



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS  
Y TECNOLOGÍAS**

**CARRERA DE EDUCACIÓN TÉCNICA: MECÁNICA INDUSTRIAL-  
AUTOMOTRIZ**

**TÍTULO**

ÚTILES DE CORTE DE ALTA Y BAJA VELOCIDAD Y LOS PROCESOS DE FRESADO VERTICAL EN EL CENTRO DE MECANIZADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, EN EL AÑO 2017

**“Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Licenciado en la especialidad de Educación Técnica: Mecánica Industria-Automotriz”**

**Autores: MOROCHO TOAPANTA FRANKLIN ANÍBAL  
NAULA AUCANSHALA ALEX DARÍO**

**Director de tesis: ING. PAULO HERRERA**

**Riobamba, Marzo 2017**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis le dedico a Dios por haberme dado la sabiduría y supo guiar mis pasos y brindarme todas sus bendiciones para alcanzar esta meta tan anhelada, a mi familia por el apoyo incondicional, en especial a mis padres y esposa quienes siempre estuvieron apoyando en todo momento.

### **Franklin**

A Dios

Por darme la salud y la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino, a mi esposa, familiares que han sido mi soporte y compañía durante todo el período de estudio.

Mis padres

Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron para darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

### **Alex**

## **RECONOCIMIENTO**

El agradecimiento más sincero a mi querida familia, amigos, compañeros, profesores y demás personas que de una u otra manera me apoyaron para culminar con éxito esta profesión.

También un agradecimiento muy especial a la Universidad Nacional de Chimborazo, en especial a la Carrera de Educación Técnica, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser una persona útil para la sociedad, y a cada docente que conforma esta gloriosa escuela que supo formarme para más de ser un ente productivo y beneficioso para la sociedad.

### **Franklin**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mis profesores que durante toda mi carrera profesional han aportado con un granito de arena a mi formación, que, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación han inculcado valores y conocimientos en mí para que pueda terminar mis estudios con éxito.

### **Alex**

## MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “ÚTILES DE CORTE DE ALTA Y BAJA VELOCIDAD Y LOS PROCESOS DE FRESADO VERTICAL EN EL CENTRO DE MECANIZADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, EN EL AÑO 2017”

Presentado por Franklin Aníbal Morocho Toapanta y Alex Darío Naula Aucanshala y dirigida por Ing. Paulo Herrera. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presenta para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para Constancia de lo Expuesto firman:

Carlos Loza C.

Presidente del tribunal



Firma

Jorge Ibarra Loza

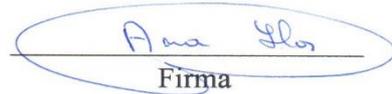
Miembro del tribunal



Firma

Ana Flor Pastelo

Miembro del tribunal



Firma

## **DERECHOS DE AUTORIA**

**TEMA:** “ÚTILES DE CORTE DE ALTA Y BAJA VELOCIDAD Y LOS PROCESOS DE FRESADO VERTICAL EN EL CENTRO DE MECANIZADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, EN EL AÑO 2017”

Los señores Morocho Toapanta Franklin Aníbal y Naula Aucanshala Alex Darío, declaramos que los contenidos de esta investigación de grado son absolutamente originales y basados en procesos de investigación.

Todos los fundamentos teóricos y científicos de la investigación son de exclusiva responsabilidad de los autores y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.



**Franklin Aníbal Morocho Toapanta**  
C.I.: 0605099688



**Alex Darío Naula Aucanshala**  
C.I.: 060463131-7



**Ing. Paulo Herrera**  
TUTOR



## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS  
CARRERA DE EDUCACIÓN TÉCNICA**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que los señores **FRANKLIN ANÍBAL MOROCHO TOAPANTA** portador de la Cédula de Ciudadanía No. 0605099688, **ALEX DARÍO NAULA AUCANSHALA**, con cédula de ciudadanía N° 0604631317; egresados de la Carrera de Educación Técnica: Mecánica Industrial Automotriz de la Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, realizaron el trabajo de investigación titulado **“ÚTILES DE CORTE DE ALTA Y BAJA VELOCIDAD Y LOS PROCESOS DE FRESADO VERTICAL EN EL CENTRO DE MECANIZADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, EN EL AÑO 2017”**, Han cumplido con el 100% de su trabajo de investigación.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad, autorizando a los interesados hacer uso del presente para cumplir con el trámite respectivo.

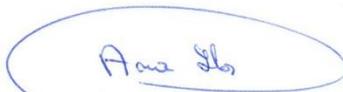
MsC. Paulo Herrera  
**TUTOR**

Riobamba, 17 de Marzo de 2016

## CERTIFICACIÓN

Certifico que los estudiantes: **FRANKLIN ANÍBAL MOROCHO TOAPANTA**, con cédula de ciudadanía No.0605099688; **ALEX DARIO NAULA AUCANSHALA**, con cédula de ciudadanía No.0604631317; egresados de la Licenciatura en Ciencias de la Educación, profesor de Mecánica Industrial Automotriz” Modalidad presencial ,con el título de tesis: **ÚTILES DE CORTE DE ALTA Y BAJA VELOCIDAD Y LOS PROCESOS DE FRESADO VERTICAL EN EL CENTRO DE MECANIZADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, EN EL AÑO 2017**. Ha revisado su investigación mediante el Programa Plagium con el 8% de copia en la tesis.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso del presente para el trámite respectivo.



Pos. Ing. Paulo Herrera

**TUTOR DE TESIS**

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
RECONOCIMIENTO .....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiii
Resumen .....	xiv
Introducción.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.4. PREGUNTAS DIRECTRICES O PROBLEMAS DERIVADOS.....	2
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.5.1. General.....	2
1.5.2. Específicos.....	2
1.6. Justificación e importancia .....	3
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de Investigaciones .....	5
2.1.1. Internacional .....	5
2.1.2. Nacional.....	6
2.1.3. Local .....	6
2.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA .....	7
2.2.1. Fundamentación Filosófica .....	7
2.2.2. Fundamentación Pedagógica .....	7
2.2.3. Fundamentación Axiológica.....	8
2.2.4. Fundamentación Legal .....	9
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.3.1 Útiles de corte.....	9
2.3.1.1 Formas y tipos de útiles de corte .....	10
2.3.1.2 Tipos de fresas .....	11
2.3.1.3 Fresas cilíndricas y fresas Frontales .....	11
2.3.1.4 Fresa con vástago .....	11

2.3.1.5	Fresas de forma.....	12
2.3.2	Materiales de aleación y recubrimientos. ....	12
2.3.2.1	Tipos de materiales utilizados para fabricar herramientas de corte o plaquetas. ..	13
2.3.3	Recubrimientos y dureza de los útiles de corte. ....	15
2.3.3.1	Recubrimientos de TIALN .....	15
2.3.3.2.	Recubrimiento de diamante .....	16
2.3.3.3	Recubrimiento WC/C .....	16
2.3.3.4	Recubrimientos de TIALN mono capa combinado con WC/C .....	17
2.3.4	Geometría de los útiles de corte .....	18
2.3.4.1	Geometría en mano y en uso .....	18
2.3.4.2	Influencia de los ángulos de corte en el funcionamiento.....	19
2.3.4.3	Parámetros de la geometría.....	19
2.3.5	Montaje y sujeción de los útiles de corte.....	20
2.3.5.1	Cono Métrico o ISO .....	21
2.3.5.2	CAT .....	22
2.3.5.3	BT (Norma MAS 403).....	23
2.3.5.4	HSK .....	23
2.3.5.5	Mecánico .....	24
2.3.5.6	Hidráulico .....	26
2.3.5.7	Térmico.....	27
2.3.6	El equilibrio de las herramientas de corte. ....	29
2.3.6.1	Efectos del desequilibrio en el ajuste .....	29
2.3.6.1.1	Efectos sobre la pieza mecanizada .....	29
2.3.6.1.2	Efectos sobre la máquina.....	30
2.3.7.	Procesos de fresado vertical .....	30
2.3.7.1.	Planeado .....	31
2.3.7.2.	Fresado en escuadra.....	31
2.3.7.3.	Ranurado recto.....	31
2.3.7.4.	Ranurado de Forma .....	31
2.3.7.5.	Taladrado, Escariado y Mandrinado.....	32
2.3.7.6.	Cubicaje.....	32
2.3.7.7.	Ranurado de chaveteros.....	32
2.3.7.8.	Fresado de cavidades .....	32
2.3.7.9.	Fresado Frontal.....	32
2.3.7.10.	Fresado en Rampa .....	33
2.3.8.	Fresadora Vertical CNC .....	33
2.3.8.1.	Control Numérico.....	34

2.3.8.3.	Ventajas del CNC .....	36
2.3.8.4.	Desventajas del CNC.....	36
2.3.8.5.	Principio de Funcionamiento.....	37
2.3.8.6.	Movimiento de los Ejes .....	37
2.3.8.7.	Motores del CNC.....	40
2.3.8.9.	Programación de las máquinas CNC .....	41
2.3.8.9.1.	Códigos G .....	41
2.3.8.9.2.	Códigos M .....	41
2.3.9.	La Fresadora .....	42
2.3.9.1.	Partes de la Fresadora .....	43
2.3.9.1.1.	Bastidor.....	43
2.3.9.1.2.	Husillo Principal.....	43
2.3.9.1.3.	Caja de Velocidades del Husillo.....	44
2.3.9.1.4.	Mesa Longitudinal.....	44
2.3.9.1.5.	Carro Transversal .....	44
2.3.9.1.6.	Consola.....	44
2.3.9.1.7.	Caja de Avances .....	44
2.3.9.2.	Clasificación de las Fresadoras .....	44
2.3.9.2.1.	Fresadora Horizontal .....	45
2.3.9.2.2.	Fresadora Vertical.....	45
2.3.9.2.3.	Fresadora Mixta.....	46
2.3.9.2.4.	Fresadora Universal.....	46
2.3.10.	Fresadora Vertical CNC en la Industria .....	46
2.3.11.	El Manual .....	48
2.3.11.1.	Tipos Manual.....	49
2.3.11.2.	Principales Características de Manual Escolar.....	50
2.4.	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
2.4.1.	Variable Independiente.....	51
2.4.2.	Variable Dependiente .....	51
2.4.3.	Operacionalización de las variables .....	52
2.5.	Definiciones de Términos Básicos .....	55
CAPÍTULO III .....		57
3.	MARCO METODOLÓGICO .....	57
3.1	Diseño de la investigación.....	57
3.2.1	Bibliográfica.....	57
3.2.2	Descriptiva.....	57
3.3.	Nivel de la investigación .....	57

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	58
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>70</b>
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	59
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>63</b>
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	65
WEB GRAFÍA.....	66
ANEXOS.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1.	Tipos de recubrimiento.....	17
Tabla N° 2.2.	Mangos Cónicos.....	22
Tabla N°2.3.	Tabla de precisión de los sistemas de amarre.....	28
Tabla N°2.4.	Variable Independiente.....	52
Tabla N°2.5.	Variable Dependiente.....	54
Tabla N°4.1.	Intencionalidad.....	59
Tabla N°4.2.	Suficiente.....	60
Tabla N°4.3.	Consistente.....	61
Tabla N°4.4.	Coherente.....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 2.1.	Cuadro de forma de útiles de corte.....	11
Gráfico N° 2.2.	Geometría en operación.....	19
Gráfico N° 2.3.	Conos ISO.....	21
Gráfico N° 2.4.	Conos CAT.....	22
Gráfico N° 2.5.	Conos BT.....	23
Gráfico N° 2.6.	Conos HSK.....	24
Gráfico N° 2.7.	Porta pinzas y boquillas ER.....	25
Gráfico N° 2.8.	Los mangos Weldon y Whistle Notch, mango cilíndrico	26
Gráfico N° 2.9.	Sujeción Hidráulica.....	27
Gráfico N°2.10.	Sistema de fijación por contracción térmica.....	28
Gráfico N° 2.11.	Tornillo embalado.....	38
Gráfico N° 2.12.	Tuerca de tornillo embalado.....	38
Gráfico N° 2.13.	Acoplamiento de tuerca y tornillo.....	38
Gráfico N° 2.14.	Ball Screw.....	39
Gráfico N° 2.15.	Ejes x, y, z.....	39
Gráfico N° 2.16.	Ejes.....	40
Gráfico N° 2.17.	Gráfica para mecanizar.....	43
Gráfico N° 2.18.	Partes de la fresadora.....	44
Gráfico N° 2.19.	Fresadora horizontal.....	45
Gráfico N° 2.20.	Fresadora vertical.....	45
Gráfico N° 2.21.	Fresadora universal.....	46
Gráfico N°4.1.	Manual de los útiles de corte.....	59
Gráfico N°4.2.	Útiles de corte y proceso de fresado.....	60
Gráfico N°4.3.	Útiles de corte y proceso de fresado vertical.....	61
Gráfico N°4.4.	Relación con avances tecnológicos.....	62

## **Resumen**

### **ÚTILES DE CORTE DE ALTA Y BAJA VELOCIDAD Y LOS PROCESOS DE FRESADO VERTICAL EN EL CENTRO DE MECANIZADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, EN EL AÑO 2017.**

En el presente trabajo se desarrolló el análisis de la correcta utilización de los útiles de corte de alta y baja velocidad durante los procesos de mecanizado. Dicho estudio se realizó en la Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Educación Técnica: Especialidad: Mecánica Industrial-Automotriz, con una población de 10 expertos en el Área Industrial. La metodología utilizada tuvo un enfoque analítico el cual arrojó resultados que indicaron el desconocimiento del uso correcto de los útiles de corte de alta y baja velocidad durante los procesos de mecanizado, sabiendo que un Centro de Mecanizado es una máquina altamente automatizada capaz de realizar múltiples operaciones de maquinado, en una instalación, bajo CNC (Control Numérico Computarizado) con la mínima intervención humana. Por lo tanto el operador debe estar completamente capacitado para el correcto montaje del utensilio de corte, material, y tener gran trayectoria de experiencia en máquinas de control numérico. Ante lo explicado se implementa un manual técnico de útiles de corte y procesos de fresado vertical como herramienta práctica para, reducir y eliminar el mal uso de los utensilios de corte durante el proceso de mecanizado, lo cual evitará accidentes y deterioro de la máquina CNC, así mismo permitirá mantener una cultura de responsabilidad de salud y generar competitividad en el correcto uso de los útiles de corte de alta y baja velocidad.

## Abstract

In this research work the analysis of the correct use of high and low speed cutting tools during the machining processes was carried out. This study was conducted at the Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de Educación Técnica: Especialidad: Mecánica Industrial-Automotriz, with a population of 10 experts in the Industrial Area. The methodology had an analytical approach and the results showed the lack of knowledge of the correct use of high and low speed cutting tools during machining processes; it is known that a Machining Center is a highly automated machine capable of performing multiple machining operations, in an installation, under CNC (Computer Numerical Control) with minimum human intervention. Therefore, the operator must be fully-trained for the correct assembly of the cutting tool, material, and have extensive trajectory and expertise in numerical control machines. In consequence, a technical manual for cutting tools and vertical milling operation is implemented as a practical tool to reduce and eliminate the inappropriate use of the cutting tools during the machining process, which will prevent accidents and impaired of CNC machine. It will also maintain a culture of health responsibility and generate competitiveness in the correct use of high and low speed-cutting tools.



Reviewed by: Célieri, Silvana  
**Language Center Teacher**



## **Introducción**

Iniciado el siglo XXI son inimaginables los avances científicos y tecnológicos, en los últimos 10 - 15 años. La evolución en la industria en todo el mundo ya ha llegado y, aunque todavía queda mucho camino por recorrer, el denominado mecanizado a alta y baja velocidad es ya una realidad que muchas empresas y numerosa gente todavía desconoce.

La presente investigación, ofrece información generada en base al desconocimiento de los estudiantes de la Escuela de Técnica, Carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, la misma que propone determinar la investigación de los útiles de corte de alta y baja velocidad y los procesos de fresado vertical.

La utilización correcta de los útiles de corte de alta y baja velocidad en instituciones técnicas, empresas pequeñas, medianas o grandes deben ser apropiadas para cada tipo de material.

El objetivo de tener o conocer un manual técnico, cada uno de los operarios es para que se ejecute correctamente la aplicación de los utensilios de corte de alta y baja velocidad en los distintos tipos de materiales a mecanizarse.

Para su mejor comprensión y tomando en cuenta los lineamientos establecidos por la Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, la presente investigación se estructuro en los capítulos que a continuación se detallan:

**Capítulo I.- Marco Referencial.** Se establece la investigación, iniciando con el planteamiento y formulación del problema, sus objetivos y justificación.

**Capítulo II.- Marco Teórico.** En donde se constan los antecedentes de investigaciones anteriores, fundamentaciones científica y teórica y variables de investigación.

**Capítulo III.- Marco Metodológico.** Se inicia con el enfoque investigativo, describe la metodología de la investigación, así como su tipo, diseño de estudio, población, muestra, operacionalización de variables, como también las técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesos y análisis de resultados.

**Capítulo IV.- Conclusiones y recomendaciones.** Se obtuvo importante información la misma que una vez desarrollada mediante el análisis de los objetivos y el criterio de los expertos en el área industrial llegó a importantes conclusiones y recomendaciones, se apoyó en los criterios de expertos y también en bibliografía y web grafía especializada para adquirir otros datos.

Además de lo mencionado anteriormente se incluyeron los respectivos anexos.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Toda institución técnica debe considerar de gran importancia los estudios de útiles de corte de alta y baja velocidad y los procesos de fresado vertical dentro de cada departamento o área con el fin de facilitar la ejecución correcta de los distintos procesos a mecanizar, además de instar a los operarios de las distintas máquinas un trabajo rápido y eficaz.

En la Universidad Nacional de Chimborazo es necesario tener una capacitación constante respecto al sistema CNC fresadora vertical, la utilización de esta máquina demanda de conocimientos apropiados y actualizados para mantener un funcionamiento adecuado al momento de realizar trabajos. Por tal motivo se considera importante el presentar un manual que brinde la consulta pertinente a los operadores de este sistema.

En la actualidad es necesario implementar en la Carrera de Educación Técnica un manual de los útiles de corte de alta y baja velocidad de acuerdo a los distintos tipos de material a procesarse en la máquina fresadora vertical, por lo que es de importancia dar solución este a requerimiento.

### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías, Carrera de Educación Técnica se ha determinado la necesidad de contar con un manual para la aplicación y funcionamiento de los útiles de corte en la fresadora vertical C.N.C. También en los procesos de mecanizado, en especial en la máquina antes mencionada.

Para el correcto funcionamiento de la fresadora vertical se debe tener en consideración todos los parámetros como son: procesos de corte, velocidad de corte, profundidad de corte, avance de la mesa, diámetro del material a procesarse, y la calidad del material de los útiles de corte y nivel de acabados.

Las herramientas de corte para la fresadora vertical son diseñadas y creadas mediante aleaciones especiales para los distintos procesos de fresado, calidad de acabados, y material

a procesarse. La aplicación no adecuada de todas estas normas produce la rotura y deterioro del útil, y un nivel de acabado rústico, conociendo estas falencias se ha determinado hacer una investigación y guiar a los futuros/as operadores y la aplicación adecuada, de esta manera fortalecer las experiencias y realizar los procesos de mecanizado de alta calidad.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo influyen los útiles de corte de alta y baja velocidad en los procesos de fresado vertical en el centro de mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo, en el año 2017?

### **1.4. PREGUNTAS DIRECTRICES O PROBLEMAS DERIVADOS**

- 1.- ¿Cómo analizar la geometría de los útiles de corte de alta y baja velocidad?
- 2.- ¿Qué medios se han utilizado para la elaboración de un manual de los útiles de corte?
- 3.- ¿Cómo obtener los criterios de expertos del manual elaborado?

### **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.1. General**

Determinar útiles de corte de alta y baja velocidad y los procesos de fresado vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo, en el año 2017.

#### **1.5.2. Específicos**

- Analizar la geometría y características de los útiles de corte de alta y baja velocidad y los procesos de fresado vertical.
- Sustentar técnicamente el diseño de un manual de útiles de corte de alta y baja velocidad para fresadora vertical CNC.
- Fundamentar el manual, basándose en el criterio de expertos.

## **1.6. Justificación e importancia**

Desde los orígenes del control numérico todos los esfuerzos se han encaminado a incrementar la productividad, precisión, rapidez y flexibilidad de la máquina fresadora. Su uso ha permitido la mecanización de piezas muy complejas que difícilmente se hubieran podido fabricar o mecanizar de forma manual o en máquinas convencionales cuyos acabados son muy rústicos y por lo tanto sus resultados no son satisfactorios.

Con el fin de satisfacer las necesidades, mejorar la calidad de los trabajos y especialmente utilizar correctamente los utensilios de corte se realiza el presente trabajo ya que las máquinas CNC a más de incrementar precisión, rapidez, optimización de tiempo y flexibilidad, también brindan calidad de acabados sea en las empresas o instituciones educativas.

En los últimos años los útiles de corte han sido diseñados mediante aleaciones químicas para distintos procesos de fresado, materiales a procesarse, niveles de acabados y determinar revoluciones, procesos que son muy importantes para la producción en serie. Si se piensa en el desarrollo de nuestro país, provincia, y de nuestra institución formativa requerimos difundir y aplicar las nuevas técnicas en la utilización correcta de los útiles de corte de la fresadora su desarrollo y perfeccionamiento está en la programación de la máquina para conseguir un mecanizado de alta calidad.

Uno de los elementos importantes dentro de esta investigación permite conocer la automatización y la utilización correcta de los útiles de corte en la máquina fresadora vertical de control numérico computarizado, la cual brinda ventajas adicionales.

Gracias a la incorporación del control numérico, las fresadoras son las máquinas herramientas más polivalentes por su rapidez y variedad de mecanizados, permite flexibilidad en el proceso de fabricación.

El presente trabajo indiscutiblemente beneficia a estudiantes de carreras técnicas, expertos en el área industrial, fabricantes de piezas y muchas personas quienes obtendrán la información de la correcta utilización de los útiles de corte de alta y baja velocidad ya que poseerán el suficiente discernimiento y prudencia en la aplicación de trabajos de mecanizado teniendo en cuenta la velocidad de corte, profundidad de corte, calidad de material a

procesarse, diámetro de la materia prima a procesarse, avance respectivo de la mesa de trabajo y la calidad de material de los útiles de corte.

El presente trabajo es factible porque se cuenta con la preparación recibida en los ocho semestres de estudios, bibliografía y web grafía indispensable, criterio de expertos y tutor especializado, además de los recursos económicos necesarios.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de Investigaciones**

El progreso de la humanidad sin duda alguna se ha dado gracias a los conocimientos adquiridos de los fenómenos físicos y químicos de los recursos naturales lo que ha permitido al hombre llevar un mejor estilo de vida, en este contexto el individuo en su afán de superación desarrolla nuevas formas de trabajo y acontecimientos tecnológicos que dieron lugar al desarrollo industrial que genera también el incremento de riesgos que están inmersos en este tipo de industrias que representan peligro para el trabajador.

La Organización Internacional del Trabajo indica que en el mundo se contabilizan más de 2,2 millones de muertes anuales relacionados con el trabajo, con un costo económico y social considerable. (Organización Internacional del Trabajo, 2014)

La Constitución de la República del Ecuador especifica que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”. (Constitución del la Replública del Ecuador, 2008)

En base a la consulta realizada en biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Chimborazo no se han encontrado temas referentes a la elaboración de un manual de útiles de corte de alta y baja velocidad para fresadora vertical CNC, (Control, Numérico Computarizado).

Pero algunos autores que han abordado la temática están relacionados con ésta, en este sentido:

##### **2.1.1. Internacional**

Tesis.- Universidad Nacional Autónoma de México / Miguel Ángel Arturo Lozano Carmona, Ángel Torres Rojas. (Lozano & Torres, 2014)

## **Resumen**

En el año 2014 se realizó un tema factible de desarrollo del manual de procedimientos de manufactura mediante el centro de maquinado vertical CNC del instituto de investigación en materiales, como tesis de grado de los estudiantes de UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO con los autores Miguel Ángel Arturo Lozano Carmona, Ángel Torres Rojas debido a la inexistencia de temas a nivel internacional optamos por realizar una investigación Nacional la cual se detalla a continuación.

### **2.1.2. Nacional**

Tesis.- ESCUELA POLITECNICA NACIONAL / Mario Alejandro Pérez Segura. (Pérez, 2015)

## **Resumen**

En el año 2015 se realizó un proyecto factible de Automatización e implementación de un sistema CNC para una fresadora vertical tipo torreta como tesis de grado del estudiante de la **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL** el autor Mario Alejandro Pérez Segura con el tema “Automatización e implementación de un sistema CNC para una fresadora vertical tipo torreta”.

### **2.1.3. Local**

Tesis.- ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO / Andrea Magali Llerena Píntag y Mario Orlando Coronel Hernández. (Llerena & Coronel, 2014)

En el año 2014 se realizó un proyecto factible de “Estudio, diseño e implementación de una máquina herramienta de control numérico computarizado, caso práctico prototipo de fresadora para madera. Como tesis de grado de los estudiantes de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, con los autores Andrea Magali Llerena Píntag y Mario Orlando Coronel Hernández.

En la Universidad Nacional de Chimborazo no se ha encontrado temas relacionados a los útiles de corte de alta y baja velocidad, y fresadora vertical.

Debido a que no existen más temas relacionados es conveniente realizar la investigación de dicho tema.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA**

### **2.2.1. Fundamentación Filosófica**

La filosofía representa los conocimientos del hombre acerca del mundo en general e intenta señalar el camino de obtención de nuevos conocimientos; proporciona una relación específica de éste con el mundo, tanto en el plano teórico como en el práctico a partir de la proyección de la actividad humana que se da en el plano cognoscitivo, valorativo y en la comunicación. (Tello, 2010)

En la mayoría de los contextos del diario convivir, el aprendizaje no se constituye como un gran problema. Las personas asimilan a partir de la experiencia, sin preocuparse del entorno del proceso de aprendizaje. Los progenitores enseñan a sus hijos y los artesanos a los aprendices. Los niños y los aprendices adquieren conocimientos, en tanto los que enseñan sienten baja necesidad de entender la teoría del aprendizaje. La enseñanza se efectúa indicando y mostrando cómo se hacen las cosas, facilitando los aprendizajes y felicitándolos cuando logran hacer bien su trabajo y llamándoles la atención cuando sus trabajos no cumplen las expectativas esperadas.) (Tello, 2010).

Cuando se crearon las escuelas como ambientes especiales para facilitar el aprendizaje, la enseñanza dejó de ser una actividad simple, por cuanto los contenidos que se enseña en ellas, son diferentes de aquellos que se aprenden en la vida cotidiana. (Spikin, 2002).

Este trabajo de investigación se sustentó en el materialismo dialéctico porque el materialismo considera el ser social no sólo en forma de objeto que se opone al hombre, sino también subjetivamente, en forma de la actividad práctica histórico-concreta del hombre. Tal concepción de la práctica proporcionaba base científica a la teoría del conocimiento, a la cual el marxismo llegó desde el punto de vista histórico-social en vez del enfoque abstracto del materialismo contemplativo, que consideraba los vínculos entre los hombres como algo puramente natural.

### **2.2.2. Fundamentación Pedagógica**

Los avances de la ciencia y la tecnología demandan nuevas formas de enseñar, aprender y administrar la educación. Los cambios aplicados en la nueva ley de educación han hecho más dinámicas y variadas las exigencias a la educación en todos los niveles.

El empleo de este tipo de técnicas como contenido, medio de enseñanza, cultura y recurso social, es una realidad y una necesidad social impuesta por el desarrollo educativo de la sociedad. Hoy se reconoce la imposibilidad de proporcionar, en un tiempo determinado, todos los conocimientos y habilidades que serán necesarios para el adecuado desempeño de cualquier profesional, por tanto, se requiere realizar una enseñanza que trascienda los límites del aula con la búsqueda de nuevas formas que permitan el desarrollo de una mayor independencia y de las capacidades creadoras de cada individuo teniendo en cuenta que las demandas sociales cambian más rápidamente que los sistemas educativos. (Freire, 2009)

### **2.2.3. Fundamentación Axiológica**

Eduard Von Hartman en 1908, la fundamentación axiológica no sólo trata de los valores positivos, sino también de los valores negativos, analizando los principios que permiten considerar que algo es o no valioso, y considerando los fundamentos de tal juicio. (Aldaz, 2011)

Es así que, la investigación de una teoría de los valores ha encontrado una aplicación especial en la ética y en la estética, ámbitos donde el concepto de valor poseen una relevancia específica. Algunos filósofos como los alemanes Heinrich Rickert o Max Scheler han realizado diferentes propuestas para elaborar una jerarquía adecuada de los valores. En este sentido, puede hablarse de una ética axiológica, que fue desarrollada, principalmente, por el propio Scheler y Nicolai Hartmann. (Aldaz, 2011)

Desde el punto de vista ético, la axiología es una de las dos principales fundamentaciones de la ética junto con la deontología, el estudio griego culmina con el desarrollo de un sistema de valores, que a su vez pueden ser objetivos o subjetivos y en atención a ello, los valores morales son pues, los parámetros que permiten juzgar si un acto es moralmente bueno o malo, conforme a los acuerdos implícitos o explícitos que ha denotado una sociedad, existen características que a pesar de la diversidad de cultura y de pensamientos, son comunes para determinar si un valor realmente lo es. (Aldaz, 2011)

Desde tiempos inmemoriales y antes de que los valores hayan sido objeto de estudio de alguna ciencia como la filosofía o la ética, los hombres han establecido criterios para calificar los actos humanos de acuerdo con las expresiones y costumbres, que varían de acuerdo al tiempo, el espacio geográfico o las circunstancias en que estos se desarrollan, los valores son

frutos de cambios y transformaciones a lo largo de la historia y surgen con un especial significado, cambiando o desapareciendo en las distintas épocas.

#### **2.2.4. Fundamentación Legal**

Esta investigación se sustenta en la Constitución Política de la República vigente, en el Plan Decenal de la Educación del Ecuador, la Reforma Curricular para la Educación Básica de 1998, que incluye los lineamientos y consensos emanados por el Consejo Nacional de Educación en materia educativa que plantea el currículo escolar debe ser centrado en el niño, porque su objetivo es propiciar un desarrollo acorde con sus necesidades y características evolutivas. Debe ser integrado y globalizador para que lo potencie como ser humano en formación, poniendo en primer plano su desarrollo como persona en su medio social, su identidad y autonomía personal y el desarrollo de sus capacidades antes de adquisiciones particulares de conocimientos y destrezas específicas.

También se fundamenta en el documento propuesto para la Actualización y Fortalecimiento Curricular de la Educación General Básica 2010 que considera al Buen Vivir como Fundamento Constitucional basado en el Sumak Kawsay y constituye el principio rector del Sistema Educativo, la transversalidad en el currículo y como hilo conductor la formación del individuo, el desarrollo de valores y potencialidades humanas que garantizan la igualdad de oportunidades para todas las personas, preparación de los futuros ciudadanos para una sociedad democrática, equitativa, inclusiva, pacífica, promotora de la interculturalidad, tolerante con la diversidad, y respetuosa de la naturaleza y el ser humano.

Se fundamenta también en el Código de la Niñez y Adolescencia que proporciona el marco jurídico para que el niño, niña y adolescente desarrolle integralmente sus capacidades, fortalezca su estructura cognoscitiva, sus actitudes interactúe y descubra su entorno físico, natural, social, y cultural para lograr un mejoramiento de sus capacidades intelectuales, donde la familia, las unidades educativas sean pilares para el desarrollo y formación.

### **2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.3.1 Útiles de corte**

Las máquinas de control numérico computarizado tienen la capacidad de fraguar piezas que, con máquinas convencionales sería prácticamente imposible maquinar, para realizar los trabajos de arranque de viruta, las máquinas se equipan con herramientas de corte que pueden

ser tan especializadas como una máquina de control numérico computarizado. (Castro Patiño, 2016)

Las herramientas de corte más utilizadas en una fresadora se denominan fresas, broca fresa aunque también pueden utilizarse con plaquetas, insertos intercambiables de distintas formas. Las fresas son herramientas de corte de forma, material y dimensiones muy variadas de acuerdo con el tipo de fresado que se quiera realizar. Una fresa está determinada por su diámetro, su forma, material constituyente, números de labios o dientes que tenga y el sistema de sujeción a la máquina.

Las plaquetas o insertos están hechas de diferentes materiales duros como el acero al carbono o cerámicos, de forma que resista las elevadas temperaturas. (Soraya, 2013)

Los lados cortantes de las fresas de acero rápido (*HSS*) pueden ser rectilíneos o helicoidales, y las fresas que montan plaquetas intercambiables son de carburo metálico como el carburo de tungsteno, conocido como vidia, de metal cerámica o, en casos especiales, de nitruro de boro cúbico (*CBN*) o de diamante poli cristalino (*PDC*). En general, los materiales más duros en los filos de corte permiten utilizar mayores velocidades de corte, pero al ser menos tenaces, exigen una velocidad de avance menor. El número de labios o plaquetas de las fresas depende de su diámetro, de la cantidad de viruta que debe arrancar, de la dureza del material y del tipo de fresa.

### **2.3.1.1 Formas y tipos de útiles de corte**

Las fresas van provistas en su periferia, o también en su cara frontal, de dientes o de cuchillas. Son útiles de varios filos y tienen respeto a los útiles de un solo filo, para cepillar y para torneear, la ventaja de que no se calienten tanto y de que tampoco se embotan tan rápidamente. Cada filo está cortando nada más que una fracción del tiempo que dura su revolución y durante el resto del tiempo se vuelve a enfriar.

Las fresas para metales ligeros van provistas de cuchillas con objeto de conseguir un buen arranque de viruta, de huecos entre dientes especialmente grandes y redondeados. Para materiales duros se emplean fresas con muchos dientes, lo cual lleva consigo la existencia de orificios pequeños entre diente y diente: arrancan sólo virutas pequeñas.

Los útiles de corte y sus distintos tipos y formas, en la actualidad se pueden encontrar los siguientes útiles que se detallara a continuación:

### 2.3.1.2 Tipos de fresas

Según la forma de sus dientes se distingue entre fresas de dientes puntiagudos por ejemplo: fresas cilíndricas. Y fresas destalonadas.

**Gráfico N° 2.1. Cuadro de formas de útiles de corte.**



Fuente: <http://www.prezisstools.com/porta-herramientas.html>

### 2.3.1.3 Fresas cilíndricas y fresas Frontales

- Las fresas cilíndricas acopladas, con dientes helicoidales de sentidos opuestos, tienen la ventaja de que el empuje axial queda en ellas parcialmente compensado.
- Las fresas frontales cilíndricas tienen dientes no solamente en la periferia, sino también en una de las caras frontales. Se prestan estas fresas para trabajar superficies planas y rebajos en ángulo recto, tanto con la fresadora horizontal como la vertical.

### 2.3.1.4 Fresa con vástago

- Las fresas de vástago con fresas frontales cilíndricas de pequeño diámetro. El vástago o mango sirve para sujeción. Las fresas de vástago con corte a la derecha y hélice a la derecha o las de corte a la izquierda con hélice a la izquierda, pueden salirse del husillo como consecuencia del empuje axial. Para evitar esto, los mangos de fresa

provistos de lengüeta de arrastre no se usan generalmente nada más que para cortes ligeros:

- Las fresas de vástago para ranuras se prestan para la ejecución de ranuras en T; Las fresas para agujeros rasgados tienen dos filos y se utilizan para el fresado de chaveteros y de agujeros rasgados. (Soraya, 2013)

#### **2.3.1.5 Fresas de forma**

- Las fresas angulares son necesarias para la ejecución de guías prismáticas;
- La fresa frontal angular se utiliza para el mecanizado de guías en ángulo;
- Las fresas de un solo filo se utilizan para pequeños trabajos de fresado de forma.

Fresas para chaveteros, este tipo de útil de corte es utilizado para realizar canales o guías para chavetas, Fresa para Cola de Milano este tipo de útil de corte es utilizado para realizar guías por ejemplo en las bancadas de las fresadoras, limadoras etc.

Fresa madre para cortar es utilizado en la fresadora vertical para realizar piñones en gran producción, también es utilizada la fresa sierra que es muy útil en la máquina fresadora vertical CNC para realizar cortes en las piezas a mecanizar. Las fresas de biselar este tipo de útil son muy importantes dentro de los procesos de mecanizado en la fresadora CNC se utiliza para biselar, o para realizar chaflán en la pieza que se está mecanizando para un eficiente acabado.

Fresas de ranura es utilizada especialmente para realizar desbastes en las piezas que se está mecanizando, este tipo de útil de corte está formado de plaquetas de diamantes reemplazables, Fresas para redondear son utilizadas para redondear los filos de la piezas que se está mecanizando para un mejor acabado. Fresas para ranuras en V y Fresas para ranuras en T son útiles de corte muy importantes ya que éstas sirven para realizar guías en V Y T son muy utilizadas en máquinas de precisión por ejemplo en forma de T es utilizado para sujetar con pernos. (Soraya, 2013)

#### **2.3.2 Materiales de aleación y recubrimientos.**

Para una buena herramienta de corte, los materiales que la forman deben tener las siguientes características:

- **Dureza** - Debe tener mucha dureza para resistir la elevada temperatura y fuerza de fricción cuando está en contacto con la pieza que se está mecanizando en la máquina fresadora CNC.
- **Resistencia**- Debe tener resistencia para que las herramientas de corte no se agrieten o fracturen fácilmente en el proceso de mecanizado.
- **Resistencia al desgaste** - Debe tener una duración aceptable, en los procesos de mecanizado debido a los costos de producción y adquisición y evitar un recambio de pieza. (George, 1991)

### 2.3.2.1 Tipos de materiales utilizados para fabricar herramientas de corte o plaquetas.

- **Acero no aleado**.- Es un acero con entre 0,5 a 1,5% de concentración de carbono. Para soportar temperaturas de unos 250 ° C en caso de que se sobrepase las temperaturas indicadas pierde su dureza, por lo tanto es inapropiado utilizar en altas velocidades y profundidades de corte. Estos aceros se denominan usualmente aceros al carbono. (George, 1991)
- **Acero aleado**.- Estos útiles contienen como elementos aleatorios, además del carbono, adiciones de wolframio, cromo, vanadio, molibdeno y otros. Hay aceros débilmente aleados y aceros fuertemente aleados. El acero rápido (SS) es un acero fuertemente aleado. Tiene una elevada resistencia al desgaste. No pierde la dureza hasta llegar a los 600 ° C. Esta resistencia en caliente, que es debido sobre todo al alto contenido de wolframio, hace posible el fresado con velocidades de corte elevadas. Como el acero rápido es un material caro, la herramienta usualmente sólo lleva la parte cortante hecha de este material para el respectivo mecanizado, este útil en caso de que se exceda los límites de temperatura y velocidades de corte, perderá la resistencia al desgaste y sufrirá daños en los filos cortantes del material. (George, 1991)
- **Metal duro**.- Los metales duros hacen posible un gran aumento de la capacidad de corte de la herramienta al momento de mecanizar. Los componentes principales de un metal duro son Carburo de tungsteno (WC), carburo de titanio (TiC), carburo de tantalio (TaC), carburo de niobio (NbC). El aglomerante típico es el cobalto (Co). El metal duro es caro y se suelda en forma de plaquetas normalizadas sobre los mangos de la herramienta que pueden ser de acero barato. Con temperaturas de corte de 900 ° aunque tienen buenas propiedades de corte y se puede trabajar a grandes velocidades. Con ello se reduce el

tiempo de trabajo y además la gran velocidad de corte ayuda a que la pieza con la que se trabaja resulte lisa, estos tipos de útiles son muy adecuados para el mecanizado de aluminio y silicio, ya que si se utiliza para mecanizar aceros duros y exceder las revoluciones máximas del útil podría sufrir daños y disminuir la vida del útil del corte. (George, 1991)

- **Carburo cementado recubierto.**- la base de carburo cementado es recubierta con carburo de titanio (TiC), nitruro de titanio (TiN), óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y nitruro de titanio carbono (TiCN), nitruro de titanio y aluminio (TiAlN). La adhesión del recubrimiento será mediante CDV (deposición química por vapor), PVD (deposición física por vapor) y MTCVD (deposición química por vapor a temperatura media). Buen equilibrio entre la tenacidad y la resistencia al desgaste. La herramienta o útil cortante al contener aleaciones con distintas composiciones químicas es muy resistente a la deformación, rotura y sobre todo el desgaste. (Castro, 2008)
- **Cerámicos.**- Estable. Moderadamente barato. Químicamente inerte, muy resistente al calor y se fijan convenientemente en soportes adecuados y seguros. Las cerámicas son generalmente deseable en aplicaciones de alta velocidad, especialmente en la fresadora el único inconveniente es su alta fragilidad a la rotura por impactos. Las cerámicas se consideran impredecibles en condiciones desfavorables. Los materiales cerámicos más comunes se basan en alúmina (óxido de aluminio) (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y carburo de silicio (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>). Se utiliza casi exclusivamente en plaquetas de corte. Con dureza de hasta aproximadamente 93 HRC. Se deben evitar los bordes afilados de corte y ángulos de desprendimiento positivo.
- **Cermet.**- las herramientas de carburo cementado, en este caso las partículas base son de TiC, TiCN, TiN en vez de carburo de tungsteno. El aglomerante es níquel-cobalto. Buena resistencia al desgaste y formación de cráteres, alta estabilidad química y dureza en caliente. Baja tendencia a la oxidación y a la formación del filo recrecido. Son de gran dureza y resistencia a la abrasión en detrimento de su tenacidad. Los cermets se aplican mejor a aquellos materiales que producen una viruta dúctil, aceros y las fundiciones dúctiles. Los modernos aleados TaNbCy MoC añadidos incrementan la resistencia de los cermets ante el choque cíclico propio de la operación de fresado. (Castro, 2008)

- **Nitruro de Boro Cúbico (CBN).**- Es uno de los materiales más duros. Ocupa el segundo lugar después del diamante. Dureza extrema en caliente, excelente resistencia al desgaste y en general buena estabilidad química durante el mecanizado. Es frágil, pero más tenaz que las cerámicas. Este útil de corte está creado para soportar altas temperaturas y resistencias al desgaste su composición química los hace más fuertes al desprender virutas y trabajar a altas revoluciones pero muy frágiles contra los impactos que pueda sufrir al momento de mecanizar. (Castro, 2008)
  
- **Diamante poli cristalino (PCD).**- Estable, muy caro. La sustancia natural más dura conocida hasta la fecha. Superior resistencia a la abrasión, pero también alta afinidad química con el hierro que da como resultado no ser apropiado para el mecanizado de acero. Se utiliza en materiales abrasivos usaría cualquier otra cosa. Extremadamente frágil. Se utiliza casi exclusivamente en convertir los bits de la herramienta, aunque puede ser usado como un revestimiento sobre muchos tipos de herramientas. Se utilizan sobre todo para trabajos muy finos y de alta calidad de acabados en máquinas especiales. (Castro, 2008)

### **2.3.3 Recubrimientos y dureza de los útiles de corte.**

Las características principales de los recubrimientos se resumen en los siguientes puntos:

- Aumentan la dureza en los filos de corte de la herramienta.
- Facilitan la disipación del calor acumulado en el filo de corte.
- Baja conductividad térmica que favorece la eliminación del calor a través de la viruta.
- Aumentan la resistencia a la abrasión, disminuyen la afinidad herramienta-pieza.
- El grosor del recubrimiento varía entre 0.0001”y 0.0005”. Los recubrimientos se aplican mediante deposición química de vapor o deposición física de vapor. (Castro, 2008).

#### **2.3.3.1 Recubrimientos de TIAIN**

Son los que más se utilizan actualmente, y poco a poco van dejando atrás los demás. Los recubrimientos TIAIN multicapa están remplazando los de TICN, y los mono capa a los de TIN. TIAIN (multicapa y mono capa) son recubrimientos extra duros (PVD) basados en nitruro de titanio aluminio que destacan por su dureza, estabilidad térmica y resistencia a

ataques químicos. Protegen las aristas de corte por abrasión y adhesión así como por carga térmica. (Castro, 2008)

**Multicapa.-** combina la elevada tenacidad de la estructura multicapa, con su alta dureza 3.000 (Hv 0.05) y la buena estabilidad térmica, 800°C, y química de la capa TiAlN. Así protege las herramientas de corte de acero rápido y metal duro contra el desgaste prematuro producido por tensiones y temperaturas severas. Debido a su estabilidad térmica, permite trabajar en mecanizados a altas velocidades e incluso en seco o con mínima cantidad de lubricante lo cual es una de las ventajas que brinda este tipo de recubrimiento al momento de mecanizar. (Castro, 2008)

**Mono capa.-** desarrollado para su aplicación en fresas de metal duro utilizadas en condiciones de mecanizado severas o de alta dureza. Su elevada dureza, 3.500 (Hv 0.05), y notable estabilidad térmica, 800°C, y química hacen que sea óptimo para las fresas que se utilizan en el mecanizado de materiales térmicamente tratados, como por ejemplo en moldes, punzones, matrices y utillajes de forja, ya que son materiales de alta calidad y resistencia y requieren un alto nivel de acabado y con un ajuste mecánico muy preciso como es en el caso de los moldes y matrices. (Castro, 2008)

### **2.3.3.2. Recubrimiento de diamante**

Se utiliza en herramientas para mecanizar materiales muy abrasivos como el grafito. Durante el mecanizado de estos materiales las herramientas se desgastan rápidamente y la calidad de las superficies mecanizadas y la precisión dimensional son pobres. Con las herramientas recubiertas de diamante, un recubrimiento cuya dureza es superior a los 8.000Vickers, además de obtener una vida útil más larga y poder aumentar las velocidades de corte en la máquina fresadora vertical CNC, disminuyendo así de manera importante el tiempo de mecanizado, se consigue un buen acabado de la superficie y una buena precisión dimensional en el material mecanizado. (Castro, 2008)

### **2.3.3.3 Recubrimiento WC/C**

Realizado por deposición física al vapor a temperaturas alrededor de los 200 °C. Al realizarse el proceso de recubrimiento en alto vacío, las propiedades del recubrimiento son sustancialmente mejores que las logradas a presión atmosférica (proyección térmica), o en gases y baños (nitruración, galvanizado). Los recubrimientos tienen una capa de solo unas

micras de espesor y son la última operación dentro de los componentes de precisión. Este recubrimiento presenta una combinación única de características: (Castro, 2008)

- Bajo coeficiente de fricción
- Alta resistencia al desgaste
- Excelente capacidad de carga

### 2.3.3.4 Recubrimientos de TiAlN mono capa combinado con WC/C

Este recubrimiento hace frente a todos aquellos mecanismos de desgaste que se dan en la formación y evacuación de viruta. Este recubrimiento combina la alta dureza y estabilidad térmica del recubrimiento TiAlN con las buenas propiedades de deslizamiento y lubricación del recubrimiento WC/C. Se utiliza sobre todo en taladrados y roscados. (Castro, 2008).

**Tabla N° 2.1 Tipos de recubrimiento**

<b>Recubrimiento</b>	<b>TIN</b>	<b>TIC N</b>	<b>WC/ C</b>	<b>TiAlN (monocapa ) +WC/C</b>	<b>TiAlN (multicap a)</b>	<b>TiAlN (monocapa)</b>
<b>Micro dureza</b>	2300	3000	1000	2.600- 1.000	3000	3500
<b>Coefficiente de rozamiento contra el acero</b>	0,4	0,4	0,2	0.2	0,4	0,4
<b>Temperatura máxima de trabajo</b>	600	400	300	1000	800	800
<b>Color</b>	Oro- amarillo	Azul -gris		gris -oscuro	violeta- gris	púrpura-gris
<b>Espesor del recubrimiento</b>	1-4	1-4	1-4	2-6(1/3 wc/c; 2/3 TiAlN)	1-5	1-3

**Fuente:** (Castro, 2008)

### **2.3.4 Geometría de los útiles de corte**

En la geometría de los útiles de corte se puede describir por medio de diferentes ángulos: Si consideramos la normal y la tangente a la pieza obtenemos un ángulo recto. Dentro de este ángulo esta herramienta. El ángulo de la cuña, herramienta, recibe el nombre de ángulo de filo o de hoja, y se denota por  $\beta$ . El ángulo que queda entre la superficie de incidencia principal y la tangente a la pieza recibe el nombre de ángulo de incidencia y se denota por  $\alpha$ . (George, 1991)

La herramienta debe elegirse de acuerdo con el material a mecanizar en la fresadora vertical, con una geometría de corte específico que forme una cuña de corte apropiada. Esto asegura, con los distintos parámetros como son la correcta velocidad de corte el flujo óptimo de viruta y por lo tanto el mecanizado rentable de la pieza de trabajo con la calidad óptima, o requerida, de la superficie. (George, 1991)

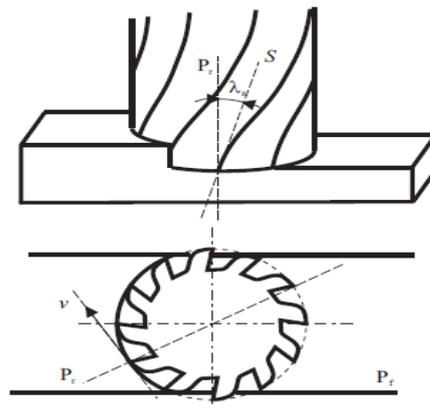
#### **2.3.4.1 Geometría en mano y en uso**

En la geometría de la herramienta se va a seguir el sistema de la recomendación ISO/DIS 3002. Esta norma establece un sistema de planos a partir de los cuales se van a definir los ángulos de corte. (Estrems, 2007)

La norma distingue entre geometría herramienta en mano y geometría herramienta en uso. El primer sistema se usa con fines de fabricación y afilado de herramientas, mientras que el segundo se define cuando la herramienta está realmente cortando.

Esta es una forma de tener en cuenta los efectos de los grandes avances y los posicionamientos de las herramientas en las máquinas distintos de los normalizados. Lo único que puede distinguir un sistema de otro es la dirección de la velocidad resultante y la dirección de la sujeción en el montaje.

## Gráfico N° 2.2. Geometría en operación de fresado frontal



Fuente: <http://www.prezisstools.com/porta-herramientas.html>

### 2.3.4.2 Influencia de los ángulos de corte en el funcionamiento

Si el ángulo de desprendimiento es grande las fuerzas de corte disminuyen pues el material se deforma menos plásticamente y la herramienta se desgasta mucho en la cara de desprendimiento al aumentar la fuerza de fricción, y la velocidad relativa de la viruta sobre la cara de la herramienta. (Estrems, 2007)

Si el ángulo de incidencia es grande la herramienta puede fracturar su punta debido a las altas fuerzas de corte, pero cuanto más pequeño sea, mayor desgaste sufrirá la punta aumentando las pérdidas por rozamiento de la herramienta con la superficie de la pieza.

El ángulo de inclinación de filo influye en la dirección de la viruta en su salida por la cara de desprendimiento. Toma valores positivos cuando echa la viruta fuera de la pieza. Y toma valores negativos cuando tiende a hacer chocar la viruta de nuevo con la pieza. Cuando se mecanizan materiales duros y frágiles. (Estrems, 2007)

Un ángulo de posición de filo distinto de  $90^\circ$  permite un mejor aprovechamiento de la longitud de filo sobre todo cuando se tiene limitada la profundidad de pasada. También se usa para evitar fuerzas de impacto al inicio del corte, suavizando la entrada de la herramienta en el corte. (Estrems, 2007)

### 2.3.4.3 Parámetros de la geometría

**Espiga (cuello) cónica.-** Con el fin de mejorar la rigidez.

**Alma de gran diámetro.-** Mayor estabilidad a la herramienta, reduce las vibraciones y el riesgo de mellado de los filos. Menor flexión y mejor tolerancia de la pieza mecanizada.

**Cuello de la herramienta rebajado.-** Mayor alcance en cajas profundas. Evita el contacto y los roces. Reduce las vibraciones.

**Mango cilíndrico largo.-** Para una mejor sujeción y equilibrio.

**Ángulo de desprendimiento negativo (-15°).-** Mayor estabilidad y resistencia del filo.

Menor tiempo de contacto con la viruta. El calor se transmite a la viruta. Mínima tolerancia de radio. Mejor acabado superficial. Menor necesidad de pulido. (Castro, 2008)

### **2.3.5 Montaje y sujeción de los útiles de corte**

El montaje y sujeción es un factor fundamental en los procesos de corte y mecanizado metálico, con el fin de garantizar la rigidez, el equilibrio y la reducción de las vibraciones en la máquina fresadora vertical. Por esto hay que dedicarle especial atención a la porta herramienta, como un elemento determinante para lograr resultados óptimos en cuanto a calidad y productividad en serie. Las fresadoras verticales CNC llevan en el husillo alojamientos en los cuales se acoplan útiles llamados conos que, a su vez, alojan diferentes tipos de sistemas porta herramientas, con el fin de sujetar las herramientas de corte. (Marin, 2012)

Particularmente para el montaje y sujeción en el centro de mecanizado computarizado fresadora vertical los fabricantes y diseñadores han desarrollado un gran número de conos dependiendo de las necesidades de maquinado. La diferencia fundamental está en su conicidad longitud del mango, aplicación y nivel de sujeción. Los conos son también portaherramientas ya que son un elemento de unión entre el husillo y la herramienta, que se fabrica en una sola pieza para otorgar mayor rigidez. (Garzón, 2012)

Éstos tienen acoplamiento en el husillo gracias a un tornillo tensor o tirante. En el mecanizado de alta velocidad especialmente en las fresadoras CNC requiere altas precisiones de concentricidad de la herramienta de corte con el fin de evitar errores y aumentar la seguridad del proceso en el mecanizado a altas revoluciones, penetración y avance de corte en la máquina fresadora. (Garzón, 2012)

Para la sujeción en la fresadora vertical CNC los fabricantes han desarrollado un amplio portafolio de conos según las necesidades de maquinado. La diferencia fundamental está en su conicidad, longitud del mango, aplicación y nivel de sujeción, ya que estos parámetros son fundamentales a la hora de lograr una buena rigidez entre la unión cono-husillo. Conos más comunes en la industria metalmecánica. (Garzón, 2012)

### **2.3.5.1 Cono Métrico o ISO**

(Organization for Standardization y National)

En la actualidad tanto en las máquinas convencionales como los centros de mecanizado se utiliza para mecanizar piezas a alta velocidad. La norma ISO define seis tamaños básicos de conos; 30, 35, 40, 45, 50, y 60; las máquinas más grandes usan portaherramientas que tienen un número de mango cónico grande.

El cono que se utiliza mayormente en la máquinas fresadoras es el de tamaño 40 o su equivalente a la norma DIN 2080. (Garzón, 2012)

**Gráfico N° 2.3. Conos ISO.**



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

**Tabla N° 2.2. Mangos Cónicos**

<b>Mangos cónicos ISO apropiados según del tipo de máquina</b>	
#60	Máquinas muy grandes
#50	Máquinas de tamaño medio
#40	Máquinas pequeñas
#30	Máquinas muy pequeñas

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

### **2.3.5.2 CAT**

Equivalente bajo **norma al DIN 69871**. Usados principalmente en las máquinas estadounidenses y desarrollados a partir de las patentes de la multinacional Caterpillar, fabricante de maquinaria. Son herramientas de cambio rápido que conservan la relación 7/24. Los CAT son elaborados en acero aleado o forjado, con tratamientos de cementado y templados para una larga y resistente vida de servicio, y rectificadas para asegurar máxima precisión. Una manera sencilla de identificar un cono CAT es fijarse en el diseño de la ranura de agarre para montaje y desmontaje automático– la cual está centrada en medio de las dos pestañas. (Garzón, 2012)

**Gráfico N° 2.4. Conos CAT.**



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

Esto es muy importante, ya que las máquinas CNC cuentan con un sistema automatizado para el montaje del herramental, en el que un brazo mecánico selecciona del magazín el cono con el portaherramientas y la herramienta determinada y lo monta en el husillo de la máquina. Los tamaños del cono CAT, según ANSI, son: 30, 35, 40, 45 y 50 (pero existen otros). El 40 y 50 son los más empleados, mientras el 35 es muy inusual. (Garzón, 2012)

### 2.3.5.3 BT (Norma MAS 403)

Usado principalmente en máquinas europeas, japonesas y chinas; guardan la relación de 7/24 y junto a los conos ISO, es el más empleado en las máquinas fresadoras convencionales y centros de mecanizado CNC.

**Gráfico N° 2.5. Conos BT**



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

También están elaborados de acero forjado pero a diferencia del CAT, la ranura de agarre viene descentrada, por lo que la pestaña superior es más amplia que la inferior. Son herramientas endurecidas y rectificadas, completamente intercambiables con todas las pinzas ER, las cuales se describen un poco más adelante. (Garzón, 2012)

### 2.3.5.4 HSK

Equivalente bajo norma al **DIN 69893**. Literalmente se denominan portaherramientas de mango hueco o HSK1 hace algunos años desarrollados en Europa. Estas herramientas utilizan un cono corto, poco profundo de proporción 1/10; especialmente, diseñadas para el mecanizado de alta velocidad; es decir, para velocidades iguales o superiores a 8.000 rpm. Normalmente se especifican tamaños de herramienta 32, 40, 50, 80 y 100.

## Gráfico N° 2.6. Conos HSK



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

Actualmente las ventajas del HSK están en su tamaño y peso; al ser más corto y ligero el cambio de herramienta, es más rápido pues es posible recorrer menos distancia y manejar mejor el momento de inercia. Además, Como es hueco, sus paredes son delgadas y permite una “deformación” contra el interior del husillo gran rigidez a la flexión estática y dinámica que los conos BT o CAT. Por esto es el preferido en sistemas de alta velocidad y en sistemas de cono de gran tamaño, ya que el peso cono-herramienta es mucho menor. Transmisión segura de un elevado par con un posicionamiento radial definido, y proporcionan mayores exactitudes de cambio y repetitividad. Existen muchos tipos de conos HSK. Éstos se clasifican con dos o tres cifras y una letra, por ejemplo HSK-63A (el más común). Las cifras dan el diámetro exterior del plato que encaja sobre la cara del husillo y la letra indica el tipo de cono en función de diversos factores como la longitud. (Garzón, 2012)

El ajuste de la herramienta en el portaherramientas debe ser extremadamente preciso. Los diferentes sistemas empleados para el ajuste de herramientas en el centro de mecanizado computarizado fresadora de alta velocidad son:

### 2.3.5.5 Mecánico

Este tipo de ajuste es el conocido universalmente como ajuste de tuerca y pinza (portapinzas).

En el caso de tuerca de gran apriete, la pinza es cilíndrica, en cambio, en el caso tradicional, de una tuerca normal, la pinza es cónica. Este tipo de sujeción es la más común entre los profesionales del mecanizado mediante porta pinzas, que sirven para sujetar diferentes tipos de herramientas de mango cilíndrico en una amplia variedad de operaciones de mecanizado.

En su mayoría usan pinzas sistema ER, las cuales se han convertido en un referente de fijación a nivel mundial, pero no son las únicas, también existen pinzas OZ, TC y la tipo D, que son de alta precisión. Básicamente, la pinza ER es un adaptador cilíndrico-cónico que se acopla dentro del porta pinza, montada en una tuerca de apriete; la pinza tiene un agujero central para sujetar el vástago de la herramienta de corte. Estos útiles están fabricados y diseñados de aleaciones de acero elástico y, su cuerpo, está provisto de ranuras de separación que permiten amordazar la herramienta. A medida que el operario, con una llave dinamométrica, aprieta la tuerca de tensión en la porta herramienta, la pinza se incrusta en el cono y, simultáneamente, el agujero central se reduce hasta el límite permitido por la pinza y lo suficiente para amarrar la herramienta fuertemente para su respectivo mecanizado. (Marin, 2012)

Una de las desventajas de este tipo de porta herramientas es que no se debe exceder el par apriete y debe ajustarse lo normal sin aumentar el torque en la palanca de ajuste o con golpes en las llaves ya que si se lo ajusta de esta manera ocasionaría la ruptura de la pinza y la deformación plástica del cono. El par de apriete no debería superar en ningún caso el valor recomendado en más del 25 por ciento. (Garzón, 2012)

### Gráfico N° 2.7. Porta pinzas y boquillas ER



Fuente: metalactual.com

Dentro de la porta pinzas existe otro similar que es el **Weldon y Whistle Notch**: Estos portaherramientas utilizan un tornillo de fijación lateral (radial) que presiona la herramienta contra el dispositivo de sujeción. Para ello la herramienta necesita tener un mango cilíndrico

con encaste (cara plana para el apriete). Existe una variación del Weldon, denominada Whistle Notch, que también usa tornillo lateral, pero la herramienta ya no trae la cara plana sino inclinada, para garantizar aún más que no vaya a salirse. (Marin, 2012)

**Gráfico N° 2.8. Los mangos Weldon y Whistle Notch, mango cilíndrico con encaste.**



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

### 2.3.5.6 Hidráulico

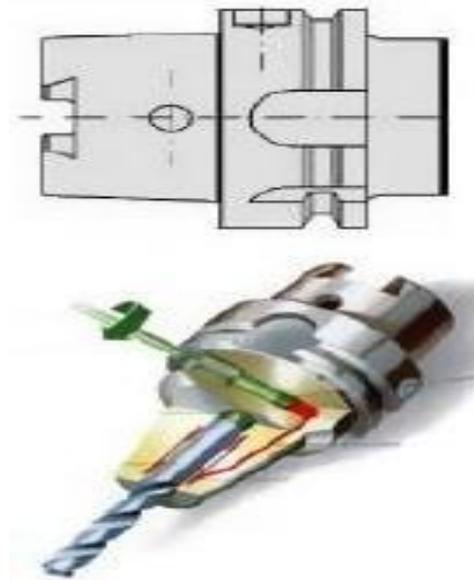
Los portaherramientas hidráulicos amarran la herramienta mediante un sistema que emplea aceite a presión. Comúnmente, en la parte interior de la membrana metálica del mandril, la cual rodea el orificio en el que se introduce la herramienta de corte, se encuentra una caja hidráulica provista de un depósito de fluido; al accionar un tornillo, se mueve un émbolo y esto aumenta la presión del aceite hasta valores muy elevados. Dicha fuerza ocasiona que la membrana sujete firmemente la herramienta. (Garzón, 2012)

Los portaherramientas de sujeción hidráulica minimizan la desalineación y el salto de la herramienta respecto al cono. Según algunas marcas comerciales, se puede llegar a valores por debajo de los 2.7 mm medidos a una distancia de 2.5 desde el final del cono. Además de precisión y rigidez, los conos hidráulicos son capaces de soportar fuerzas de corte elevadas (tanto laterales como de torsión).

La gran limitante de los conos hidráulicos, por un lado es su elevado costo, el cual llega a ser cinco veces más que una porta pinzas y, por otro, que sólo se pueden utilizar herramientas de un solo diámetro con cada cono. Por lo general, este tipo de conos se utilizan en operaciones de acabado y en el mecanizado de moldes en materiales duros. Este tipo de

ajuste dentro de la mecánica especialmente en la fresadora vertical es muy importante ya que permite realizar acabados de calidad una de las desventajas es que al girar a altas revoluciones (a partir de 20000 rpm.), la limitada rigidez, hace aumentar el salto radial de la herramienta. Las ventajas que presenta este portaherramientas es que no necesita ningún mecanismo secundario para su respectivo ajuste. (Garzón, 2012)

**Gráfico N° 2.9. Sujeción Hidráulica**



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

### **2.3.5.7 Térmico**

Son una alternativa a los hidráulicos y es el sistema que proporciona mayor par de apriete, repetibilidad y precisión en la concentricidad. A diferencia de los mandriles mecánicos e hidráulicos, los térmicos no disponen de ningún sistema interno que ejerza presión para sujetar la herramienta. La elección del tipo de portaherramientas dependerá del centro de mecanizado y la precisión con la que se piense trabajar en las piezas a mecanizar. (Garzón, 2012)

El cono es macizo con un orificio de precisión donde encaja la herramienta. A temperatura ambiente, la copa del cono es ligeramente menor que el diámetro de la herramienta, al emplear un calentador por inducción, se calienta el cono y el orificio para la herramienta se dilata (300 °C, 400 °C o más, depende del sistema y la marca); después, al enfriar el sistema a temperatura ambiente, ésta queda sujeta por la recuperación dimensional normal del portaherramientas. Los conos empleados para la sujeción térmica son más sencillos que los

hidráulicos y el costo es similar. Sin embargo, en la fijación por adhesión de calor, es necesario adquirir el calentador por inducción como equipo adicional. Esta opción es la más recomendada, pero actualmente también es la más compleja y cara, ya que obliga a disponer de una porta por diámetro de herramienta, y un dispositivo térmico auxiliar para la sujeción precisa. En la industria mundial, no es un sistema muy utilizado actualmente, por cuestión de cultura, tradición y alto costo, y no por falta de prestaciones. Especialmente es usado en las empresas europeas y asiáticas que tienen una elevada producción en serie. (Garzón, 2012)

**Gráfico N° 2.10. Sistema de fijación por contracción térmica.**



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

**Tabla N° 2.3. Tabla de precisión de los sistemas de amarre.**

Útil	Precisión (m/m)
Porta pinzas convencional	0.015
Porta pinzas tipo Weldon	0.020
Porta pinzas hidráulico	0.003
Porta de deformación mecánica	0.003
Porta de dilatación térmica	0.003

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

Se debe tener en consideración que a velocidades de 8.000 rpm y superiores en la máquina fresadora CNC, los desequilibrios relativamente pequeños pueden producir fuerzas peligrosamente altas en los rodamientos del husillo, lo que redundará en una disminución de

la vida útil del mismo. Esto es uno de los problemas más notables que pueden ocurrir en la máquina al exceder las rpm, lo recomendable y rentable al poseer este tipo de máquina es trabajar a menores revoluciones de las que se indican en las fresadoras.

### **2.3.6 El equilibrio de las herramientas de corte.**

El alineado y centrado de los portaherramientas en las máquinas fresadoras es muy importante cuando la velocidad del husillo supera las 4.000 rpm y especialmente en el proceso MAV, cualquier tipo de desequilibrio, por pequeño que parezca, puede causar fuerzas centrífugas oscilatorias que afecten tanto la herramienta como el resultado final del mecanizado. (Garzón, 2012)

El desequilibrio se puede producir por la presencia de elementos asimétricos o imperfecciones en el cono de los portaherramientas por ejemplo (tornillos, marcas, desniveles, etc) o guías que no son perfectamente simétricas. Los efectos de esto pueden llegar a ser muy onerosos: si el desbalanceo afecta sólo la herramienta el gasto será el remplazo del binomio mandril-herramienta, pero si el error llega a dañar el husillo el eje principal de máquina el costo sería mayor (reparación o remplazo del husillo, repuestos, mano de obra, parada de máquina y producción perdida) es por ende que se debe tener mucho cuidado y siempre percatarnos de que la máquina antes de trabajar en una producción en serie esté bien centrada y ajustada los conos y porta herramientas con su respectivo mantenimiento preventivo y correctivo ya que si no cuenta con su pertinente mantenimiento sería un gran problema y una gran pérdida en varios aspectos como lo mencionábamos anteriormente. (Garzón, 2012)

#### **2.3.6.1 Efectos del desequilibrio en el ajuste**

Los efectos negativos del desequilibrio de la herramienta-portaherramientas pueden ser divididos en dos categorías. (Castro, 2008)

##### **2.3.6.1.1 Efectos sobre la pieza mecanizada**

Rechinar de la superficie metálica causadas por el movimiento de la herramienta de corte. Otro efecto es la imposibilidad de conseguir tolerancias muy precisas. (Castro, 2008)

### **2.3.6.1.2 Efectos sobre la máquina**

Son más destructivos que los efectos sobre la pieza mecanizada. Las fuerzas centrífugas causan grandes tensiones internas en el husillo. Estas tensiones generan un fallo prematuro de los rodamientos. Esto puede significar la parada de producción de una máquina de alta velocidad durante semanas con el fin de sustituir el husillo de precisión, operación que no está exenta además de un alto coste económico. Otro efecto del desequilibrio está relacionado con la reducción de la vida de la herramienta de corte (50% menos respecto al uso de portaherramientas equilibrados). (Castro, 2008)

### **2.3.7. Procesos de fresado vertical**

Gracias al creciente uso de las máquinas fresadoras de control numérico CNC, en nuestro país y en el mundo han aumentado las operaciones de fresado, a tal punto que muchos industriales consideran este método polivalente y eficiente, dada la gran variedad de mecanizados que se pueden adelantar en estos equipos; la gran evolución que han tenido las herramientas (fresas) también ha influido en el incremento de la productividad, calidad y exactitud en diferentes operaciones de la industria metalmecánica. La gran mayoría de máquinas convencionales son utilizadas para fabricar herramientas, troqueles y moldes, esta última aplicación puede requerir equipos CNC, todo depende de la calidad que requiera la pieza y el volumen de fabricación. (Cuesta , 2016)

El fresado es el proceso por el cual se realiza el corte del material base con una herramienta de corte de varios filos, los cuales reciben el nombre de dientes o plaquitas de metal duro, estos ejecutan los movimientos de avance que se programan desde la mesa de trabajo en cualquier dirección de los tres ejes posibles en los que se puede desplazar la mesa donde va fijada la pieza que se mecaniza.

Las operaciones que se realizan por medio del proceso de fresado ha ido en aumento con el uso de las fresadoras de control numérico (CNC). De esta manera el proceso de fresado se ha convertido en uno de los procesos de mecanizado más versátiles de la actualidad. El desarrollo de las herramientas ha contribuido también a crear nuevas posibilidades de fresado además de incrementar de forma (Cuesta , 2016)

Considerable la productividad, la calidad y exactitud de las operaciones realizadas. A continuación, se mencionan los procesos de fresado que realizan estas máquinas de control numérico computarizado:

#### **2.3.7.1. Planeado**

Es una de las operaciones más frecuentes en las máquinas fresadoras el planeado, cuyo fin es conseguir superficies totalmente llanas (planas) y homogéneas; por tal razón el operario debe utilizar fresas para planear con plaquitas intercambiables de metal duro, así podrá escoger entre diferentes diámetros y también la cantidad que desea acoplar en cada herramienta. Los fabricantes recomiendan, como primera opción el uso de plaquitas redondas o de 45 grados como alternativa final para obtener un acabado superficial de alta calidad. (Cuesta , 2016)

#### **2.3.7.2. Fresado en escuadra**

Es una variante del planeado que consiste en dejar escalones perpendiculares en la pieza que se mecaniza. Para este tipo de trabajo el operario debe utilizar plaquitas cuadradas o rómbicas situadas de forma adecuada en el husillo. (Cuesta , 2016)

#### **2.3.7.3. Ranurado recto**

Para el fresado de ranuras rectas se utilizan generalmente fresas cilíndricas con la anchura de la ranura y a menudo, para aumentar la producción, se montan varias fresas en el eje porta fresas permitiendo aumentar la productividad de mecanizado. Al montaje de varias fresas cilíndricas se le denomina tren de fresas o fresas compuestas. Las fresas cilíndricas se caracterizan por tener tres aristas de corte: la frontal y las dos laterales. En la mayoría de aplicaciones se utilizan fresas de acero rápido ya que las de metal duro son muy caras y por lo tanto solo se emplean en producciones muy grandes. (Cuesta , 2016)

#### **2.3.7.4. Ranurado de Forma**

Este tipo de aplicación también consiste en crear ranuras de diferentes formas, para lo cual se utilizan fresas, por ejemplo, en forma de T de cola de milano etc.

#### **2.3.7.5. Taladrado, Escariado y Mandrinado**

Estas operaciones consisten en realizar agujeros finos, cortos, o largos, las cuales se realizan habitualmente, en las fresadoras de Control numérico computarizado (CNC) dotadas de un almacén de herramientas y utilizando las herramientas adecuadas para cada caso. (Cuesta , 2016)

#### **2.3.7.6. Cubicaje**

La operación de cubicaje es muy común en fresadoras verticales u horizontales y consiste en preparar los tarugos de metal u otro material como mármol o granito en las dimensiones cúbicas adecuadas para operaciones posteriores. Este fresado también se realiza con fresas de planear de plaquitas intercambiables. (Cuesta , 2016)

#### **2.3.7.7. Ranurado de chaveteros**

Consiste en realizar las ranuras longitudinales a ejes en las cuales se alojará la chaveta Se utilizan fresas cilíndricas con mango, conocidas en el argot como bailarinas, o fresas para ranurar. Que pueden cortar tanto en dirección perpendicular a su eje como paralela a éste. (Cuesta , 2016)

#### **2.3.7.8. Fresado de cavidades**

En este tipo de operaciones es recomendable realizar un taladro previo y a partir del mismo y con fresas adecuadas abordar el mecanizado de la cavidad teniendo en cuenta que los radios de la cavidad deben ser al menos un 15% superior al radio de la fresa (Cuesta , 2016)

#### **2.3.7.9. Fresado Frontal**

Consiste en el fresado que se realiza con fresas helicoidales cilíndricas que atacan frontalmente la operación de fresado. En las fresadoras de control numérico se utilizan cada vez más fresas de metal duro totalmente integrales que permiten trabajar a velocidades muy altas.

### **2.3.7.10. Fresado en Rampa**

Es un tipo de fresado habitual en el mecanizado de moldes que se realiza con fresadoras copiadoras o con fresadoras de control numérico ya que los centros de mecanizado vertical brindan mayor precisión y alta calidad de acabado. (Cuesta , 2016)

### **2.3.8. Fresadora Vertical CNC**

Las primeras fresadoras verticales aparecieron en la década de los años 1860. Esta fresadora tiene más semejanza al taladro vertical que a la fresadora de husillo horizontal. La diferencia básica entre los taladros y las primeras fresadoras verticales radica en que el conjunto entero del husillo, con poleas y todo, se movía verticalmente.

El siguiente paso significativo ocurrió hacia la mitad de la década de los años 1880, con la adaptación de consola y columna tomada de la fresadora horizontal, la cual permitió elevar y bajar la mesa de la máquina en relación al husillo. Poco después del principio del siglo veinte, las fresadoras verticales comenzaron a aparecer con avance automático en el husillo.

Finalmente hacia 1906, el desarrollo estructural de la fresadora vertical estaba prácticamente terminado. (Garavito, 2007)

Han surgido sistemas de control, no limitados a fresadoras verticales, que activan los movimientos de control de la máquina a partir de información almacenada en cinta magnética a los que se conoce como control numérico NC, o a partir de control numérico con computadora (CNC).

Además de las fresadoras tradicionales existen otro tipo de máquinas con características especiales, en las que se varía su construcción dependiendo de las necesidades de cada proceso de fabricación sea en la empresas, fábricas o instituciones. Un ejemplo de ello son los centros de mecanizado de control numérico, los cuales son considerados por muchos expertos como un tipo de máquina fresadora; sin embargo, la diferencia consiste en que mientras en las fresadoras convencionales, el operario es quien debe cambiar de forma manual la fresa a la hora de realizar otro tipo de trabajo lo cual representa un elevado costo por ejemplo: pérdida de tiempo, los centros de mecanizado integran un cambiador automático de herramientas es una de las ventajas muy importantes si se trata de una producción en serie y representan beneficios en lo económico y tiempo. (Garavito, 2007)

Otra gran diferencia es que las fresadoras, tanto convencionales como CNC, carecen de cerramiento completo, dado que el operario debe cambiar constantemente la herramienta, mientras que los centros de mecanizado traen incorporado un armazón de metal que lo cubre.

Según Héctor Andrés Cuesta técnico en seguridad industrial el hecho que las fresadoras convencionales y CNC carezcan de cerramiento, trae aspectos positivos y negativos para la empresa: el primero es que allí se pueden mecanizar piezas de mayores tamaños y con un acabado superficial de alta calidad y el segundo está relacionado con la seguridad industrial del operario, quien, al trabajar con una máquina abierta está expuesto no sólo a salpicaduras de refrigerante un líquido que puede llegar a producir quemaduras y/o enfermedad seria en la piel sino que el desprendimiento de una pieza puede golpearlo y causarle graves lesiones físicas incluso hasta la muerte. (Garavito, 2007)

### **2.3.8.1. Control Numérico**

El control numérico es un ejemplo de automatización programable en máquinas. Se diseñó para adaptar las variaciones en la configuración de los productos. Su principal aplicación se centra en volúmenes de producción. Ha jugado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico en el mundo ha sido la máquina herramienta y podemos decir sin exagerar que ha afectado directamente en el desarrollo industrial.

El control numérico (CN) es una forma de automatización programable en la cual de equipo de procesado se controla a través de los números, letras y otros símbolos. Estos números, letras y símbolos están codificados en formato apropiado para definir un programa de instrucciones para desarrollar una tarea concreta. Cuando la tarea en cuestión cambia, se cambia el programa de instrucciones. (Flores, 2009)

La capacidad de cambiar el programa hace que el CN sea apropiado para volúmenes de producción bajos o medio: dado que es más fácil escribir nuevos programas que realizar cambios en los equipos de procesado. Gracias a la utilización de la máquina herramienta se ha podido realizar de forma práctica, maquinaria de todo tipo que aunque concebida y realizada, no podía ser comercializada por no existir medios adecuados para su construcción industrial por ejemplo:

Si para la mecanización total de un número de piezas fuera necesario realizar las operaciones de fresado, mandrilado y perforado, es lógico que se alcanzaría la mayor eficacia si este

grupo de máquinas herramientas estuvieran agrupadas, pero se lograría una mayor eficacia aun si todas estas operaciones se realizaran en una misma máquina.

Esta necesidad, sumada a numerosos y nuevos requerimientos que día a día aparecieron, forzó a la utilización de nuevas técnicas que reemplazaran al operador humano. De esta forma se introdujo el control numérico en los procesos de fabricación, impuesto por varias razones:

- Necesidad de construir productos que no se podían conseguir en cantidad y calidad suficientes sin recurrir a la automatización del proceso de fabricación.
- Necesidad de obtener productos hasta entonces muy difíciles de fabricar, por ser excesivamente complejos para ser controlados por un operador humano.
- Necesidad de bajar costos de producción para ser competitivos y así proporcionar productos a precios bajos. (Flores, 2009)

#### **2.3.8.2. Características del CNC**

Las máquinas fresadora vertical CNC cuentan con más que ejes de movimiento estos ejes de movimiento se motorizan para los desplazamientos de los carros según sus ejes principales.

El tipo de movimiento puede ser angular, lineal o circular, la cantidad de movimientos y la rapidez de movimiento (rapidez de alimentación) son programables en todas las máquinas herramientas CNC.

La mayoría de las máquinas tienen otras funciones que se pueden programar, combinando estas funciones adecuadamente para los maquinados necesarios podemos obtener excelentes resultados de los trabajos requeridos, a continuación citamos ejemplos de accesorios en un centro de mecanizado. (Flores, 2009)

**Cambio Automático de Herramienta.-** muchos centros de mecanizado pueden guardar herramientas en un almacén (tool magazine) de esta forma cuando se requiera el cambio de alguna herramienta, este se hará de forma automática

**Velocidad de Giro.-** la velocidad de giro puede ser variada en cualquier momento e incluso se puede cambiar el sentido del giro.

**Refrigerante.-** Muchos procesos de maquinado requieren de refrigerante para enfriar y lubricar; en las máquinas fresadoras vertical CNC esta función puede ser prendida o apagada durante cualquier momento del ciclo de maquinado.

#### **2.3.8.3. Ventajas del CNC**

- Reducción del tiempo de fabricación, ya que los tiempos muertos se reducen al encadenarse de forma automática los movimientos, por la rapidez de los movimientos en vacío y por el control automático de las velocidades del cabezal.
- Los tiempos de cambio de las piezas también se reducen
- Los tiempos de espera entre máquinas bajan, al poder realizar sobre una misma máquina mayor número de operaciones que con las convencionales; esto se relaciona con la disminución de la superficie ocupada del taller o lugar donde se lo adecue a la máquina.
- Mecanizado de paredes finas
- Los tiempos de control y medida disminuyen debido a la elevada precisión de los maquinados y a la reproducción fiel de las cotas a partir de la primera pieza.
- Disminución de rechazos de piezas, como consecuencias de la precisión de las máquinas
- Evacuación casi total del calor por medio de la viruta
- Aumento en la vida de la herramienta
- Posibilidad de mecanizado de aceros duros (>50 Hrc) como si fuera mecanizado en caliente. (Flores, 2009)

#### **2.3.8.4. Desventajas del CNC**

Entre las desventajas podemos apreciar lo siguiente:

- Al adquirir una máquina de control numérico es importante recalcar el costo y la inversión elevada debido no solo al precio de la MHCN sino también al de los elementos auxiliares.
- Necesidad de un personal mayormente calificado en el caso de programación y mantenimiento respectivo de la máquina, lo que se traduce en mayores costos en formación y en salarios. Alto costo de servicio postventa y de mantenimiento de los equipos en razón de su mayor complejidad. Se estima que el costo de mantenimiento

de una máquina de control numérico computarizado en especial la fresadora es un 50% más elevado que en las convencionales. (Flores, 2009)

#### **2.3.8.5. Principio de Funcionamiento**

Las máquinas fresadoras verticales de control numérico tienen dos o más grados de movimientos llamados ejes, o grado de movimiento puede ser lineal o rotacional, este concepto está ligado a la complejidad de la máquina, esto es, entre más ejes tiene una máquina más compleja es o tiene mayor capacidad de maquinarse piezas complejas.

Los ejes de las máquinas están encargados de los movimientos que tiene que hacer la herramienta para el proceso de manufactura que se requiere. Por ejemplo el barrenado, se necesita tres ejes dos para el posicionamiento de la pieza y el tercero para el barrenado. Los ejes son llamados con letras, comúnmente los ejes lineales son X, Y y Z y los ejes rotacionales son A, B y C. (Flores, 2009)

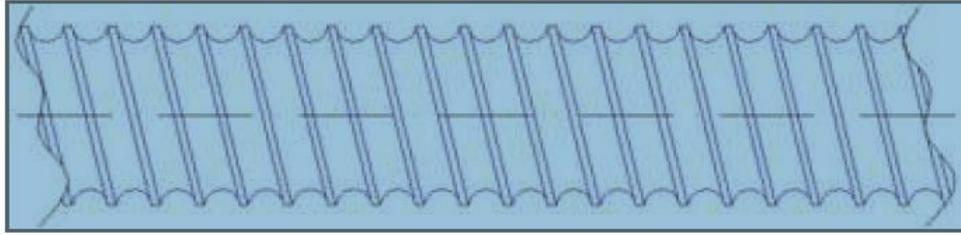
#### **2.3.8.6. Movimiento de los Ejes**

Si a un tornillo le colocamos una tuerca, y giramos el tornillo evitando que la tuerca gire, la tuerca se desplazará proporcionalmente al giro del tornillo.

El planteamiento anterior es el principio de movimiento en las máquinas de CNC, sin embargo el tornillo común, de cuerda triangular, tendremos el problema de que existe cierto juego entre el tornillo y la tuerca, y si elimináramos este juego, la fuerza necesaria para mover la tuerca sería muy alta, a la par que el desgaste entre tornillo y la tuerca nos pondría en el caso del juego en poco tiempo. Si usáramos una cuerda cuadrada, el caso sería exactamente el mismo, salvo que el tornillo resistiría mecánicamente más que con la cuerda triangular.

Para una máquina de control numérico se requiere de un sistema tuerca- tornillo con un juego mínimo, de poco desgaste y que requiera de poca potencia para moverse; la solución está en el tornillo embalado. El tornillo embalado tiene un perfil semicircular. (Flores, 2009)

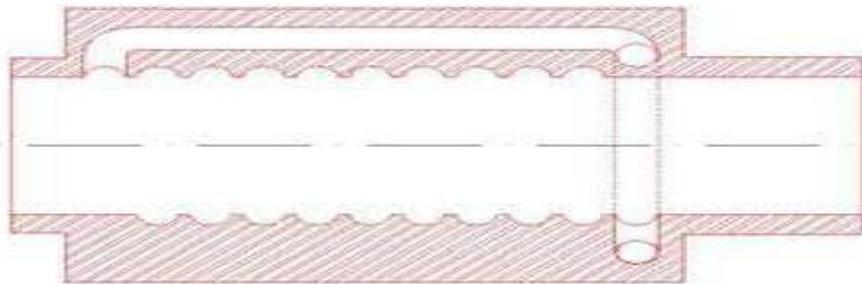
#### **Gráfico N° 2.11. Tornillo embalado**



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

Y en contraparte, la tuerca lleva la otra mitad de la circunferencia esa circunferencia es con la finalidad de guiar una línea de balines que corre a todo lo largo de la cuerda del tornillo.

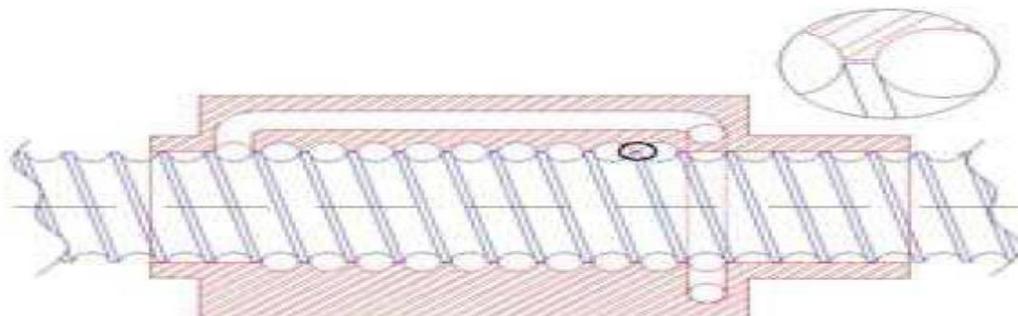
**Gráfico N° 2.12. Tuerca de tornillo embalado**



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

Dentro de la misma tuerca existe un canal que permite a los balines correr libremente y regresar desde el último hasta el primer filete. Por otro lado, la tuerca se mantendrá sujeta al tornillo con un juego prácticamente inexistente, y por otro, siendo que rueda sobre balines, la potencia necesaria para mover la tuerca es mínima (incluso el peso de la tuerca es suficiente para moverse si el tornillo es puesto en posición vertical). Debe notarse que la tuerca no reposa sobre el tornillo, sino sobre los balines. (Flores, 2009)

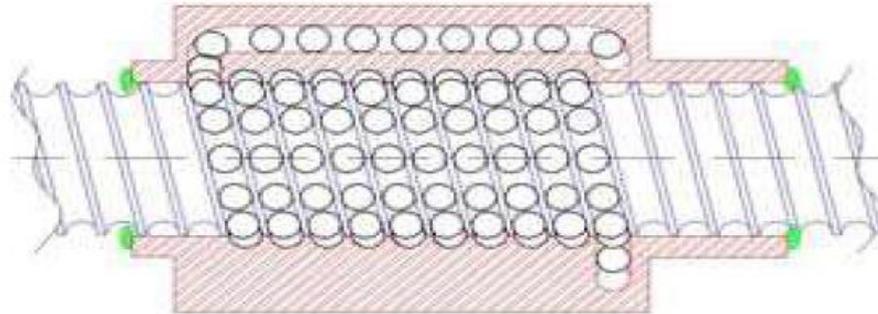
**Gráfico N° 2.13. Acoplamiento de tuerca y tornillo**



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

A esto se le conoce como un tornillo embalado, o Ball Screw. Y es la base mecánica de las máquinas de control numérico computarizado en especial la fresadora vertical. El interior de la tuerca está sellado para evitar que la viruta entre hacia los conductos de balines

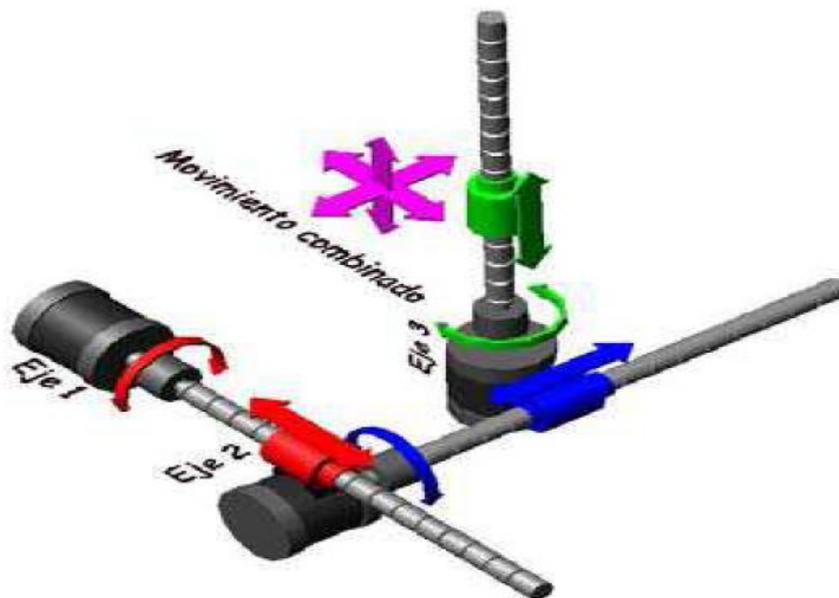
**Gráfico N° 2.14. Ball Screw**



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

Ball Screw es el medio mecánico para desplazar la tuerca, es cuestión de aplicar sus ventajas. Si podemos controlar la velocidad, posición y aceleración del motor, y al motor conectamos el tronillo, entonces podemos controlar la velocidad, posición y aceleración de la tuerca. (Flores, 2009)

**Gráfico N° 2.15. Ejes x, y, z.**



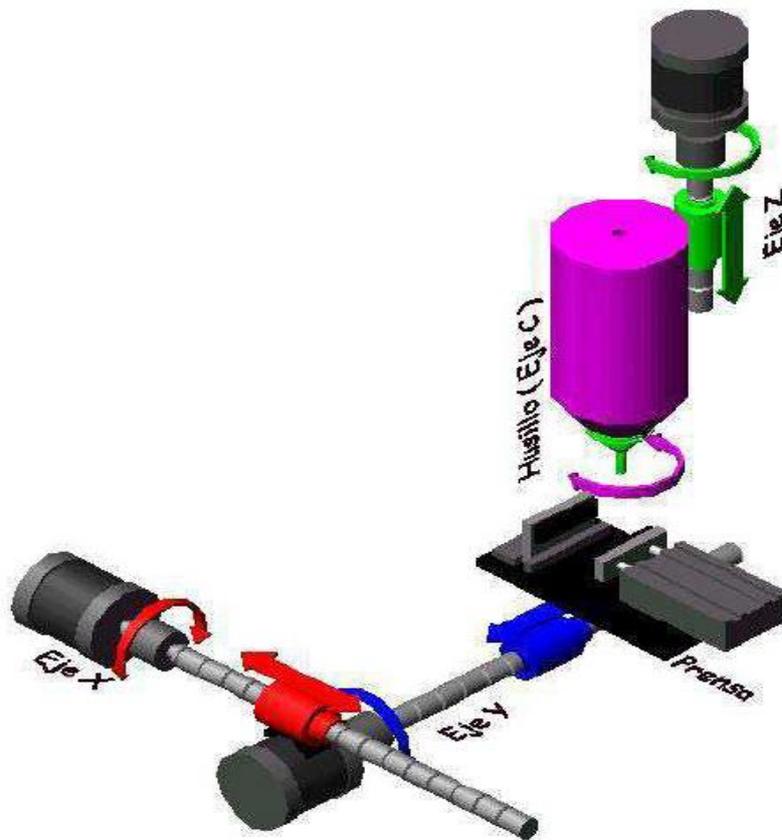
**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

Como puede mostrarse en figura, el primer eje corresponde a eje longitudinal (z) mientras que el segundo corresponde al eje transversal (x), puede apreciarse del mismo modo que en

el caso de los dos tornillos, que la tercera tuerca es controlada, no solo en el plano, sino en el espacio.

En algunas ocasiones, el tercer eje no se fija a los dos, en su lugar, se fija a un cabezal que sostendrá el husillo que hará girar a la herramienta de corte, mientras que la prensa que sujeta la pieza a mecanizar se inmoviliza a los otros dos ejes. (Flores, 2009)

**Gráfico N° 2.16. Ejes.**



**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

Como se puede apreciar, en la figura se cuenta con los tres ejes; X y Y para el movimiento en el plano de la prensa, y Z en el cabezal, para desplazar la punta de la herramienta en el tercer eje. En las figuras anteriores se muestran imágenes en las que los tornillos van conectados directamente a los motores. Normalmente para mejor control y rendimiento de potencia, el motor va conectado a una caja de transmisión.

### **2.3.8.7. Motores del CNC**

Existen varios motores eléctricos cada uno con propiedades distintas.

Los más comunes son los motores de C.C (corriente continua). En este tipo particular, podemos controlar la velocidad variando el voltaje en un cierto rango; pero no podemos controlar su posición y menos aún su torque.

Otro tipo de motor muy difundido es el motor C.A (corriente alterna) que puede variar su torque en base al voltaje suministrado dentro de un pequeño rango y puede variar su velocidad en base al cambio de la frecuencia de C.A que se le suministra. Sin embargo no se puede controlar su posición. (Flores, 2009)

Los motores a pasos son motores alimentados por C.C lleva una arreglo de varias bobinas que permite variar la velocidad, aceleración y posición y al igual que los motores C.C se corre el riesgo, en caso de una sobre carga, de quemar el motor. Si el sistema tuerca- tornillo a controlar es de baja potencia, el motor a pasos es una solución viable y económica siempre y cuando se agregue una etapa de servo control posterior al motor.

Los servo motores son motores especiales que cuentan con una etapa de retroalimentación; esta le indica al motor cuanto se ha movido y si requiere moverse más, o incluso, indica al motor aplicar fuerza para mantener la posición actual. Este es el tipo de motores ideales para una máquina CNC. (Flores, 2009)

### **2.3.8.9. Programación de las máquinas CNC**

Para fines de programación, el código es la unidad básica de programación; el código, seguido del dato, forma un bloque; varios bloques juntos forman una línea, y varias líneas forman un programa. (Flores, 2009)

#### **2.3.8.9.1. Códigos G**

Los códigos G están vinculados al control, casi siempre encierra instrucciones de cálculo matemático y control de motores; compensaciones, cambios de velocidad.

#### **2.3.8.9.2. Códigos M**

Los códigos M están vinculados a las funciones de la máquina; es decir, más concernientes al PLC que al control. Como se mencionó antes, la función de los códigos M son referentes a encender / apagar funciones auxiliares e iniciar rutinas de mayor complejidad que después

pasan a ser del dominio de los códigos G (para girar el husillo se arranca con un código M3, pero el control de la velocidad durante su uso, es por medio de un código G). (Flores, 2009)

### **2.3.9. La Fresadora**

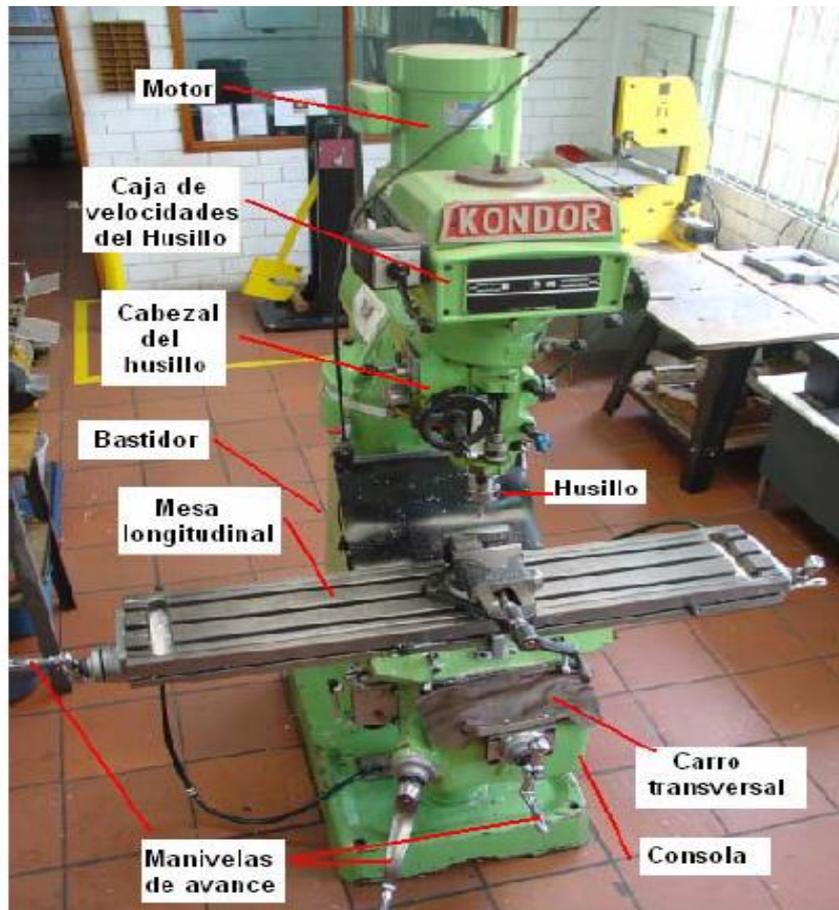
La primera máquina fresadora se construyó en 1818 y fue diseñada por el estadounidense Eli Whitney con el fin de agilizar la construcción de fusiles en el estado de Connecticut. Esta máquina se conserva en el Mechanical Engineering Museum de Yale. En la década de 1830, la empresa Gay & Silver construyó una fresadora que incorporaba el mecanismo de regulación vertical y un soporte para el husillo portaherramientas.

En 1848 el ingeniero americano Frederick. W. Howe diseñó y fabricó para la empresa Robbins & Lawrence la primera fresadora universal que incorporaba un dispositivo de copiado de perfiles. Por esas mismas fechas se dio a conocer la fresadora Lincoln, que incorporaba un carnero cilíndrico regulable en sentido vertical. A mediados del siglo XIX se inició la construcción de fresadoras verticales. .

Las fresadoras se han convertido en equipos comunes y básicos en el campo del mecanizado, situación que, sumada a la sencillez que presentan las máquinas, ha llevado a pensar, en muchas empresas, que su manipulación no requiere del cuidado, análisis y la capacitación técnica del operador. En el artículo se reseñarán algunos parámetros de corte vitales para conseguir un fresado de alta calidad.

### 2.3.9.1. Partes de la Fresadora

Gráfico N° 2.18. Partes de la fresadora



Fuente: <https://herramientasdecorte.files>.

En las máquinas de fresar usadas en los talleres de construcciones mecánicas, podemos distinguir las siguientes partes:

#### 2.3.9.1.1. Bastidor

Es una especie de cajón de fundición, de base reforzada y generalmente, rectangular. Por medio del bastidor se apoya la máquina en el suelo. Es el sostén de los demás órganos de la freidora. (Garavito, 2007)

#### 2.3.9.1.2. Husillo Principal

Es uno de los elementos esenciales de la máquina, puesto que es el que sirve de soporte a la herramienta y le da movimiento. El husillo recibe el movimiento a través de la caja de velocidades, que a su vez es movido por el motor. (Garavito, 2007)

#### **2.3.9.1.3. Caja de Velocidades del Husillo**

Tiene una serie de engranajes que pueden acoplarse según diferentes relaciones de transmisión. Esto permite una extensa gama de velocidades del husillo principal. El accionamiento de esta caja es independiente del que efectúa la caja de avances.

#### **2.3.9.1.4. Mesa Longitudinal**

Es el punto de apoyo de las piezas que van a ser trabajadas. Estas piezas se pueden montar directamente o por medio de accesorios de fijación. La mesa tiene ranuras en forma de T para alojar los tornillos de fijación. (Garavito, 2007)

#### **2.3.9.1.5. Carro Transversal**

Es una pieza de fundición de forma rectangular, en cuya parte superior se desliza y gira la mesa en un plano horizontal. En la base inferior está ensamblado a la consola, sobre la que se desliza manualmente por medio de tuerca y tornillo, o automáticamente, por medio de cajas de avance. Se puede inmovilizar. (Garavito, 2007)

#### **2.3.9.1.6. Consola**

Sirve de apoyo a la mesa y sus mecanismos de accionamiento. Se desliza verticalmente en el bastidor a través de una guía por medio de un tornillo telescópico y una tuerca fija.

#### **2.3.9.1.7. Caja de Avances**

Es un mecanismo construido por una serie de engranajes ubicados en el interior del bastidor. Recibe el movimiento directamente del accionamiento principal de la máquina. Se pueden establecer diferentes velocidades de avance. El enlace del mecanismo con el husillo de la mesa se realiza a través de un eje extensible de articulaciones cardán. En algunas fresadoras, la caja de velocidades de los avances está ubicada en la consola con un motor especial e independiente del accionamiento principal de la máquina. (Garavito, 2007)

#### **2.3.9.2. Clasificación de las Fresadoras**

La colocación del husillo principal con respecto a la superficie de la mesa determina una clasificación de las fresadoras. (Garavito, 2007)

### 2.3.9.2.1. Fresadora Horizontal

Es la máquina que tiene el husillo paralelo a la superficie de la mesa.

**Gráfico N° 2.19. Fresadora horizontal.**



Fuente: <http://www.mecmarin.com/imagenes/mecanitzats-marin-002.jpg>

### 2.3.9.2.2. Fresadora Vertical

El husillo de esta máquina está vertical a la superficie de la mesa.

**Gráfico N° 2.20. Fresadora vertical**



Fuente: <http://www.mecmarin.com/imagenes/mecanitzats-marin-002.jpg>

### **2.3.9.2.3. Fresadora Mixta**

Tiene 2 husillos con motores independientes. El principal va dentro del bastidor y el segundo se encuentra en el cabezal (Garavito, 2007)

### **2.3.9.2.4. Fresadora Universal**

La característica principal de esta máquina es que tiene un husillo principal para el acoplamiento de ejes portaherramientas horizontales y un cabezal que se acopla a dicho husillo y que convierte la máquina en una fresadora vertical, además, la mesa de fresar puede girar hacia la derecha o hacia la izquierda. Con esto se hace posible la ejecución de muchos más trabajos, como por ejemplo, el fresado de ranuras helicoidal. (Garavito, 2007)

**Gráfico N° 2.21. Fresadora universal**



**Fuente:** <http://www.mecmarin.com/imagenes/mecanitzats-marin-002.jpg>

### **2.3.10. Fresadora Vertical CNC en la Industria**

En la industria existen dos tipos de fresas verticales: las fresadoras de bancada fija y las fresadoras de torreta o consola, en esta última el husillo permanece inmóvil durante las operaciones de corte, y la mesa es la que se mueve tanto horizontal como verticalmente. Por el contrario, en las fresadoras de banco fijo, la mesa de trabajo se desplaza sólo perpendicularmente al husillo, el cual gira en su propio eje. (Castro L. , 2016)

Un ejemplo de ello son los centros de mecanizado, los cuales son considerados por muchos expertos como un tipo de máquina fresadora; de alta producción en serie sin embargo. En este tipo de máquina, el desplazamiento lo puede hacer, tanto el husillo como la mesa de trabajo, característica técnica que permite profundizar el corte.

Según Héctor Andrés Cuenta el hecho que las fresadoras CNC carezcan de cerramiento, trae aspectos positivos y negativos para la empresa o la industria: el primero es que allí se pueden mecanizar piezas de mayores tamaños y el segundo está relacionado con la seguridad industrial del operario, quien, al trabajar con una máquina abierta está expuesto no sólo a salpicaduras de refrigerante –un líquido que puede llegar a producir quemaduras y/o enfermedad seria en la piel sino que el desprendimiento de una pieza puede golpearlo y causarle graves lesiones físicas. (Cuesta , 2016)

La incorporación de mecanizado de alta velocidad CNC constituye un paso importante hacia el mecanizado en óptimas condiciones y la posibilidad de mecanizar algunos materiales (aluminio, magnesio, etc.) a altas velocidades de corte  $V_c$  ( $>30.000$  rpm).

La fresadora vertical CNC es un nuevo mundo y una nueva forma de trabajar, que supone un cambio de mentalidad y necesidades: es una tecnología que no tiene nada que ver con el mecanizado convencional. (Castro L. , 2016)

Dentro del cambio de mentalidad y necesidades tenemos la siguiente información.

- Cambio de mentalidad y distribución del tiempo.
- Diferencias en el gasto del tiempo que deben ser asumidas.
- En el proceso MAV, el gasto en tiempo CAD/CAM es generalmente mayor que el gasto de tiempo en mecanizado.
- Genera una mayor necesidad de personal en CAD/CAM y menor a pie de máquina.
- La máquina: Debe ser capaz de responder a las velocidades de mecanizado deseada y al perfil objetivo (rígida, precisa, segura, etc.).
- CAD Y CAM: Debe ser capaz de crear adecuadas estrategias para el MAV.
- La herramienta: Debe ser resistente al desgaste y adecuada para la operación requerida. Los recubrimientos aumentarán la vida de las herramientas. (Castro, 2008)

El MAV tiende a sustituir las pasadas de gran profundidad a baja velocidad de corte por muchas pasadas rápidas de menor profundidad de corte, obteniendo un considerable aumento de viruta desalojada (volumen de material por unidad de tiempo). Las altas velocidades de corte y los elevados avances disminuyen las fuerzas de corte gracias a espesores de viruta cada vez más pequeños. (Castro, 2008)

Una alternativa frente a esto es la reconversión de las industrias introduciendo los conceptos de automatización en la forma adecuada de modo que se pueda implementar gradualmente acorde a la capacidad y tiempo adecuado; todo esto tomando en cuenta los factores de rendimiento de la inversión y capacidad de producción.

Debido a la implementación de la automatización, las industrias tienen ciertas dificultades entre las que podemos mencionar:

- Cumplir cada vez con una mayor exigencia en la precisión.
- Desarrollar diseños cada vez más complejos.
- La fabricación de una gran diversidad de productos que hace necesario las tendencias de estructuras de producción más flexibles.
- Cumplir con una mejor calidad y costos competitivos.
- El tiempo de entrega de los productos tiende a ser cada vez más reducido
- La formación de recursos humanos especializados son cada vez más demandados, así como con suficiente experiencia.

En la actualidad el mecanizado de alta velocidad no representa una solución general de mecanizado, pero supone una oportunidad de optimización en determinados campos de aplicación por ejemplo la optimización del tiempo que es un factor muy importante.

### **2.3.11. El Manual**

El término manual ostenta dos acepciones diferentes que coinciden en que ambas son ampliamente utilizadas por el común de la gente.

Por un lado el término manual puede hacer referencia a aquello que se realiza o produce con las propias manos, como puede ser el caso de cualquiera de los trabajos manuales que existen y que se les ocurra, la pintura, el tejido, la escritura, la gastronomía, entre otras y por el otro, con la misma palabra también podemos querer referir a aquel o aquella persona que produce

trabajo con sus manos, tal es el caso de un operario de una fábrica que realiza sus quehaceres manualmente sin la ayuda de ningún tipo de máquina o apoyo por el estilo.

En tanto y como bien se señala al comienzo de esta reseña, el término manual ostenta otro significado, porque con la palabra manual también se puede hacer referencia a aquel libro que recoge lo esencial, básico y elemental de una determinada materia, como puede ser el caso de las matemáticas, la historia, la geografía, en términos estrictamente académicos o también, es muy común, la existencia de manuales técnicos que vienen generalmente acompañando a aquellos productos electrónicos que adquirimos y que requieren de su lectura y la observación de las recomendaciones que contienen antes de poner en funcionamiento los mencionados. (Brihuega, 1995).

En él se incluye, para que no existan complicaciones en el desarrollo eficiente de la misma, los puestos y unidades administrativas con sus correspondientes participaciones y responsabilidades y también todos aquellos recursos, informaciones y elementos necesarios que contribuyen al funcionamiento de excelencia de una empresa.

#### **2.3.11.1. Tipos Manual**

Los manuales son textos utilizados como medio para coordinar, registrar datos e información en forma sistémica y organizada. También es el conjunto de orientaciones o instrucciones con el fin de guiar o mejorar la eficacia de las tareas a realizar.

Pueden distinguirse los manuales de:

- **Organización.-** este tipo de manual resume el manejo de una empresa en forma general. Indican la estructura, las funciones y roles que se cumplen en cada área.
- **Departamental.-** dichos manuales, en cierta forma, legislan el modo en que deben ser llevadas a cabo las actividades realizadas por el personal. Las normas están dirigidas al personal en forma diferencial según el departamento al que se pertenece y el rol que cumple.
- **Política.-** sin ser formalmente reglas en este manual se determinan y regulan la actuación y dirección de una empresa en particular.
- **Procedimientos.-** este manual determina cada uno de los pasos que deben realizarse para emprender alguna actividad de manera correcta.

- **Técnicas.-** estos manuales explican minuciosamente cómo deben realizarse tareas particulares, tal como lo indica su nombre, da cuenta de las técnicas.
- **Puesto.-** determinan específicamente cuáles son las características y responsabilidades a las que se acceden en un puesto preciso.
- **Múltiple.-** estos manuales están diseñados para exponer distintas cuestiones, como por ejemplo normas de la empresa, más bien generales o explicar la organización de la empresa, siempre expresándose en forma clara.
- **Finanzas.-** tiene como finalidad verificar la administración de todos los bienes que pertenecen a la empresa. Esta responsabilidad está a cargo del tesorero y el controlador.
- **Sistema.-** debe ser producido en el momento que se va desarrollando el sistema. Está conformado por otro grupo de manuales.
- **Calidad.-** es entendido como una clase de manual que presenta las políticas de la empresa en cuanto a la calidad del sistema. Puede estar ligado a las actividades en forma sectorial o total de la organización.

### 2.3.11.2. Principales Características de Manual Escolar

- a) Intencionalidad, por parte del autor (o editor) de ser expresamente destinado al uso escolar;
- b) Sistemática, en la exposición de los contenidos;
- c) Secuencialidad, es decir, una ordenación temporal que organiza los contenidos desde los más simples a los más complejos;
- d) Adecuación para el trabajo pedagógico, ajustando el nivel de complejidad de los contenidos a un determinado nivel de maduración intelectual y emocional de los educandos;
- e) Estilo textual expositivo, es decir, un estilo literario y un uso de los recursos lingüísticos en los que predominan formas expositivas, declarativas y explicativas (aunque cambiantes a través del tiempo, desde la primacía de la forma catequística al uso de la argumentación razonada);
- f) Combinación de texto e ilustraciones, en relación variable según las épocas, desde el predominio casi total del texto hasta la preponderancia de las imágenes en la actualidad;
- g) Presencia de recursos didácticos manifiestos, como resúmenes, cuadros, ejercicios y tareas para los alumnos, ampliación de lecturas, sobre todo en los manuales de las últimas décadas;

**h)** Reglamentación, de los contenidos, de su extensión, y del tratamiento de los mismos, que debe ajustarse a unos enunciados curriculares y a un plan de estudios establecidos;

**i)** Intervención estatal administrativa y política, a través de la reglamentación jurídica (que selecciona, jerarquiza o excluye saberes y valores), y/o de la autorización expresa o implícita, anterior o posterior, a la publicación de la obra. (Aunque la tendencia internacional más reciente es a suprimir la previa autorización político-administrativa).

## **2.4. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.4.1. Variable Independiente**

Útiles de corte de alta y baja velocidad

### **2.4.2. Variable Dependiente**

Procesos de fresado

### 2.4.3. Operacionalización de las variables

Tabla N° 2.4. Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE				
Variable	Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Útiles de corte de alta y baja velocidad	<p>Son elementos utilizados para extraer material de una pieza cuando se lleva a cabo un proceso de mecanizado.</p> <p><b>Materiales:</b> Aceros aleados, no aleados, cerámicos, cermets y diamantes cada una de estos elementos están compuestos químicamente.</p> <p><b>Geometría:</b> Se puede describir por medio de diferentes ángulos.</p> <p><b>Formas:</b> Actualidad existen muchas formas y tipos de útiles de corte. Ej: fresas para chaveteros, ranuras,</p>	Materiales	<p>Aceros aleados</p> <p>Aceros no aleados</p> <p>Metal duro</p> <p>Cerámicos</p> <p>Cermet</p> <p>Nitruro de boro cúbico</p> <p>Diamante</p>	Entrevista Guía de entrevista
		Geometría	<p>Ángulo <math>\alpha</math></p> <p>Ángulo <math>\beta</math></p> <p>Ángulo <math>\gamma</math></p>	
		Formas	Fresa de vástago	

<p>cavidades. El uso de estos tipos de modelo dependerá del mecanizado que se requiera hacer.</p> <p><b>Montaje y sujeción:</b></p> <p>Es fundamental en el MAV. Para trabajar a alta velocidad se requiere que los útiles de corte estén bien sujetos sin que exista desequilibrio en el útil de corte, ya que de esto dependerá la vida del útil de corte.</p>		<p>Fresa para agujero oblongo</p> <p>Fresa para ranurar</p> <p>Fresas para biselar</p> <p>Fresas para rotular</p> <p>Fresas para perfilar A.</p> <p>Fresas para cola de milano</p> <p>Fresas para media caña.</p> <p>Fresas para perfilar.</p>	
	Montaje	<p>Cono Métrico</p> <p>CAT</p> <p>BT</p> <p>HSK</p>	
	Sujeción	<p>Mecánico</p> <p>Hidráulico</p> <p>Térmico</p>	

**Elaborado por:** Franklin Morocho, Alex Naula

**Tabla N°2.5. Variable Dependiente**

VARIABLE DEPENDIENTE				
Variable	Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Procesos de fresado	<p>Es el corte del material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro,</p> <p><b>Procesos de fresado:</b></p> <p>En los procesos de fresado tenemos los siguientes tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fresado de canales para chaveteros.</li> <li>➤ Ranurados rectos.</li> <li>➤ Fresado de cavidades.</li> </ul> <p>Con los siguientes parámetros como son la velocidad correcta, avance de la mesa, profundidad de corte etc.</p>	Procesos de fresado vertical	<p>Planeado</p> <p>Fresado en escuadra</p> <p>Cubicaje</p> <p>Corte</p> <p>Ranurado recto</p> <p>Ranurado de forma</p> <p>Ranurado de chaveteros</p> <p>Fresado de cavidades</p> <p>Fresado de roscas</p> <p>Fresado de roscas</p> <p>Fresado frontal</p> <p>Mortajado</p> <p>Fresado de rampa</p>	Entrevista Guía de entrevista

**Elaborado por:** Franklin Morocho, Alex Naula.

## 2.5. Definiciones de Términos Básicos

**Agrietar.-** abrir grietas, surcos o hendiduras en una superficie.

**Acero rápido.-** Los aceros rápidos, de alta velocidad o HSS (High Speed Steel) se usan para herramientas, generalmente de series M y T (AISI-SAE).

**Cermet.-** Un cermet es un material compuesto formado por materiales cerámicos y metales. Su nombre proviene del inglés cerámica metal, Los cermets están diseñados para combinar la resistencia a altas temperaturas y a la abrasión de los cerámicos con la maleabilidad de los metales.

**Forjado.-** En construcción, se denomina forjado al elemento estructural, horizontal (o inclinado, en cubiertas), que soporta su propio peso y las sobrecargas de uso, tabiquería, dinámicas, etc. Dichas cargas se transmiten al terreno mediante otros elementos de la estructura, como vigas, pilares, muros y cimentación.

**Fresadora.-** Máquina para fresar; está compuesta de un cabezal, dotado de un movimiento de rotación, con una fresa (herramienta cortante), y de una mesa, también dotada de un mecanismo de movimiento, donde se fija la pieza.

**Husillo.-** Tornillo metálico o de madera utilizado para el movimiento de las prensas y otras máquinas similares.

**Insertos.-** Los insertos de corte o también llamados plaquitas intercambiables se encuentran en el rubro de herramientas de corte, específicamente compuestas de material Carburo (de tungsteno, de titanio, de tántalo, de niobio) o metal duro.

**Mecanizado.-** El mecanizado es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

**Muescas.** Hueco estrecho y alargado que se hace en una cosa para introducir o encajar.

**Vidria.-** El carburo de wolframio o carburo de tungsteno es un compuesto cerámico formado por wolframio y carbono. Es un compuesto intersticial con composición química de  $W_3C$  hasta  $W_6C$ , perteneciente al grupo de los carburos.

**Viruta.-** La viruta es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que se extrae mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera o metales.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Diseño de la investigación

La investigación es de tipo no experimental.- Este tipo de investigación también es conocida como ex Post y se basa en analizar eventos ya ocurridos o pasados de manera natural sin controlar las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. (Hernández, 2011; 56).

Por el ambiente en el que se efectuó el estudio enmarcado, dentro de la modalidad de una investigación factible, y la elaboración y desarrollo de una guía, para fortalecer los conocimientos de los operadores, en la fresadora vertical CNC, y los distintos tipos de útiles de corte de alta y baja velocidad que existen. La presente investigación se apoya en un diseño de investigación Bibliográfica y Descriptiva, con el propósito de buscar las estrategias que ayuden a solidificar los conocimientos del uso correcto de los útiles de corte de alta y baja velocidad en la fresadora vertical CNC.

##### 3.2.1 Bibliográfica

Se efectuó el análisis y descripción de diversas fuentes bibliográficas como textos, folletos, catálogos, manuales, para profundizar los conocimientos y formar un criterio técnico que permitió el desarrollo de solución al problema planteado.

##### 3.2.2 Descriptiva.

Se analizó técnicamente cada componente del problema, para la elaboración de una propuesta clara y ejecutable en las utilidades de útiles de corte, de esta manera cumplir con el objetivo.

#### 3.3. Nivel de la investigación

Debido a un diagnóstico que se realizó en la investigación se procedió a analizar, recolectar datos, ejecutar y finalmente describir, la investigación en el laboratorio de la Carrera de Educación Técnica de la Universidad Nacional de Chimborazo ya que esto sirvió para

fomentar la información a los operadores se presentó un manual de Útiles de corte de alta y baja velocidad en los procesos de fresado, se orientaron los operadores de todo el contenido del manual.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 Población**

La población es la totalidad de un grupo específico que se va a encuestar y de la cual se va a obtener la información necesaria para la investigación, donde todos sus integrantes poseen una similar cualidad. (TAMAYO, 1997, pág. 114)

La población corresponde a diez (10) expertos del área industrial.

#### **3.4.2 Muestra**

Por ser un número reducido de población, no es necesario tomar una muestra, por lo tanto se trabajará con la totalidad.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

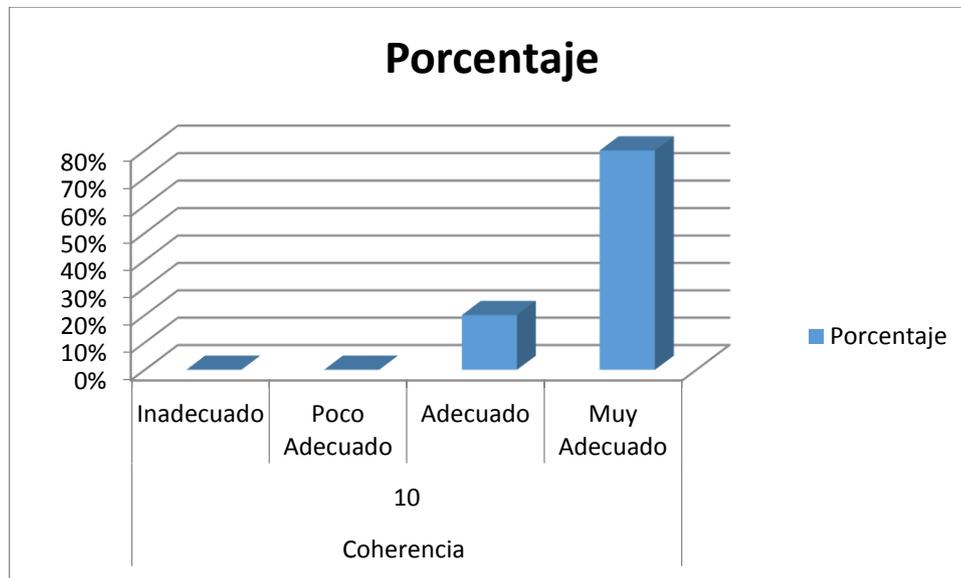
Por medio del análisis estadístico y tablas de Excel en relación a esto, a continuación se presenta la tabulación e interpretación de los datos obtenidos sobre la encuesta realizada a expertos en el Área de Mecánica Industrial.

#### a.- ¿El manual de los útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización?

**Tabla N°4.1. Intencionalidad**

Criterios de Expertos			
Aspecto	Frecuencia	Descripción	Porcentaje
Intencionalidad	10	Inadecuado	0%
		Poco Adecuado	0%
		Adecuado	20%
		Muy Adecuado	80%

**Gráfico N° 4.1. Manual de los útiles de corte**



**Fuente:** Cuadro n° 1

**Autores:** Franklin Morocho, Alex Naula

**Análisis.-** Del 100% de los encuestados, el 80% afirma que el manual es muy adecuado mientras que un 20% determina que el manual es adecuado.

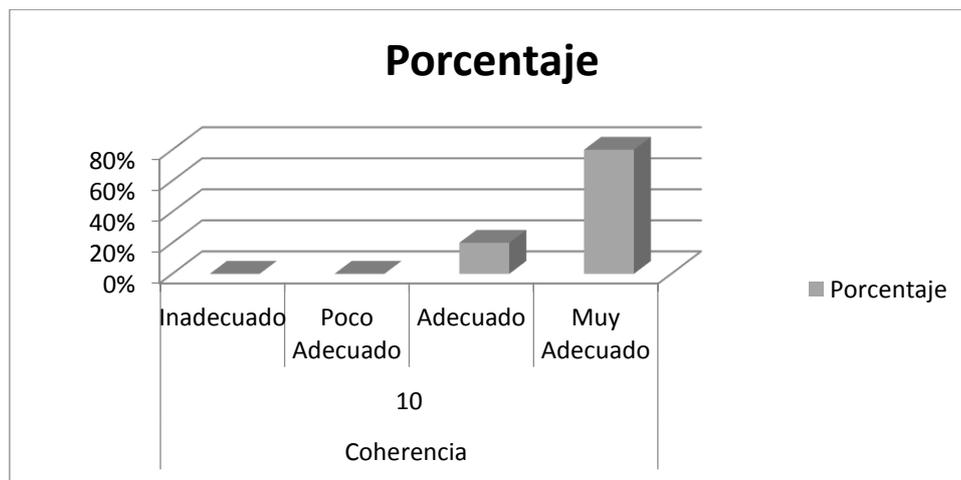
**Interpretación.-** La planificación y organización sobre el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical es importante, y esto se demuestra con los criterios de intencionalidad obtenidos de los expertos lo que demuestra que el manual se encuentra bien estructurado.

**b.- ¿La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical es?**

**Tabla N°4.2. Suficiente**

Criterios de Expertos			
Aspecto	Frecuencia	Descripción	Porcentaje
Suficiente	10	Inadecuado	0%
		Poco Adecuado	0%
		Adecuado	30%
		Muy Adecuado	70%

**Gráfico N° 4.2. Útiles de corte y proceso de fresado**



**Fuente:** Cuadro n° 2

**Autores:** Franklin Morocho, Alex Naula

**Análisis.-** Del 100% de encuestados, el 70% indican que el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical contienen la información muy adecuada, mientras que el 30% afirman que es adecuada.

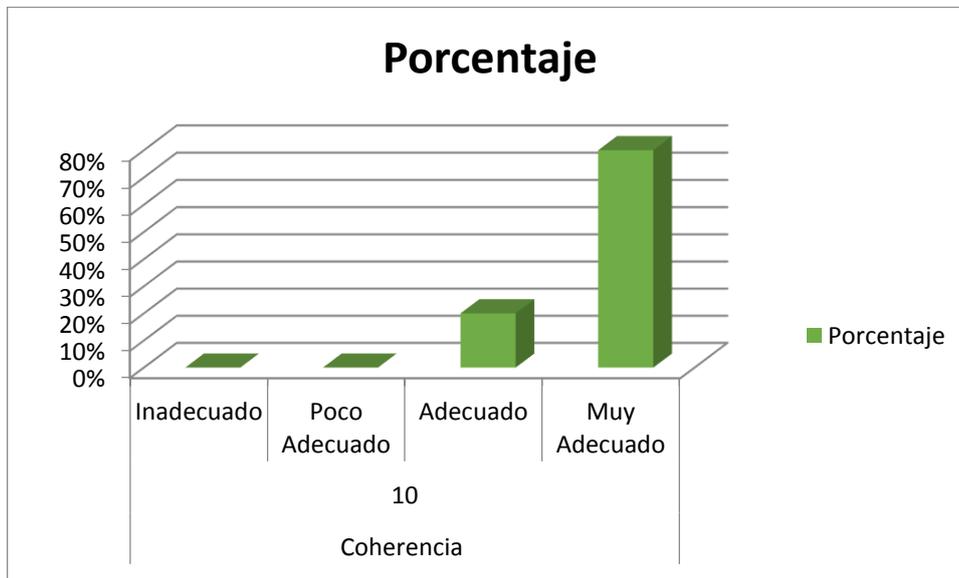
**Interpretación.-** Sobre la cantidad de información que se encuentra en el manual, los expertos en el área de Mecánica Industrial consideran que es la apropiada, lo que permite tener un manual de calidad.

c.- ¿El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, procesos de fresado, es?

Tabla N° 4.3. Consistencia

Criterios de Expertos			
Aspecto	Frecuencia	Descripción	Porcentaje
Consistencia	10	Inadecuado	0%
		Poco Adecuado	0%
		Adecuado	10%
		Muy Adecuado	90%

Gráfico N° 4.3. Útiles de corte y proceso de fresado vertical



Fuente: Cuadro # 3

Autores: Franklin Morocho, Alex Naula

**Análisis.-** Del 100% de encuestados el 90% determinan que el manual es muy adecuado, y el 10% mencionan que es adecuado.

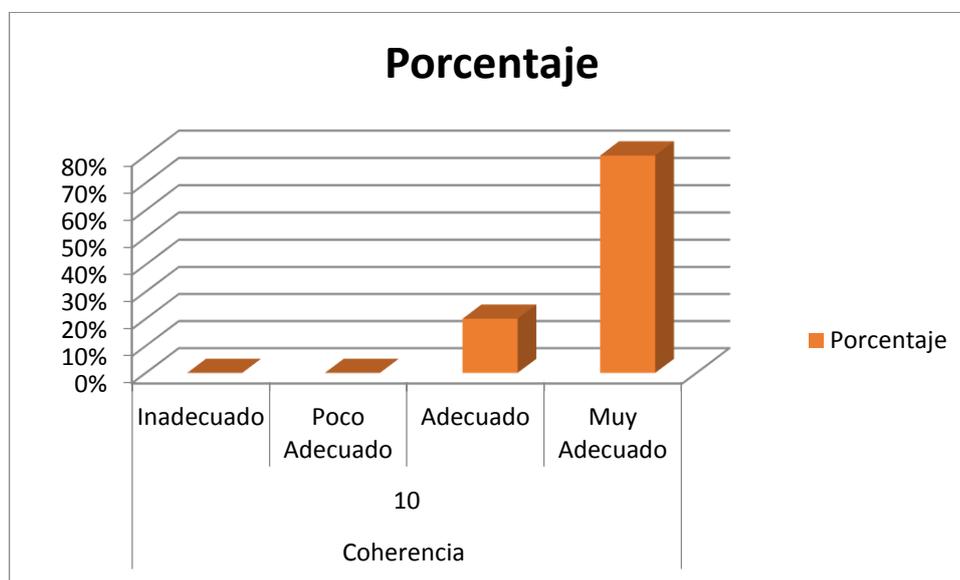
**Interpretación.-** El manual tiene información importante con respecto a aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción y proceso de fresado, lo que ha decir de los expertos consideran que esta información es adecuada.

d.- ¿El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es?

**Tabla N° 4.4. Coherencia**

Criterios de Expertos			
Aspecto	Frecuencia	Descripción	Porcentaje
Coherencia	10	Inadecuado	0%
		Poco Adecuado	0%
		Adecuado	20%
		Muy Adecuado	80%

**Gráfico N° 4.4. Relación con avances tecnológicos**



**Fuente:** Cuadro n° 4

**Autores:** Franklin Morocho, Alex Naula

**Análisis.-** Del 100% de encuestados, el 80% afirman que el manual es muy adecuado, y el 20% determinan que es adecuado.

**Interpretación.-** El manual debe tener una estrecha relación con los avances tecnológicos, sobre este criterio la mayoría de expertos encuestados consideran que el manual de Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical contiene la información correcta y suficiente para la enseñanza aprendizaje.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- De acuerdo a los resultados obtenidos se puede determinar que para una buena mecanización en los distintos tipos de fresadoras, tenemos que analizar los distintos tipos de materiales y husillos a utilizarse para un buen trabajo de mecanizado.
  
- Según el trabajo realizado, se puede evidenciar que la información del manual Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical es clara y concisa para la manipulación y la aplicación de los útiles de corte en los distintos tipos de materiales.
  
- Se procede a ser conocer a expertos en el Área Industrial el manual de Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical para obtener criterios personales, a cerca del manual. La mayoría de los encuestados aseguran que la información que se encuentra en el folleto tiene la información necesaria para un mejor aprendizaje. Ya que con el manual los operarios de distintas maquinas fresadoras podrán utilizar un utensilio de corte adecuado en cada tipo de materiales a mecanizarse.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar inducciones periódicas sobre el correcto manejo de los distintos tipos de utensilios de corte, exigir al operador a que lea y utilice un manual técnico antes de mecanizar cualquier tipo de material. Se recomienda auto educar cada uno de los operadores de estas máquinas CNC, para evitar pérdidas económicas y disminuir el tiempo de mecanizado.
  
- Se recomienda investigar, capacitar, utilizar un manual técnico y la utilización de EPP (equipos de protección personal), día a día a los operadores de distintos tipos de máquinas CNC, para la correcta utilización de los útiles de corte, y de esta manera obtener resultados favorables.
  
- La utilización de una guía técnica, actualización tecnológica, y asesoramiento técnico es fundamental en el área de Mecánica Industrial

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldaz. (2011). *Modulo de Afectividad y Educación*. Riobamba: J.C.
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. (2008). *Constitución del la República del Ecuador*. Montecristi: LEXUS.
- Brihuega, J. (1995). *Guía de recursos didácticos matemáticas educación*. Real Sociedad: Mec.
- Castro. (2008). *Departamento de Ingeniería Mecánica*. Cartagena.
- Castro Patiño, L. (2016). *Metal Actual, fresadoras* . Colombia.
- Castro, L. (2016). *fresadora CNC*. Colombia: Pedagógica.
- Cuesta , H. (2016). *Jefe de servicio técnico CNC*. Mexico: Imocon.
- Estrems, M. (2007). *Geometría en los Útiles*. Cartagena : Imocom.
- Flores, J. (2009). *Fresadora vertical CNC*. EE.UU: Litoral.
- Freire. (2009). *Educación como de la Libertad*. Madrid: Pedagógica Freire S.A.
- Garavito, J. (2007). *Ingeniería Industrial laboratorio de producción*. Colombia: F.X.
- George. (1991). *Machine tools processes and applications*. Estados Unidos.
- Marin, c. (2012). *Conos y Portaherramientas, sistema de sujeción*. Colombia: peda.
- Organización Internacional del Trabajo. (2014). *Panorama Laboral América Latina y el Caribe. Panorama Laboral América Latina y el Caribe*. Lima.
- Soraya, P. (2013). *Ingenierías de Materiales*. Mexico.
- Spikin. (2002). *Materialismo Dialecto Lógica Dialectica*. Mexico: Grijalbo.
- Tello, J. (2010). *Desarrollo de aprendizaje y Teorías*. Riobamba: FF.CC.

## WEB GRAFÍA

Carrasco, P. (05 de 05 de 2010). *Metal actual*. Obtenido de Obtenidos de metal actual:  
[www.coromant.com](http://www.coromant.com)

Mora, F. (08 de 05 de 2009). *Herramientas de corte*. Obtenido de Sandvik:  
[www.direcindustry.es/prod/sandvik](http://www.direcindustry.es/prod/sandvik)

Riofrio, C. (10 de 09 de 2011). *Herramientas y Útil de corte*. Obtenido de Obtenidos de  
Herramienta: [http:// www.Sandvik.coromant.com/sitecollectionimages/products](http://www.Sandvik.coromant.com/sitecollectionimages/products)

<http://www.mecmarin.com/imagenes/mecanitzats-marin-002.jpg>

<https://herramientasdecorte.files>.

<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

<http://www.rohmiberica.com>.

<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

<http://www.prezisstools.com/porta-herramientas.html>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta\\_de\\_corte](https://es.wikipedia.org/wiki/Herramienta_de_corte)

[http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Mecanizado\\_de\\_Alta\\_Velocidad.pdf](http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Mecanizado_de_Alta_Velocidad.pdf).

[http://www.seas.es/blog/disenio\\_mecanico/la-historia-de-la-herramienta-de-corte/](http://www.seas.es/blog/disenio_mecanico/la-historia-de-la-herramienta-de-corte/)

<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/fresas-tipos-y-usos>

<http://www.taringa.net/post/apuntes-y-monografias/10892542/Fresadora-procedimientos-y-tipos-de-fresas.html>

<http://es.slideshare.net/erikagamboa/materiales-para-las-herramientas-de-corte>

<http://es.scribd.com/doc/883761/Clase-fresadora-limadora-taladrado-y-rectificadora>

<http://www.prezisstools.com/porta-herramientas.html>

## ANEXOS

### ANEXO 1 CUESTIONARIO DE ENCUESTA



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,  
CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ

Riobamba, 06 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr.- \_\_\_\_\_

Institución a la que pertenece.- \_\_\_\_\_

Facultad.- \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

Área de desempeño profesional.- \_\_\_\_\_

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado “**Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo**”.

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado “**Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical**” por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecua do 00- 25 %	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:				
Consistencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, se basa en conocer los aspectos de				

	materiales de aleación y recubrimiento, montaje y sujeción, proceso de fresado:				
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:				

\_\_\_\_\_

FIRMA

C.I.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

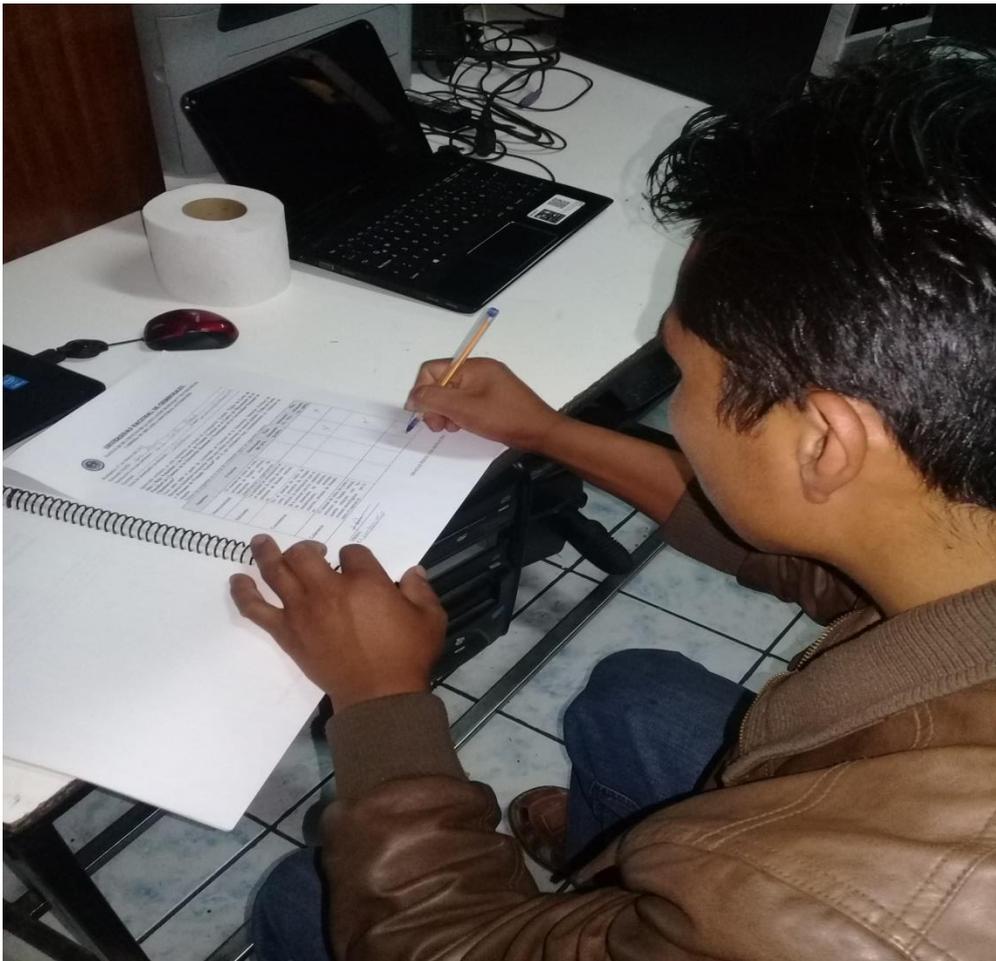
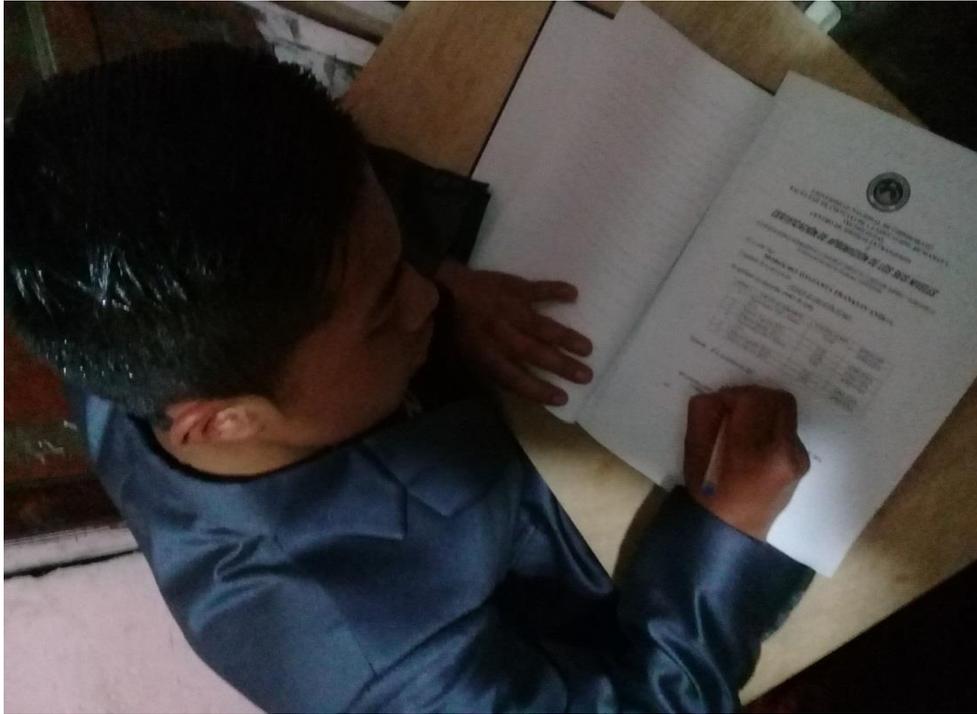
## ANEXO 2 FOTOGRAFÍAS













**ANEXO 3 ENCUESTAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,**  
**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

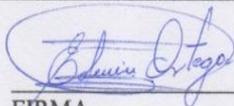
Estimado Ms/Dr.- Edwin Ortega  
 Institución a la que pertenece.- Unidad Educativa Carlos Cisneros  
 Facultad.- \_\_\_\_\_ E-mail edwinortegatec@gmail.com  
 Área de desempeño profesional.- Educación Técnica

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado “Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo”.

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado “Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical” por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				X
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:				X
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:				X
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:				X

  
 FIRMA  
 C.I. 0601493422

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,  
CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr.- Moisés David Marrocho Marrocho

Institución a la que pertenece.- Municipio de Riobamba

Facultad.-

E-mail moisesmarrocho@hotmail.com

Área de desempeño profesional.- Mantenimiento Industrial

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado "Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo".

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado "Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical" por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				X
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:			X	
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:				X
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:			X	

David  
FIRMA

C.I 1715165153

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,**  
**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr.- Paulo Herrera Gatare  
 Institución a la que pertenece.- Universidad Nacional de Chimborazo  
 Facultad.- Ciencias de la Educación E-mail paulo.herrera@unach.edu.ec  
 Área de desempeño profesional.- Docente

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado “Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo”.

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado “Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical” por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				X
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:				X
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:				X
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:				X

  
 FIRMA  
 C.I. 0603371386

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,**  
**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr.- Ing: Angel Enrique Cruz Guilcapi

Institución a la que pertenece.- Universidad Nacional de Chimborazo

Facultad.- Ingeniería Industrial E-mail \_\_\_\_\_

Área de desempeño profesional.- Maquinas y Herramientas

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado “Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo”.

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado “Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical” por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				X
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:				X
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:			X	
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:			X	

[Firma]  
 FIRMA  
 C.I. 060241003

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,**  
**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr.- Luis Caiza G.  
 Institución a la que pertenece.- Unidad Educativa "Carlos Cisneros"  
 Facultad.- \_\_\_\_\_ E-mail lp8-caizag@yahoo.com  
 Área de desempeño profesional.- Mecanizado y Construcciones Metálicas.

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado "Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo".

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado "Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical" por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				✓
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:			✓	
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:				✓
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:				✓

Luis Caiza G.  
 FIRMA  
 C.I. 0601419393

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,**  
**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr. - Jessica Hermelinda Pilatuna Escancelo

Institución a la que pertenece. - Mecánica "Elite"

Facultad. - \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

Área de desempeño profesional. - Ing. Industrial supervisora

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado "Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo".

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado "Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical" por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				X
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:			X	
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:				X
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:				X

Pilatuna Jessica  
 FIRMA  
 C.I. 060505359-4

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,**  
**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr. - Edwin Ortega

Institución a la que pertenece. - Unidad Educativa Corlos Cisneros

Facultad. - \_\_\_\_\_ E-mail edwinortegatec@gmail.com

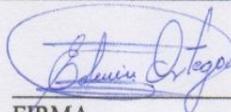
Área de desempeño profesional. - Educación Técnica

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado “Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo”.

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado “Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical” por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				X
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:				X
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:				X
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:				X



FIRMA

C.I. 0601493422

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO,**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS,**  
**CARRERA DE MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ**

Riobamba, 07 de Marzo del 2017

Estimado Ms/Dr.- Luis Alcocer

Institución a la que pertenece.- U. E. Cantón Alausi

Facultad.- \_\_\_\_\_ E-mail luis.alcocer@hotmail.es

Área de desempeño profesional.- Soldadora

Apreciado profesor, se está realizando un trabajo de investigación Titulado “Útiles de Corte de Alta y Baja Velocidad y los Procesos de Fresado Vertical en el Centro de Mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo”.

Tesis para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Profesor de Mecánica Industrial-Automotriz. Para cuyo efecto se presenta un manual titulado “Útiles de Corte y Procesos de Fresado Vertical” por lo que solicitamos muy comedidamente su validación de experto.

Valore las preguntas en la hoja de evaluación según los siguientes criterios:

Aspectos	Criterios	Inadecuado 00- 25%	Poco Adecuado 26-50%	Adecuado 51 - 75%	Muy Adecuado 76 - 100%
Intencionalidad	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, demuestra el nivel de planificación y organización:				X
Suficiente	La cantidad de información en el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, es:			X	
Consistencia	En el manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, la información que se da a conocer con los aspectos de materiales de aleación, recubrimiento, montaje, sujeción, proceso de fresado, es:				X
Coherencia	El manual de útiles de corte y procesos de fresado vertical, guarda relación con los avances tecnológicos por lo tanto el manual es:				X

FIRMA  
 C.I. 060420877-0

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN