas de vida, Relación de Requerimientos, Redacción de Instructivos, etc.)
- Diseño del cronograma de control
- Diseño de formatos para la debida administración del mantenimiento
- Diseño de Indicadores de Gestión
- Sistematización del plan

4.5.4 Localización de equipos en el taller básico. En la localización de equipos determinado en el plano 5, muestra la distribución del taller básico de la Facultad de Mecánica de la Epoch, y los distintos equipos que intervienen en el proceso de formación de los estudiantes y en específico el taladro radial que va a estar en el plan de mantenimiento preventivo.

4.5.5 Empadronamiento de los equipos. Como segundo paso para la realización objetiva de este plan de mantenimiento se realizó un inventario de la maquinaria, con la colaboración del responsable del taller, se incluyeron los equipos de mayor participación en el proceso de formación de los estudiantes por medio de prácticas. Además se dejó planteada la posibilidad de incluir, modificar o sacar equipos del inventario de la maquinaria en un futuro.

Nota: En la Tabla 17 se muestran los equipos seleccionados para dicho plan de mantenimiento.

Tabla 17. Inventario Equipos

POSICIÓN	ÁREA DE TRABAJO	EQUIPO	CANTIDAD
1	1	Esmeril	1
2	1	Cortadora de Acero	1
3	1	Esmeril	1
4	1	Limadora	1
5	1	Fresadora	1
6	1	Fresadora	1
7	1	Fresadora	1
8	1	Taladro Radial	1
9	1	Cierra sin Fin	1
10	1	Esmeril	1
11	1	Soldadora Eléctrica AC/DC	1
12	1	Afiladora Universal	1
13	1	Rectificadora Plana	1
14	2	Torno Paralelo Jumbo	1
15	2	Torno Paralelo Jumbo	1
16	2	Torno Paralelo Jumbo	1
17	2	Torno Paralelo Jumbo	1
18	2	Torno Paralelo Jumbo	1
19	2	Torno Paralelo Jumbo	1
20	2	Torno Paralelo Jumbo	1
21	2	Torno Paralelo Jumbo	1
22	2	Torno Paralelo Jumbo	1
23	2	Torno Paralelo Jumbo	1
24	2	Torno Paralelo Jumbo	1
25	Oficina	Encargado del taller	1
26	Bodega	Herramientas	1
27	Baños	Libre	1

Fuente: Autor

4.5.6 *Codificación.* Después de identificar y hacer un censo de las máquinas existentes en la fábrica, se procedió a realizar la codificación de los equipos seleccionados; esto es de vital importancia ya que se podrán identificar con un código alfanumérico propio para cada uno de ellos.

Al momento de realizar la codificación se tuvo en cuenta el área de trabajo en la cual está posicionada la máquina, abreviación del nombre y la posición en la cual está ubicado dicho equipo, haciendo referencia a la Tabla 18 tenemos:

Tabla 18. Codificación de los Equipos

EQUIPO	CÓDIGO	CANTIDAD
Esmeril	ESPOCH-11093-A1	1
Cortadora de Acero	ESPOCH-11092-A1	1
Esmeril	ESPOCH-11091-A1	1
Limadora	ESPOCH-11085-A1	1
Fresadora	ESPOCH-11086-A1	1
Fresadora	ESPOCH-11087-A1	1
Fresadora	ESPOCH-11088-A1	1
Taladro Radial	ESPOCH-11089-A1	1
Cierra sin Fin	ESPOCH-11090-A1	1
Esmeril	ESPOCH-11095-A1	1
Soldadora Eléctrica AC/DC	ESPOCH-11094-A1	1
Afiladora Universal	ESPOCH-11083-A2	1
Rectificadora Plana	ESPOCH-11084-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11072-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11073-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11074-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11075-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11076-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11077-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11078-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11079-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11080-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11081-A2	1
Torno Paralelo Jumbo	ESPOCH-11082-A2	1
Oficina	ESPOCH-O1	1
Bodega	ESPOCH-B1	1
Baños	ESPOCH-P1	1

Fuente: Autor

Interpretación de los códigos empleados:

A1: Área de Trabajo 1

A2: Área de Trabajo 2

B1: Bodega 1

O1: Oficina 1

P: Baños



ESPOCH-11089-A1

4.5.7 Diseño de sistema documental

4.5.7.1 Tarjeta maestra. Se hace ineludible la creación de formatos y documentos que faciliten el acceso a la información de cada maquinaria; para esto se diseñó un formato que recopila información de carácter técnico, operativo y características generales de un equipo en particular, el cual se denomina Tarjeta Maestra o Ficha Técnica.


Las características técnicas que alcanzamos encontrar en este formato son basadas en el mismo diseño del equipo, tales como: voltaje, amperaje, potencia, relación de transmisión, velocidad de trabajo, etc.

Las características operacionales son todas aquellas condiciones que se tienen que garantizar para una óptima eficiencia del equipo, como lo son, temperatura, presión, caudal, entre otros. Las características generales hacen referencia a las cualidades físicas e información adicional del equipo, como fabricantes, proveedores, dimensiones, si tiene o no catálogo, etc.

Para el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Espoch, se propuso un formato que relacione dichas variables descritas anteriormente, a partir del conocimiento previo adquirido en el taller.

A continuación veremos el ejemplo del formato con el cual se trabajó en esta investigación.

Tabla 19. Formato tarjeta maestra

	TALADRO RADIAL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
TARJETA MAESTRA		
DATOS GENERALES		
MARCA: JOHANNES KOSSMANN	VOLTAJE: 220V	
MODELO: TYPE-28A	AÑO DE FABRICACIÓN: 1978	
Nº DE SERIE: 4961	AÑO DE PRODUCCIÓN: 24-04-1979	
ORIGEN DE FABRICACIÓN: SWEDEN	COSTO DE ADQUISICIÓN:	
	CÓDIGO: ESPOCH - 11089	
TIEMPOS DE OPERACIÓN		
JORNADA LABORAL(8 hrs):	TARJETA MAESTRA No.	
HOJA DE VIDA No:	OTROS DATOS:	
DATOS DEL MOTOR		
MARCA: SIEMENS	TIPO: 3 F	
IP:	Hz: 6	
POTENCIA: 2.2 KW	RPM: 32-1655	
VOLTAJE: 200-220V	AMPERAJE: 9.3 A	
CARACTERÍSTICAS GENERALES Max. Altura del piso a la parte superior de la columna de base: 2.180m. Tamaño: base/altura al motor/ altura del cilindro: (1.700x0.760x0.165) m. Peso neto aproximado: 2450 kg		
OBSERVACIONES:		

Fuente: Autor

4.5.7.2 *Hoja de vida*. Este formato es de vital importancia, debido a que con él es posible tener un historial de las actividades realizadas a cada uno de los equipos que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje. Como resultado el taladro radial tendrá su propia hoja de vida. Se debe tener en cuenta que con la información recolectada en dicho formato, se pueden tomar decisiones a futuro referentes a la máquina, dando como resultado un posible cambio ó sustitución de la misma.

A continuación mostraremos un ejemplo del diseño de dicho formato y aclaramos que se diseña únicamente para el taladro radial Johannes Kossmann, que se encuentra en procesos de rehabilitación utilizando tecnología CAD-CAM.

Tabla 20. Formato hoja de vida

		TALADRO RADIAL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
		HOJA DE VIDA			
DATOS GENERALES					
MARCA: JOHANNES KOSSMANN		HOJA DE VIDA No.			
MODELO: TYPE-28A		TARJETA MAESTRA No.			
Nº DE SERIE: 4961		UBICACIÓN			
CÓDIGO: ESPOCH - 11089		FECHA DE PUESTA			
NOMBRE DEL EQUIPO		EN MARCHA:			
HISTORIAL DE REPARACIONES					
Fecha	Orden de Trabajo No.	Descripción	Reparó	Costos	
OBSERVACIONES:					

Fuente: Autor

Nota: Es viable reunir la Tarjeta Maestra con la Hoja de Vida y agregar notas de seguridad en un documento que se llamará Expediente.

4.5.7.3 Relación de requerimientos.- El objetivo primordial de este plan de mantenimiento es establecer políticas y actividades que nos garanticen un excelente funcionamiento del equipo que interviene en la ejecución de prácticas estudiantiles, lo cual exige un elevado nivel de confiabilidad operacional, para de ese modo llegar a desarrollar habilidades y destrezas de una manera teórica - práctica.

Por tal motivo se establecen los tipos de mantenimiento más convenientes para conformar el programa de la empresa:

- Mantenimiento de rutina y preventivo, incluye el mantenimiento periódico, como la lubricación de la máquinas, inspecciones y trabajos menores repetitivos.
- Mantenimiento de emergencia o correctivo, este proceso se utilizará para efectuar reparaciones tan pronto como sea posible después del reporte de la falla.

Estos mantenimientos se seleccionaron por sus características, por el momento en el que se aplican, el objetivo particular para la cual es diseñado y los recursos con que se cuente.

Después de especificar los tipos de mantenimiento que podemos aplicar, posterior a la rehabilitación del Taladro Radial en el Taller Básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM, se presentan las actividades o relación de requerimientos a desarrollar, los cuales son de distinta naturaleza, tales como:

- Lubricación.
- Eléctricas.
- Mecánicas.
- Instrumentación.

Para el desarrollo de las actividades de mantenimiento o relación de requerimientos, se hace necesaria una codificación de dicha actividad; que sea sencilla, fácil de reconocer e identificar por el operario o encargado en cuestión.

La codificación se hará con base en una relación alfanumérica, identificando la inicial de la actividad y un número consecutivo siguiente, como se muestra a continuación.

A. ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN

Tabla 21. Actividades de lubricación

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Cambio de aceite	L01
Revisión del nivel y fugas de aceite	L02
Revisión y lubricación de rodamientos	L03
Engrase y lubricación	L04

Fuente: Autor

B. ACTIVIDADES ELÉCTRICAS

Tabla 22. Actividades eléctricas

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Revisión, ajuste y/ó cambio de conexiones eléctricas	E01
Revisión de voltaje y amperaje	E02
Revisión del arrancador directo	E03
Revisión de motor eléctrico	E04
Revisión del estado de los cables y general	E05

Fuente: Autor

C. ACTIVIDADES MECÁNICAS

Tabla 23. Actividades mecánicas

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Ajustes y alineación de partes móviles	M01
Revisión y verificación de engranes	M02
Revisión del nivel y verificación del circuito de refrigerante	M03
Inspección visual de posibles daños y/ó verificación del estado de la herramienta	M06
Mantenimiento general	M20
Revisión, rectificación ó cambio del dispositivo de roscado	M23
Revisión, rectificando, o cambio de herramienta	M24
Limpieza ranuras de ventilación e interior de la máquina	M34
Limpieza ventilador	M35
Limpieza superficial, áreas de trabajo	M36
Aseo	M37
Limpieza general	M39
Pintura	M40

Fuente: Autor

D. ACTIVIDADES DE INSTRUMENTACIÓN

Tabla 24. Actividades de instrumentación

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Calibración del sistema de fijación de la pieza	I01
Diámetro exterior de la broca u otra herramienta	I02
Revisión del avance en mm/rev, de la broca	I03
Revisión de revoluciones por minuto (rpm) del husillo portabrocas	I04

Fuente: Autor

Con la relación de requerimientos expuesta anteriormente se procede a realizar todos los instructivos para el taladro radial Johannes Kossmann, rehabilitado utilizando tecnología CAD-CAM.

E. INSTRUCTIVO

Para cada instructivo se relacionan las acciones de mantenimiento que se deben practicar al equipo con base a los requerimientos de Lubricación, Electricidad, Mecánica e Instrumentación. De esta manera el responsable de mantenimiento podrá recurrir a ellos al recibir una orden de trabajo.

Las órdenes de trabajo se utilizan con el objetivo de dar al responsable de mantenimiento unos pasos sistemáticos de las actividades de mantenimiento a realizar. En estas órdenes encontraremos la naturaleza de la actividad, materiales necesarios para su ejecución, quién realiza el mantenimiento, fecha y hora del mismo, así como también tiempo estimado de ejecución, entre otros ítems necesarios para una correcta orientación del responsable de mantenimiento que se dispone a ejecutar la actividad encomendada y principalmente el instructivo que se asigna. La responsabilidad de las órdenes de trabajo radica básicamente en el responsable del taller quien es el encargado de la maquinaria en el Taller Básico de la Facultad de Mecánica. Éste a su vez es quien analiza, ordena y hace ejecutar en el tiempo adecuado el mantenimiento necesario para la maquinaria.

El responsable de mantenimiento es el encargado de ejecutar la actividad encomendada y de brindar la información necesaria contenida en dicho formato, con sus observaciones pertinentes si es el caso; esto se realiza con el fin de tener una retroalimentación de la información del plan de mantenimiento preventivo, y así, poder tomar decisiones a futuro

para obtener un plan de mantenimiento con tiempos y procedimientos más cercanos a la realidad.

A continuación mostraremos un ejemplo del diseño de dicho formato aclarando que se diseña únicamente para el taladro radial Johannes Kossmann, rehabilitado utilizando tecnología CAD-CAM.



Tabla 25. Formato del instructivo de las acciones de mantenimiento

	TALADRO RADIAL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
INSTRUCTIVO		
DATOS GENERALES		
MARCA: JOHANNES KOSSMANN	HOJA DE VIDA No.	
MODELO: TYPE-28A	TARJETA MAESTRA No.	
N° DE SERIE: 4961	FECHA EJECUCIÓN:	
CÓDIGO: ESPOCH - 11089	HORA DE INICIO	
NOMBRE DEL EQUIPO:	HORA FINALIZACIÓN:	
CÓDIGO ACTIVIDAD:		
ACTIVIDAD:		
PERSONAL ENCARGADO ACTIVIDAD DE MANTENIMEINTO		
OPERADOR	NOMBRE	
JEFE MTTO		
OPERARIO		
CONTRATISTA		
OTRO		
EQUIPO Y MATERIAL NECESARIO		
PROCEDIMIENTO		
TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN:		
OBSERVACIONES:		

Fuente: Autor

4.5.8 Diseño del cronograma de control

Tabla 26. Cronograma de actividades para mantenimiento

		TALADRO RADIAL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																													
		INSTRUCTIVO																													
DATOS GENERALES												PERSONAL ENCARGADO ACTIVIDAD DE MANTENIMEINTO																			
MARCA: JOHANNES KOSSMANN						HOJA DE VIDA No.						OPERADOR					NOMBRE														
MODELO: TYPE-28A						TARJETA MAESTRA No.						JEFE MTTO																			
N° DE SERIE: 4961						FECHA EJECUCIÓN:						OPERARIO																			
CÓDIGO: ESPOCH - 11089						HORA DE INICIO						CONTRATISTA																			
NOMBRE DEL EQUIPO:						HORA FINALIZACIÓN:						OTRO																			
CÓDIGO ACTIVIDAD:						ACTIVIDAD:																									
PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO												PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO																			
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ENERO																															
FEBRERO																															
MARZO																															
ABRIL																															
MAYO																															
JUNIO																															
JULIO																															
AGOSTO																															
SEPTIEMBRE																															
OCTUBRE																															
NOVIEMBRE																															
DICIEMBRE																															
OBSERVACIONES:																															

Fuente: Autor

El cronograma de actividades se realiza con el fin de tener una guía diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual de todas las actividades de mantenimiento necesarias, para tener en correcto estado operativo del taladro radial Johannes Kossmann, rehabilitado utilizando tecnología CAD-CAM, que sirvió de estudio en este trabajo. A cada actividad le corresponde un código que puede servir para varias actividades de mantenimiento de la máquina.

4.5.9 Criterios de validez y confiabilidad

4.5.9.1 Descripción de la unidad de análisis. La estructura de unidad de análisis de este proyecto se inicia con la creación de parámetros mínimos que se deben cumplir para el correcto funcionamiento del Taller Básico de la Facultad de Mecánica. Se realizara de acuerdo a los requisitos técnicos establecidos por los objetivos planteados para este plan de mantenimiento, brindando así la información necesaria para la correcta realización de éste, todo esto con el fin de desarrollar actividades básicas para el correcto funcionamiento del taladro radial Johannes Kossmann, rehabilitado utilizando tecnología CAD-CAM.

Para obtener un desarrollo funcional y confiable de esta propuesta de plan de mantenimiento preventivo, se creará un conjunto de procedimientos y pruebas técnicas que respaldara la información obtenida; además todo irá soportado en las normas técnicas correspondientes.

- Norma Francesa AFNOR NFX 60-010.
- Norma Técnica Colombiana NTC 1486.

4.5.9.2 Indicadores de gestión. Los indicadores de gestión son parámetros numéricos que facilitan la información sobre un factor crítico identificado en los diferentes procesos de mantenimiento y manufactura que intervienen en la organización. Estos indicadores pueden ofrecernos una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de nuestros métodos y técnicas específicas de mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para compararlos con un valor o nivel de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, son las siguientes:

- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.
- Claros de entender y calcular.
- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.

Es por esto que los indicadores deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer unos valores plan o consigna que determine los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

La información será obtenida de muestras tomadas en un periodo mínimo de 6 meses, debido a que anteriormente no se tienen antecedentes, y por lo tanto los datos de mantenimiento correctivo serán mayores que los de preventivo, además no existen políticas para respetar mantenimientos programados. De esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar las actividades.

Para el correcto desarrollo de este plan de mantenimiento tendremos en cuenta los indicadores de clase mundial. Estos indicadores nos servirán de apoyo para el correcto diagnóstico e ilustración del funcionamiento de la fábrica y así tomar los correctivos necesarios.

Los indicadores principales a tener en cuenta serán:

Disponibilidad:

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté detenida por averías o ajustes.

Ecuación: Disponibilidad teórica

$$D = \frac{T_0}{T_0 + T_p} \quad (16)$$

Dónde:

T_0 Tiempo total de operación.

T_p Tiempo total de parada.

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallas y de reparación.

Sabemos que la disponibilidad depende de:

- La frecuencia de las fallas.
- El tiempo que transcurra en reanudar el servicio.

Por lo tanto tenemos:

Ecuación: Disponibilidad

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \quad (17)$$

Dónde:

TPEF = Tiempo promedio entre fallas. (MTBF: Mean Time Between Failures).

TPPR = Tiempo promedio de reparación. (MTTR: Mean Time To Repair).

Fiabilidad:

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para el cual fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.

El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

Tiempo promedio entre falla: Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio.

Ecuación: Tiempo promedio entre fallas.

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS} \quad (18)$$

Donde:

HROP = Horas de operación.

NTFALLAS = Número de fallas detectadas.

Mantenibilidad:

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados³.

Por lo tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

Ecuación: Tiempo promedio para reparar

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS} \quad (19)$$

Donde:

TTF = Tiempo Total de Fallas.

NTFALLAS = Número de fallas detectadas.

Tiempo promedio para reparación: Relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado. La relación existente entre el tiempo promedio entre fallas debe estar asociada con el cálculo del tiempo promedio para la reparación.

Como complemento se necesitan indicadores secundarios, los cuales son:

Accidentalidad:

Son indicadores asociados directamente con la concepción del mantenimiento como negocio, son indicadores que están en función de factores, aparentemente ajenos al mantenimiento, como es el caso de número de accidentes y horas de funcionamiento de una planta, área o equipo dentro del proceso y son muy útiles para la gestión del mantenimiento.

Ecuación: Indicadores de Accidentes

$$I. \text{ Accidentes} = \frac{N. \text{ Accidentes}}{\text{Días Trabajados}} * 100 \quad (20)$$

Dónde:

N. Accidentes = Número de Accidentes.

A partir de los resultados que se puedan obtener con base en las ecuaciones expuestas anteriormente y analizando los datos minuciosamente podremos llegar a conclusiones adecuadas para solucionar problemas y aumentar la calidad, disponibilidad, fiabilidad, entre otros indicadores, con el fin de dar indicaciones concretas y así identificar la eficiencia del plan de mantenimiento.

4.6 Estudio de costos

4.6.1 *Costos directos.* Es todo aquel costo que se puede asociar directamente a la producción de un solo producto, y que por tanto sólo debe figurar en la contabilidad de costos de ese producto.

Tabla 27. Costos directos

COSTOS DIRECTOS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR U. (USD)	VALOR T. (USD)
Costos de modelación de piezas y Rehabilitación.	U	4	50,00	200,00
Equipo y maquinaria	U	1	0,00	0,00
Mano de obra (Autor)	Meses	10	48,53	485,30
Total Costos Directos				<u>685,30</u>

Fuente: Autor

4.6.2 *Costos indirectos.* Son aquellos costos que afectan el proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación.

Tabla 28. Costos Indirectos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR U. (USD)	VALOR T. (USD)
Equipo de Computación				255,00
Computadora portátil	Horas	240	0,50	120,00
Cámara fotográfica	Horas	60	0,50	30,00
Impresora	U	1	105,00	105,00
Gastos Administrativos				148,00
Papel	Resma	1	4,00	4,00
Tinta impresora	Cartucho	2	8,00	16,00
Documentación e investigación	U	3	20,00	60,00
Insumos	U	4	5,00	20,00
Otros Costos Indirectos				212
Movilización y transporte	U	40	1,00	40,00
Asesoramiento técnico	Horas	3	25,00	75,00
Gastos varios				20,00
Total Costos Indirectos				<u>490,00</u>

Fuente: Autor

Para el estudio de costos se cotiza el precio de costos los materiales y componentes necesarios para la rehabilitación del taladro radial en el taller básico de la Facultad de Mecánica aplicando la tecnología CAD/CAM, dicha cotización se va a realizar de la manera más precisa posible.

En este estudio analizó las decisiones fundamentales que tiene que hacer bajo condiciones de competencia perfecta, para lograr el objetivo de producir piezas destinadas a reposición con la máxima eficacia económica posible, para lograr el nivel de rehabilitación de la máquina de máxima eficacia económica.

COSTO TOTAL

Costo total= Costo Directo+ Costo Indirecto

CT= (685,30+490,00) USD

CT= 1.175,30

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Siemens NX, es un paquete de software CAD/CAM/CAE desarrollado por la compañía Siemens PLM, ofrece a los usuarios grandiosos instrumentos para superar a los opuestos de la innovación en sus procesos de desarrollo de productos digitales, brinda un conjunto completo y flexible de herramientas de creación, manipulación y análisis de formas y es una parte integral de la solución completa de desarrollo de productos digitales.

El deterioro del taladro radial se produjo por uso de la misma y otra causa significativa fue la ausencia de un plan preventivo debido a la inexistencia de un responsable de mantenimiento.

Con la aplicación de la Matriz de Criticidad ABC, se determinó tomando en consideración 4 aspectos selectivos y 7 parámetros directivos, de los cuales el taladro radial obtuvo una criticidad B, la cual se recomienda realizar lo siguiente: mantenimiento predictivo, usarlo solamente en caso necesario, mantenimiento preventivo, emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado y mantenimiento correctivo, en el caso de reparaciones imprevistas, demostrando así la viabilidad de la rehabilitación propuesta en el taladro radial.

La evaluación del estado técnico del taladro radial determino que existen seis fallas principales que son las que ocasionan que el equipo no de su rendimiento esperado. El desgaste del mandril, deterioro y atascamiento de los controles de velocidad, movimiento brusco del husillo, desajustes de la base del taladro, falta de lubricación, a más de la errónea instalación eléctrica realizada. Al ser fallas que se evidencia durante la evaluación de la maquina deben ser corregidas inmediatamente.

Con el desarrollo de este trabajo se obtuvo una herramienta para seleccionar de manera objetiva la filosofía de mantenimiento que más se adapta en el taller básico de la Facultad de Mecánica de la Espoch en función de su contexto situacional, con el fin de prevenir al máximo las fallas en la máquina y preservar en óptimo estado de funcionamiento.

El mecanizado se realizó en su mayoría en máquinas convencionales ya que las piezas destinadas a reposición son de fácil mecanizado y resulta más viable y económico que en una maquina CNC.

5.2 Recomendaciones

Aplicar el plan de mantenimiento propuesto en el presente trabajo. A fin de mejorar la gestión de mantenimiento y tener un mayor control del taladro radial Johannes Kossmann considerando que se debe elaborar un registro estadístico de fallas.

El mantenimiento predictivo, usarlo solamente en caso necesario, mantenimiento preventivo, emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado, mantenimiento correctivo, en el caso de reparaciones imprevistas.

Al efectuarse modificaciones al plan de mantenimiento planteado se sugiere utilizar técnicas de valoración económica para constatar que dichos cambios son económicamente rentables.

Se recomienda realizar un diagnóstico del estado técnico de las demás maquinas integrantes del taller básico de la Facultad de Mecánica ya que existe la posibilidad de que se rehabiliten otras que garantizaran y reforzando significativamente la formación académica para estar aptos a las exigencias que hoy en día existe en el sector industrial de nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, C. J. *Mantenimiento preventivo, predictivo y monitoreo industrial.* Córdoba, Argentina: Dimas, 1989, p. 50.

AVALLONE, Eugene. & BAUMEISTER, Theodore III. *Manual del Ingeniero Mecánico.* D.F.- México: McGraw-Hill, 1995, pp. 39 – 42.

BOERO, Carlos. *Mantenimiento Industrial.* Córdoba - Argentina: Universitas, 1998. pp. 31 – 33.

CALLISTER, W. *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales.* Tomo 2, Barcelona - España: Reveté. 1995. pp. 67 – 69.

CASANOVA, O. *Logística y comunicación en un taller de vehículos.* Madrid - España: Ediciones Paraninfo S.A, 2011. p. 33.

CREUS, S.A. *Técnicas para la prevención de riesgos laborales.* Madrid - España: Marcombo. 2012. p. 53.

CREUS SOLE, Antonio. & MANGOSIO, José. *Seguridad e higiene en el trabajo un enfoque integral.* Buenos Aires – Argentina: Alfaomega. 2011. p. 24.

CORTÉS D, J. *Técnicas de prevención de riesgos laborales.* Madrid – España: Tebar, 1987, pp. 45 – 49.

CUATRECASAS, LI. E. *TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia en los equipos de producción.* Barcelona – España. Gestión 2000, 2000, pp. 39 – 42.

CRUZ RABELO, E. M. *Ingeniería de mantenimiento.* Buenos Aires – Argentina: Nueva Librería, 1997, pp. 32 – 38.

GARCÍA, J.P. *Fundamentos del diseño mecánico.* Bogota - Colombia: Programa Editorial Universidad del Valle. 2004. p. 74.

GARCÍA, J.P. *Apuntes de diseño de máquinas.* Madrid - España: Editorial Club Universitario. 2008. pp. 81 – 85.

GONZÁLEZ, R.S. *Manual básico prevención de riesgos laborales*. Madrid - España: Thomson. 2011. pp. 21 – 23.

LARREA, M. A. Diseño y Manufactura Asistida por Computador (CAD-CAM) en la construcción de pieza con proceso de Torneado de Control Numérico (CNC). (Tesis). (Tlgo. Mec. Industrial). Escuela Superior Polotécnica del Litoral. Instituto de Tecnologías. Guayaquil - Ecuador (2010). pp. 31 – 35.

MELO, J. L. Guia Práctica de Ergonomía. 1ª ed., Buenos Aires – Argentina: Contartese Gráfica S.R.L., 2009, pp. 55 – 65

MOROCHO, M.A. Administración de mantenimiento. Riobamba – Eecuator: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo - DocuCentro. 2005, pp. 35 – 55.

SHIGLEY, J.E. Diseño en Ingeniería Mecánica. 3ª ed., D.F. - México. McGraw-Hill, 1985, p. 6.

WALPOLE, R. E. Probabilidad y estadística para ingenieros. 6ª ed., D.F. - México: Prentice - Hall Hispanoamerica S.A.,1999, p. 33.