



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

AUTOR: PASACA VALDIVIESO, EDWIN MAURICIO

**TEMA: ANÁLISIS DE COSTOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL
CENTRO DE MECANIZADO FADAL VMC 3016 Y TORNO VIWA VTC 1640
– T400 DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL
DECEM**

DIRECTOR: ING. OCAÑA, EDWIN

CODIRECTOR: ING. CULQUI, BORYS

SANGOLQUÍ, ENERO 2014

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**CERTIFICADO**

Nosotros: ING. EDWIN OCAÑA. e ING. BORYS CULQUI.

CERTIFICAN

Que, el Proyecto de grado titulado “**ANÁLISIS DE COSTOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL CENTRO DE MECANIZADO FADAL VMC 3016 Y TORNO VIWA VTC 1640 – T400 DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM**”, realizado por el señor PASACA VALDVIESO EDWIN MAURICIO, ha sido revisado prolijamente y cumple con los requerimientos: teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la ESPE, por lo que nos permitimos acreditarlo y autorizar su entrega al Sr. Ing. Ángelo Villavicencio, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Mecánica. El trabajo en mención consta de tres empastados y tres discos compactos que contienen el documento en formato portátil de Acrobat (pdf).

Sangolquí, 31 de enero del 2014

ING. EDWIN OCAÑA.

DIRECTOR

ING. BORYS CULQUI.

CODIRECTOR

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, EDWIN MAURICIO PASACA VALDIVIESO

DECLARO QUE:

El proyecto de grado titulado “**ANÁLISIS DE COSTOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL CENTRO DE MECANIZADO FADAL VMC 3016 Y TORNO VIWA VTC 1640 – T400 DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 31 de enero del 2014

Edwin M. Pasaca Valdivieso

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

A U T O R I Z A C I Ó N

Yo, PASACA VALDIVIESO EDWIN MAURICIO

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado ANÁLISIS DE COSTOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL CENTRO DE MECANIZADO FADAL VMC 3016 Y TORNO VIWA VTC 1640 – T400 DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 31 de enero del 2014

Edwin M. Pasaca Valdivieso

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“ANÁLISIS DE COSTOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL CENTRO DE MECANIZADO FADAL VMC 3016 Y TORNO VIWA VTC 1640 – T400 DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DEL DECEM”

ELABORADO POR:

Edwin Pasaca Valdivieso.

CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA

ING. Ángelo Villavicencio

DIRECTOR DE CARRERA

Sangolquí, 2014-01

DEDICATORIA

La concepción de este triunfo se la dedico en primer lugar a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para alcanzar los objetivos propuestos.

A mis padres, Edwin y Brenda, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mi hermano, Sebastián, por brindarme su apoyo incondicional durante el largo camino recorrido para la consecución de este triunfo.

Edwin Mauricio Pasaca Valdivieso

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer infinitamente a los Ingenieros Edwin Ocaña y BorysCulqui por la orientación que me brindaron para poder culminar este trabajo.

A mi familia por la ayuda y apoyo incondicional brindados durante este tiempo.

A la ESPE y la Carrera de Ingeniería Mecánica, por permitirme desarrollar el presente proyecto.

Edwin Mauricio Pasaca Valdivieso

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.	1
1.1 Antecedentes.	1
1.2 Definición del problema.	10
1.3 Objetivos.	11
1.3.1 General.	11
1.3.2 Específicos.	11
1.4 Alcance.	12
1.5 Justificación.	12
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.	14
2.1 Introducción.	14
2.2 Costeo basado en actividades (ABC).	14
2.2.1 Objetivos del costeo ABC.	15
2.2.2 Tipos de actividades en el costeo ABC.	16
2.2.3 Inductores del costo de actividades.	17
2.2.4 Etapas para implementar y organizar el costeo ABC.	21
2.3 Costos influyentes en el Centro de Mecanizado FADAL VCM 3016 y Torno VIWA VTC 1640-T400.	24
2.3.1 Costos directos.	24
2.3.2 Costos indirectos.	32
2.3.3 Costos Independientes.	37
2.4 Programación orientada a objetos (Meyer).	39
2.4.1 Conceptos de la programación orientada a objetos.	39

2.4.2	Diseño de un software.....	40
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE PARÁMETROS INFLUYENTES EN EL COSTO DE MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA DEL CENTRO DE MECANIZADO Y TORNO CNC.....		
41		
3.1	Análisis de oferta y demanda del mercado local en procesos de mecanizado por arranque de viruta.	41
3.1.1	Industrias manufactureras de la provincia de Pichincha.....	41
3.1.2	Estudio de la oferta en la industria manufacturera local.	44
3.1.3	Estudio de la demanda en la industria manufacturera local.....	52
3.2	FODA para la prestación de servicios del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.....	56
3.2.1	Matriz FODA y estrategias FO DO FA DA para el Laboratorio de Procesos de Manufactura.....	56
3.3	Capacidad instalada y requerimientos mínimos del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.	60
3.3.1	Capacidad instalada, requerimientos mínimos de operación y aplicaciones del Centro de Mecanizado FADAL VCM 3016.....	61
3.3.2	Capacidad instalada, requerimientos mínimos de operación y aplicaciones del Torno CNC VIWA VTC 1640 – T400.....	63
CAPÍTULO 4. CÁLCULO DE COSTOS DEL MECANIZADO EN FADAL VMC 3016 Y VIWA 1640-T400.....		
66		
4.1	Cálculo de costos del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.....	68
4.1.1	Costo inicial y de depreciación de la máquina.	69

4.1.2	Costos de mantenimiento.....	70
4.1.3	Costo de la herramienta.	72
4.1.4	Costos de servicios generales.....	73
4.1.5	Costo del fluido de corte.....	75
4.2	Cálculo de costos del Torno VIWA VTC 1640 – T400.	77
4.2.1	Costo inicial y de depreciación de la máquina.	77
4.2.2	Costos de mantenimiento.....	79
4.2.3	Costo de la herramienta.	80
4.2.4	Costos de servicios generales.....	81
4.2.5	Costo del fluido de corte.....	83
4.3	Actividades influyentes en el mecanizado CNC.....	84
4.4	Resultados del costeo en las Máquinas FADAL VMC 3016 y VIWA VTC 1600 – T400.....	89
4.5	Rentabilidad de las máquinas FADAL VMC 3016 Y VIWA VTC 1640 – T400.....	91
CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE COSTOS DE LAS MÁQUINAS FADAL VMC 3016 Y VIWA VTC 1600-T400.....		93
5.1	Aptana Studio 3.2 (Aptana, 2013).	94
5.2	MYSQL (MYSQL, 2013).....	95
5.3	XAMPP(Apachefriends, 2013).....	95
5.4	FILEZILLA (Filezilla-Project).....	96
5.5	Software para el cálculo de costos de mecanizado CNC (COSMEC).....	96
5.6	Ejemplo de utilización del Software COSMEC.	106

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.	124
6.1 Introducción.	124
6.2 Inversiones iniciales para la prestación de servicios en el Laboratorio de Procesos de Manufactura.....	124
6.3 Análisis de Proyecciones Financieras.	125
6.4 Tasa Mínima de Retorno Aceptable (TMAR).....	135
6.5 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno.....	135
6.6 Relación Beneficio/Costo (B/C).	137
6.7 Período de Recuperación de la Inversión (PRI) y Punto de Equilibrio.	137
6.8 Resultados del análisis Económico - Financiero.....	140
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	141
7.1 Conclusiones.	141
7.2 Recomendaciones.	145
BIBLIOGRAFÍA.	148

ANEXOS.

- ANEXO 01.** Precios de materiales para el mecanizado utilizados en el mercado local
- ANEXO 02.** Velocidades de corte con útiles de acero rápido.
- ANEXO 03.** Útiles de corte utilizados para el mecanizado.
- ANEXO 04.** Remuneraciones del sector metalmecánico.
- ANEXO 05.** Formato de la encuesta realizada en el sector metalmecánico local.
- ANEXO 06.** Remuneraciones de sectores complementarios a las operaciones del sector metalmecánico.
- ANEXO 07.** Cotización para mantenimiento del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.
- ANEXO 08.** Recomendaciones de mezclas para fluidos de corte.
- ANEXO 09.** Recomendaciones para la adquisición y uso de los fluidos de corte.
- ANEXO 10.** Cálculo del volumen de fluido de corte necesario para la prestación de servicios del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y Torno VIWA VTC 1640-T400.
- ANEXO 11.** Manual de usuario del Software COSMEC.
- ANEXO 12.** Diagrama entidad – relación del Software COSMEC.

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Prestación de servicios de los laboratorios del DECEM.....	4
Tabla 2. Número de empresas que utilizan procesos de maquinado con arranque de viruta.	8
Tabla 3. Actividades primarias y secundarias.	17
Tabla 4. Driver alternativos para asignar costos en las actividades.	19
Tabla 5. Asignación del costo de las actividades mediante drivers hacia los problemas.....	20
Tabla 6. Herramientas básicas utilizadas para el Centro de Mecanizado FADAL VMC 306.....	25
Tabla 7. Herramientas básicas utilizadas para el Torno CNC VIWA VTC 1640 – T400.	26
Tabla 8. Vida útil de los consumibles para el Centro de Mecanizado FADAL VMC3016.....	27
Tabla 9. Vida útil de consumibles para el Torno VIWA VTC 1640 – T400.....	28
Tabla 10. Costo de consumibles anuales sugeridos para el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.....	29
Tabla 11. Costo de consumibles anuales sugeridos para el Torno VIWA VTC 1640- T400.....	29
Tabla 12. Perfil de funciones de los empleados del Laboratorio y cantidad de horas de dedicación.....	31
Tabla 13. Vida útil de activos fijos.	34
Tabla 14. Elementos del mantenimiento preventivo anual del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.....	36
Tabla 15. Elementos del mantenimiento preventivo anual del Torno VIWA VTC 1640 – T400.....	36

Tabla 16. Materiales en el mercado local.	38
Tabla 17. Industrias manufactureras del Cantón Quito – 2012.	42
Tabla 18. Industrias Manufactureras del Cantón Rumiñahui.	43
Tabla 19. Procesos de mecanizado que demanda el mercado local.	53
Tabla 20. Requerimientos del mercado local.	54
Tabla 21. Matriz FODA del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.	57
Tabla 22. Variables para la elaboración del presupuesto de Mecanizado CNC.	66
Tabla 23. Resumen de costo de actividades para el mecanizado CNC.	88
Tabla 24. Costos de hora máquina del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.	90
Tabla 25. Costos de hora máquina para el Torno VIWA VTC 1640 – T400.	91
Tabla 26. Datos de operaciones para la elaboración de un Molde de Inyección - Cavidad Teléfono.	108
Tabla 27. Costo de las operaciones para el mecanizado del Molde de Inyección- Cavidad Teléfono.	109
Tabla 28. Costo de consumibles necesarios para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavidad Teléfono.	110
Tabla 29. Costo de la mano de obra necesaria para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavidad teléfono.	111
Tabla 30. Costo del material necesario para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavidad Teléfono.	112
Tabla 31. Costo de actividades complementarias para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavidad Teléfono.	112
Tabla 32. Resumen de costos para el mecanizado del Molde de Inyección Cavidad - Teléfono.	113

Tabla 33. Peso en porcentajes respecto al número total de horas invertidas en la elaboración del Molde de Inyección Cavidad – Teléfono.	114
Tabla 34. Costo de operaciones para el torneado de la Pieza de Ajedrez.	119
Tabla 35. Costo de consumibles para el torneado de la Pieza de Ajedrez.	120
Tabla 36. Costo de mano de obra necesaria para el torneado de la Pieza de Ajedrez.	120
Tabla 37. Costo del material necesario para el torneado de la Pieza de Ajedrez.	121
Tabla 38. Costo de actividades complementarias para el torneado de la Pieza de Ajedrez.	121
Tabla 39. Resumen de Costos para el torneado de la Pieza de Ajedrez.	122
Tabla 40. Peso en porcentajes respecto al número total de horas invertidas en el torneado de la Pieza de Ajedrez.	122
Tabla 41. Inversiones iniciales para la prestación de servicios en el Laboratorio de Procesos de manufactura del DECEM (AÑO 0).	125
Tabla 42. Porcentajes de Inflación del Ecuador - 2013.	126
Tabla 43. Análisis y proyecciones financieras del proyecto.	129
Tabla 44. Flujo de caja para cálculo del VAN.	136
Tabla 45. Indicadores Económicos – Financieros para la prestación de servicios del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.	140

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Centro de mecanizado FADAL VMC 3016 del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.	7
Figura 2. Torno VIWA VTC 1640-T400 del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.	7
Figura 3. Número de empresas que utilizan procesos de mecanizado con arranque de viruta	9
Figura 4. Tipos de maquinarias usados en los procesos con arranque de viruta importantes	9
Figura 5. Costeo ABC para el mecanizado de un eje.	23
Figura 6. Principales servicios que ofrecen las empresas.	45
Figura 7. Unidades para la medición de producción en las empresas.	45
Figura 8. Formas de promocionar productos o servicios en el medio local.	46
Figura 9. Principales elementos que producen las empresas por mecanizado.	47
Figura 10. Maquinaria manual que poseen las empresas locales.	48
Figura 11. Maquinaria automática más utilizada en las empresas locales.	48
Figura 12. Maquinaria CNC más utilizada en las empresas locales.	49
Figura 13. Materiales más utilizados para el mecanizado por arranque de viruta en el mercado local.	50
Figura 14. Procesos de corte más utilizados en el mercado local.	51
Figura 15. Empresas en el mercado local que dan capacitaciones al personal.	55
Figura 16. Frecuencia con la que se da capacitaciones al personal.	55
Figura 17. Empresas que no dan capacitación al personal en el mercado local.	56

Figura 18. Pantalla de inicio del Software COSMEC.....	97
Figura 19. Pestaña de Configuración para añadir usuarios y configurar parámetros del Software COSMEC.	97
Figura 20. Pestaña de Registros del Software COSMEC.....	98
Figura 21. Formato para el registro de Máquinas. Software COSMEC.	99
Figura 22. Pantalla Registros, Máquinas, Administrar. Software COSMEC.....	100
Figura 23. Pantalla Registro, Máquinas, Listado de Costos. Software COSMEC.	100
Figura 24. Pantalla de Cotización, Nueva. Software COSMEC	101
Figura 25. Pantalla Cotización, Buscar. Software COSMEC.	102
Figura 26. Pantalla Reportes, Máquinas. Software COSMEC.	103
Figura 27. Pantalla Aplicaciones, Buscar. Software COSMEC.....	104
Figura 28. Pantalla Configuración, Usuarios, Nuevo. Software COSMEC.....	105
Figura 29. Pantalla Configuración, Usuarios, Administrar. Software COSMEC.	105
Figura 30. Pantalla Configuración, General, Vida útil. Software COSMEC.....	106
Figura 31. Pantalla Configuración, General, Parámetros. Software COSMEC.	106
Figura 32. Molde de Inyección - Cavidad Teléfono.	107
Figura 33. Cálculo del número total de horas para la elaboración del Molde de Inyección Cavidad – Teléfono.....	113
Figura 34. Datos del cliente a ser llenados por el cotizador.	115
Figura 35. Datos del pedido a ser llenado por el cotizador.....	115
Figura 36. Operaciones que deben ser agregadas por el cotizador.	115
Figura 37. Operaciones Agregadas para la cotización en el Software COSMEC.	116
Figura 38. Ejemplo de detalle interno de cotización realizada en el software COSMEC.....	117

Figura 39. Ejemplo de cotización (Molde de Inyección Cavidad - Teléfono)
hecha en el programa COSMEC..... 118

Figura 40. Cálculo del número total de horas para la elaboración de la Pieza
de Ajedrez. 121

ÍNDICE DE ECUACIONES.

Capítulo 2.

(Ec. 2. 1).....	28
(Ec. 2. 2).....	32
(Ec. 2. 3).....	33

Capítulo 4.

(Ec. 4. 1).....	68
(Ec. 4. 2).....	69
(Ec. 4. 3).....	71
(Ec. 4. 4).....	71
(Ec. 4. 5).....	73
(Ec. 4. 6).....	74
(Ec. 4. 7).....	74
(Ec. 4. 8).....	76
(Ec. 4. 9).....	77

Capítulo 6.

(Ec. 6. 1).....	131
(Ec. 6. 2).....	132
(Ec. 6. 3).....	134
(Ec. 6. 4).....	137

SIMBOLOGÍA.

A: Consumo de agua de las máquinas.

C: costo de la capacitación anual.

Ca: Costo de agua.

Cca: Costo de capacitaciones

C_{CMF}: Costo total del centro de mecanizado FADAL VMC 3016.

Ce: Costo de la energía eléctrica.

Cfl: Costo de Fluido de Corte.

Ch: Costo de la herramienta.

CL: Costo de almacenamiento de productos terminados.

CM: Costo de Mantenimiento.

Cm: Costo inicial y de depreciación de la máquina.

Cma: costo anual de mantenimiento preventivo.

Cmax: Costo máximo de mantenimiento correctivo.

Cmc: Costo de mantenimiento correctivo.

Cmin: Costo mínimo de mantenimiento correctivo.

CMO: Costo de la mano de obra directa.

Cmp: Costos de mantenimiento preventivo.

Csg: Costo de servicios generales.

C_{TV}: Costo total del Torno VIWA VTC 1640-T400.

D: Valor promedio de arriendo de una bodega en Sangolquí.

Dh: Depreciación de la herramienta.

DM: Depreciación de la máquina.

Ef: Energía utilizada por la máquina.

Fp: Factor de producción.

H: horas laborables en el año = 1920 h

hea: número de horas efectivas que trabajará la máquina durante el año = 1920 h

Hs: porcentaje de horas de servicio.

M: Metros cuadrados que ocupa un determinado elemento.

MOD: Salario de la mano de obra directa.

n: número de itens.

nis: Número de insertos sugeridos.

Pf: Precio de servicio de la máquina.

Pmc: presupuesto sugerido de mantenimiento correctivo.

s: Representa la prima anual promedio de seguros

Vm: Vida esperada de la máquina.

Voh: Valor inicial de las herramientas.

VoM: Valor inicial de las máquina.

Vp: vida útil de la máquina.

Vtl: Costo de aceite para Taladrina.

Vuf: Vida útil de los insertos de acuerdo al número de filos.

RESUMEN.

El presente Proyecto realiza el análisis de costos para la prestación de servicios externos del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y del Torno VIWA VTC 1640 - T400 del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM. Además, presenta el desarrollo de un software mediante herramientas de programación y calculará el costo de máquinas ingresadas en la base de datos; esto permitirá realizar cotizaciones para mecanizar elementos solicitados por clientes. Asimismo, Describe el entorno actual del Laboratorio y los servicios que se prestan en el mismo, se plantea la problemática, se establecen los objetivos general y específicos, así como también la justificación y alcance del mismo. En el marco teórico, se menciona la forma en la que se analizarán los costos de las máquinas objeto de estudio y los criterios con los que se desarrollará el software. También, se realiza un estudio de la oferta y la demanda de procesos de mecanizado con arranque de viruta en el mercado local y un análisis FODA para el Laboratorio. Además, se hacen los cálculos correspondientes a los costos de mecanizado en las máquinas en cuestión y un análisis económico-financiero del proyecto.

Palabras clave:

Procesos de Manufactura, Costos de Mecanizado, Software de Costos de Mecanizado, Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016, Torno VIWA VTC 1640-T400.

ABSTRACT.

This Project makes a cost analysis to provide external services with The Machining Center FADAL VMC 3016 and The Lathe VIWA VTC 1640 – T400 of the DECEM's Manufacturing Processes Laboratory. Also, it presents the development of a software, using programming and graphic design tools, which will calculate the cost of the machines entered in the software database; it will allow to make quotations for external customers to mechanize elements. Likewise, the project describes the current environment of the Laboratory and the services provided, the general and specific objectives, the justification and the scope. In the theoretical framework are mentioned how the machine's costs are calculated and the criteria in which the software will be developed. Also, is made a market study and a SWOT analysis for the Laboratory. Besides it, the costs related to the machines mentioned are calculated and also the economic and financial analysis of the project are made.

Key Words:

Manufacturing Process, Machining Costs, Software of Machining Costs, Machining Center FADAL VMC 3016, Lathe VIWA VTC 1640-T400.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES.

1.1 Antecedentes.

La industria metalmecánica en el Ecuador tuvo sus inicios en influencias extranjeras, que trajeron sus conocimientos basados en la experiencia y el criterio, con procedimientos repetitivos y aplicados a todos los productos con parámetros semejantes. Se puede decir, entonces que este tipo de industrias (metalmecánicas), se han venido desarrollando con constructores experimentados y empiristas, con pocos respaldos científicos y basados únicamente en el buen criterio y que, en algunos casos resultan ser inconvenientes y poco aplicables, por el gran desperdicio de recursos que generaban y considerando la poca información de la que se disponía y la casi nula ingeniería que se aplicaba.

“El sector metalmecánico en el Ecuador, integra a muchos otros sectores productivos del país, debido a que la producción de muchos de los bienes destinados para la industria, requieren en gran medida de partes y piezas producidas por el sector metalmecánico, el mismo que provee de productos básicos y de la construcción, minería, gas, minerales y equipos eléctricos, además está relacionado con el sector textil, maderero, de imprentas, e incluso con el sector alimenticio” (ProEcuador, 2013).

El sector de la metalmecánica abarca muchas actividades productivas como la fundición, la soldadura y los tratamientos químicos de diferentes superficies.

La industria metalmecánica se divide en varios subsectores (ProEcuador, 2013):

- Metálicas básicas.
- Productos metálicos.
- Máquinas no eléctricas.
- Material de transporte y carrocería.
- Bienes de capital.

Dentro de estos subsectores, destacan los siguientes productos:

- Cubiertas metálicas.
- Tuberías.
- Perfiles estructurales.
- Perfiles laminados.
- Invernaderos viales.
- Sistemas metálicos.
- Varilla de construcción.
- Alcantarillas.
- Productos viales.
- Señalización.

- Línea blanca.

Además, según el “Análisis sectorial de metalmecánica” elaborado por PRO ECUADOR, las principales industrias metalmecánicas están ubicadas en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Guayas, Azuay y Loja, donde se ha desarrollado con mucho éxito la actividad metalmecánica, ofreciendo así una amplia gama de productos y servicios a las industrias relacionadas con este sector.

En la provincia de Pichincha, el DECEM, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, ubicada en Sangolquí, posee laboratorios que datan del año 1980 y se dividen en:

- CAD/CAM: para diseño y manufactura asistida por computador.
- Máquinas y Herramientas: diseño y procesos de manufactura.
- Mecanismos: diseño de mecanismos y análisis de vibraciones.
- Metalurgia: ensayos metalográficos y fundición.
- Metrología: medición de longitudes.
- Motores de combustión interna: caracterización de motores.
- Termodinámica: procesos de transformación de energía térmica.
- Sistemas hidráulicos y neumáticos: diseño con elementos hidráulicos y neumáticos.
- Mecánica de materiales: determinación de las características mecánicas de los materiales.

- Energías alternativas: energía solar, eólica, geotérmica.
- Servomecanismos.
- Instrumentación.
- Robótica.

La tabla 1, muestra los diferentes tipos de servicios que prestan los laboratorios del DECEM:

Tabla 1. Prestación de servicios de los laboratorios del DECEM.

Laboratorio.	PRESTACIÓN DE SERVICIOS.			Descripción de Ensayos.
	Externos	Académicos	Investigación	
CAD / CAM / CAE	No	Si	No	
Máquinas y Herramientas	Si	Si	No	Calificación de Soldadores. Ensayos de doblado de probetas dobladas. Ensayo micrográfico de soldadura. Inspección visual de juntas soldadas. Certificación de carrocerías de vehículos de servicio público. Calificación de talleres de fabricación de carrocerías.
Mecanismos	No	Si	No	
Metalurgia	No	Si	No	
Metrología	Si	Si	No	Verificación y calibración de pies de rey, micrómetros, escuadras universales, goniómetros. Dureza de materiales metálicos.

Elaborado por: Edwin Pasaca

Continúa.....

Fuente: Vicerrectorado de investigación y vinculación con la colectividad ESPE.

Laboratorio.	PRESTACIÓN DE SERVICIOS.			Descripción de Ensayos.
	Externos	Académicos	Investigación	
Metalurgia	No	Si	No	
Metrología	Si	Si	No	Verificación y calibración de pies de rey, micrómetros, escuadras universales, goniómetros. <hr/> Dureza de materiales metálicos.
Motores de combustión interna	Si	Si	Si	Pruebas de experimentación de motores a gasolina y diesel. <hr/> Pruebas de combustión continua. GLP, aceites combustibles livianos y en general de baja volatilidad.
Motores de combustión interna	Si	Si	Si	Pruebas de diagnóstico de motores a gasolina y diesel; Pruebas de Compresión. <hr/> Peritajes técnicos de motores de combustión interna. <hr/> Calibración de manómetros. <hr/> Calibración de termómetros.
Termodinámica	Si	Si	No	Determinación de poder calórico de combustible. <hr/> Impacto en metales.
Mecánica de materiales	Si	Si	No	Tracción en acero. <hr/> Impacto en metales. <hr/> Doblado en juntas soldadas. <hr/> Calibración de torquímetros.

Elaborado por: Edwin Pasaca

Continúa.....

Fuente: Vicerrectorado de investigación y vinculación con la colectividad ESPE.

Laboratorio.	PRESTACIÓN DE SERVICIOS.			Descripción de Ensayos.
	Externos	Académicos	Investigación	
Energías no convencionales.	No	Si	Si	
Servomecanismos.	No	Si	No	
Instrumentación.	No	Si	No	
Robótica.	No	Si	No	

Elaborado por: Edwin Pasaca

Continúa.....

Fuente: Vicerrectorado de investigación y vinculación con la colectividad ESPE.

Como se mencionó con anterioridad, el laboratorio de procesos de manufactura del DECEM data del año 1980, y cuenta con secciones como: soldadura, doblado, cizallado, prototipado y mecanizado. Dentro de la sección de mecanizado se dispone de máquinas como: tornos, fresadoras y rectificadoras manuales. Además, dentro de los equipos CNC se cuenta con: un Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y un Torno VIWA VTC 1640 – T400.



Figura 1. Centro de mecanizado FADAL VMC 3016 del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.



Figura 2. Torno VIWA VTC 1640-T400 del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

Por otro lado, según la encuesta realizada en el mercado local por parte del ingeniero Patricio Riofrío, docente de la ESPE, en una de las preguntas hace referencia a los procesos de manufactura que utilizan las

empresas en sus actividades productivas, e indaga que procesos de manufactura por arranque de viruta son los más utilizados; y presenta los siguientes resultados:

Tabla 2. Número de empresas que utilizan procesos de maquinado con arranque de viruta.

PROCESO	NÚMERO DE EMPRESAS	
	SI USA	NO USA
Torneado	35	9
Fresado	26	18
Taladrado	38	6
Cepillado	15	29
Aserrado	11	33
Esmerilado Plano	16	28
Esmerilado Cilíndrico	11	33
Pulido	9	35
Rectificado	10	34
Centro de Mecanizado	11	33
Otros	8	36
Ningún Proceso		6

Fuente:(Riofrío, 2012)

En la tabla se observa claramente que los procesos de mecanizado con arranque de viruta más utilizados son: el taladrado, el torneado y el fresado; mientras que los demás procesos son utilizados en menor cantidad por las empresas, como lo muestra la figura 3.



Figura 3. Número de empresas que utilizan procesos de mecanizado con arranque de viruta

Fuente:(Riofrío, 2012)

La figura 4 que se muestra a continuación, da una idea más clara del tipo de maquinaria utilizada para los procesos de taladrado, torneado y fresado.

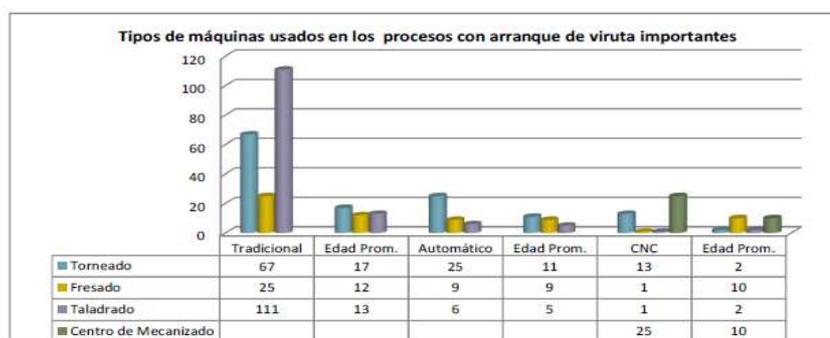


Figura 4. Tipos de maquinarias usados en los procesos con arranque de viruta importantes.

Fuente:(Riofrío, 2012)

Como se observa en la figura 4 las máquinas más utilizadas en los procesos con arranque de viruta, son las máquinas tradicionales, mientras

que las máquinas automáticas y CNC son menos utilizadas, probablemente por las altas inversiones en tecnología y equipamiento que éstas necesitan.

Ya que en el mercado no existe mucha maquinaria CNC es necesario impulsar el servicio de las máquinas CNC con las que cuenta el Laboratorio de Procesos de Manufactura y para ello lo primero que se debe realizar es el costeo de las mismas, lo que facilitará la prestación de servicios en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

1.2 Definición del problema.

La Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE en la actualidad tiene la política de generar recursos económicos. Una de las maneras de obtener los mismos es mediante la prestación de servicios externos. El Laboratorio de Procesos de Manufactura de la ESPE cuenta con maquinaria para este propósito. Por lo cual surge la necesidad de implementar el Análisis de Costos de prestación de servicios del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y Torno VIWA VTC 1640 – T400 del Laboratorio de procesos de manufactura del DECEM.

Sin embargo, y aunque el laboratorio presta servicios esporádicamente, el costeo de los mismos se realiza de forma elemental y empírica; es decir, sin tomar en cuenta todos los criterios técnicos que

intervienen al momento de mecanizar un determinado elemento en el Torno VIWA VTC 1640-T400 y en el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.

1.3 Objetivos.

1.3.1 General.

Determinar de manera técnica y real los costos de mecanizado del Torno VIWA VTC 1640-T400 y el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016, del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, para la prestación de servicios externos.

1.3.2 Específicos.

- Definir los requerimientos del mercado local, a través de encuestas realizadas a empresas que utilizan el mecanizado con arranque de viruta, para la elaboración de sus productos o servicios.
- Establecer las diferentes variables que intervienen en el costeo de mecanizado con arranque de viruta del Torno VIWA VTC 1640-T400 y el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.
- Analizar oferta y demanda de los procesos de mecanizado con arranque de viruta del laboratorio de Procesos de Manufactura, FODA.

- Desarrollar un software para establecer los costos del maquinado con arranque de viruta: Torno VIWA VTC 1640-T400 y Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.
- Elaborar un manual de usuario para el software.
- Realizar simulaciones y comparar con costeo externo para validar los resultados del software.

1.4 Alcance.

El desarrollo del software permitirá tener conocimientos más exactos para determinar costos en la prestación de servicios del proceso de mecanizado con arranque de viruta del Torno VIWA VTC 1640-T400 y Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016. Además será un programa piloto que podrá implementarse en un futuro para el resto de laboratorios.

1.5 Justificación.

Actualmente en el mercado de la industria metalmecánica no se ha encontrado mecanismos y/o técnicas estandarizadas para elaborar un costeo detallado de los servicios de mecanizado, debido a que las personas que prestan este tipo de servicios, en su gran mayoría, no cuentan con la capacitación necesaria para proporcionar proformas reales del servicio, es decir, se evalúa el costo de forma elemental y empírica. No se toman en cuenta los criterios técnicos que se involucran al momento de maquinar un

determinado elemento en operaciones tipo de los procesos de mecanizado por arranque de viruta.

Del mismo modo, es importante tener en cuenta que dentro de las funciones de la ESPE están, la docencia, investigación, la vinculación con la colectividad y transferencia de tecnología; parte de esta última es la prestación de servicios. En el plan estratégico institucional, entre las políticas se encuentra la vinculación con la colectividad y nos dice: *“se impulsará planes, programas y proyectos de servicio a la colectividad que contribuyan a la solución de sus problemas, con proyección a nivel nacional”*.

Por tal motivo surge el presente proyecto, siendo su principal enfoque la determinación de costos para la prestación de servicios de mecanizado con arranque de viruta: Torno VIWA VTC 1640-T400 y Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016, mediante el desarrollo de un software, basado en criterios técnicos que intervienen en el mecanizado de un determinado elemento; los impactos que se esperan obtener con esta propuesta son organizativos y financieros para el mejoramiento institucional.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Introducción.

Los procesos de manufactura describen la transformación de la materia prima en productos terminados para su posterior comercialización. Tecnológicamente, se puede decir que es la aplicación de procesos químicos y/o físicos que alteran la geometría, propiedades o el aspecto de un determinado elemento, para elaborar partes y/o productos determinados que incluye también el ensamblaje de partes múltiples para fabricar productos terminados. Para realizar estos procesos se involucra una combinación de máquinas, herramientas, trabajo manual y energía.

Económicamente los procesos de manufactura son la transformación de la materia prima en artículos de mayor valor, a través de operaciones o procesos de ensamble, es decir, que los procesos de manufactura agregan mayor valor al material original (Groover, 2005).

2.2 Costeo basado en actividades (ABC).

“Este tipo de costeo cuantifica las actividades productivas, administrativas y comerciales necesarias en la gestión, operación y comercialización de bienes y servicios. En este sistema, las bases de asignación utilizadas en la fijación de los costos indirectos y algunos gastos

son unidades de medidas determinadas por las actividades más significativas realizadas durante el proceso productivo” (Zapata, 2007).

Es decir, el costeo ABC determina las actividades que se realizan, cuánto cuestan y el valor que agregan al producto. La asignación de estos costos indirectos, se realiza en las siguientes etapas:

- Se acumulan los costos indirectos y toman el nombre de actividades.
- Los costos indirectos se asignan a los productos o servicios.
- Finalmente, se integran los costos directos e indirectos y se obtienen los costos totales.

Una actividad describe qué hace la empresa, la forma en que el tiempo se consume y las salidas o productos que resultan de dicha actividad; la función principal de las actividades es convertir recursos (como materiales, mano de obra, tecnología), en productos o salidas.

2.2.1 Objetivos del costeo ABC

Este sistema tiene los siguientes objetivos (Zapata, 2007):

- Obtener información precisa sobre el costo de las actividades y procesos, optimizando el uso de los recursos y dando a la organización una orientación hacia el mercado.

- Ser una medida de desempeño que permita mejorar los objetivos de satisfacción y eliminar el desperdicio en actividades operativas y administrativas.
- Proporcionar información para la planeación del negocio, determinar utilidades, control y reducción de costos y toma de decisiones estratégicas.

2.2.2 Tipos de actividades en el costeo ABC.

En el costeo ABC las actividades se clasifican de las siguientes formas:

Por la frecuencia:

- **Recurrente:** es la que hace la organización sobre una base continua, se compone de una entrada, una salida y un producto.
- **Periódica y eventual:** es la que ocurre una vez específicamente para proyectos únicos y con frecuencia afecta a varios departamentos.

Por la importancia:

- **Primaria:** contribuye directamente a la misión de un departamento o unidad organizativa.
- **Secundaria:** apoya las actividades primarias de la organización.

En la siguiente tabla se muestra ejemplos de actividades primarias y secundarias.

Tabla 3. Actividades primarias y secundarias.

ACTIVIDADES PRIMARIAS	ACTIVIDADES SECUNDARIAS
Llamar a clientes actuales	Mantenimiento de archivos
Adquirir materiales	Recepción de bodegas y almacenaje
Facturar al cliente	Preparar y limpiar el computador
Cobrar cuentas pendientes	Preparar plan de visitas
Promocionar el producto	Entrevistas, elaboración de formatos
Procesar el producto	Trasladar materiales a las máquinas
Entregar cheques a beneficiarios	Sellar y verificar presencia de firmas autorizadas
Seleccionar y capacitar personal	Entrevistas y evaluación e pruebas escritas.
Tomar decisiones gerenciales	Estudiar opciones viales y factibles

Fuente:(Zapata, 2007)

Objetos del costo.

El objeto del costo es el elemento final para el cual se hace la acumulación de costos, esto quiere decir, que es todo aquello que queremos medir por su costo final o provisional (Zapata, 2007).

Son objetos finales de costos, los productos y servicios que una empresa suministra a sus clientes.

Y son objetos provisionales aquellos cuyos costos se acumulan para luego ser imputados en todas las direcciones dentro de una empresa.

2.2.3 Inductores del costo de actividades.

Los inductores del costo de actividades son una medida cuantitativa de lo que se invierte de un determinado recurso en una actividad.

Para que los inductores (driver) sean eficaces deben reunir tres condiciones (Zapata, 2007):

- Constantes, deben permanecer dentro de un tiempo específico, a fin de poder efectuar comparaciones de costos de un periodo a otro.
- Oportunos, es decir, deben responder a las exigencias del momento.
- Medibles, puesto que a través de ellos se harán las asignaciones entre las actividades hasta los productos u objetos del costo.

En la tabla 4 se muestran la relación de los recursos con las actividades a través de parámetros.

Tabla 4. Driver alternativos para asignar costos en las actividades.

RECURSOS.	PARÁMETROS DE ASIGNACIÓN.
Maquinaria, equipo, tecnología, depreciación, mantenimiento y reparaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Horas máquina usadas en la actividad. • Costo de la máquina, equipo y tecnología. • Tiempo del proceso. • Tiempo de ciclo productivo.
Edificio e instalaciones físicas, su depreciación, mantenimiento y reparaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Área ocupada en metros cuadrados por actividad.
Vehículos, depreciación, mantenimiento y reparaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de los vehículos. • Horas de utilización por actividad. • Kilómetros recorridos.
Suministros de oficina, limpieza de fábrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad consumida por actividad. • Costo de los suministros.
Servicio públicos de agua y telefonía.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad (según tipo de servicio) consumida efectivamente en la actividad.
Sistema de información.	<ul style="list-style-type: none"> • Horas / máquina.
Impuesto a la propiedad.	<ul style="list-style-type: none"> • Área ocupada por las actividades, en metros cuadrados.
Arriendos de espacios físicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Área ocupada por las actividades en metros cuadrados o cúbicos.
Energía eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de kilovatio / hora que consume cada actividad.
Combustibles y lubricantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de galones que usan las actividades.

Fuente: (Zapata, 2007)

En la tabla 5 se muestra la asignación de costo de las actividades a través del uso de los drivers hacia los problemas.

Tabla 5. Asignación del costo de las actividades mediante drivers hacia los problemas.

ACTIVIDADES	INDUCTORES O DRIVER.
Facturación.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de facturas expedidas por cada tipo de productos. • Frecuencia de los tipos de productos en las facturas. • Monto de las ventas. • Costo primo de producción.
Preparación del producto.	<ul style="list-style-type: none"> • Costo primo de producción. • Número de unidades por cada lote de productos.
Expedir órdenes de compra de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de los materiales. • Número de pedidos por cada tipo de productos.
Atención al cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de visitas personales por tipo de producto. • Cantidad de quejas o reclamos por tipo de producto.
Selección y reclutamiento del personal.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de obreros por tipo de producto. • Número de horas laboradas en los obreros por cada tipo de producto. • Costo de la mano de obra directa.
Gestiones bancarias por préstamos.	<ul style="list-style-type: none"> • Costo primo directo de producción por tipo de producto.

Fuente: (Zapata, 2007)

Continúa.....

ACTIVIDADES	INDUCTORES O DRIVER.
Control de permanencia y productividad del personal.	<ul style="list-style-type: none"> Número de obreros que intervienen directamente en el proceso productivo. Tiempo utilizado por los obreros en la producción de cada tipo de productos.
Toma de decisiones gerenciales	<ul style="list-style-type: none"> Costo de producción. Grado de complejidad en la elaboración de los tipos de producto. Cantidad de unidades por tipo de producto.
Llamadas a clientes actuales.	<ul style="list-style-type: none"> Monto de ventas por cada tipo de producto. Número de llamadas por cada tipo de producto.
Promocionar los productos.	<ul style="list-style-type: none"> Monto de ventas por cada tipo de producto. Horas de promoción.
Mantenimiento y reparación de las máquinas.	<ul style="list-style-type: none"> Número de máquinas asignadas a cada tipo de productos. Costo de las máquinas por producto.

Fuente: (Zapata, 2007)

Este sistema exige asignar los costos indirectos de fabricación y los gastos del periodo usando direccionadores; de este modo cada producto u objeto, además de recibir todos los costos directos requeridos en el desarrollo del mismo, se le asignaran los costos causados por los procesos operativos y comerciales – administrativos, es decir los costos indirectos de fabricación.

2.2.4 Etapas para implementar y organizar el costeo ABC.

Este modelo posee dos etapas:

- Etapa previa.

En esta etapa se deben seguir los siguientes pasos:

1. Determinar si es factible y conveniente poner en marcha el costeo ABC.
 2. Definir el alcance del proyecto.
 3. Organizar el equipo encargado del proyecto del costeo ABC.
 4. Capacitar debidamente a los miembros del equipo del costeo ABC.
 5. Socializar las ventajas a fin de comprometer a los miembros de la empresa.
- Etapa decisiva: Implementación.

En esta etapa se deben seguir los siguientes pasos.

6. Diagnóstico preliminar.
7. Análisis de los procesos.
8. Inventario y flujo de las actividades.
9. Analizar si cada actividad identificada en el inventario agrega valor o no.
10. Contabilización de los costos directos e indirectos.
11. Asignación de los recursos directos de los objetos del costo.
12. Asociación de los recursos indirectos con las actividades.
13. Asignación del costo de las actividades a los productos.
14. Determinación de costos totales.
15. Análisis e interpretación de resultados del costeo ABC.

En la siguiente figura se muestran las fases del costeo ABC, aplicadas para calcular el costo de torneado un eje.

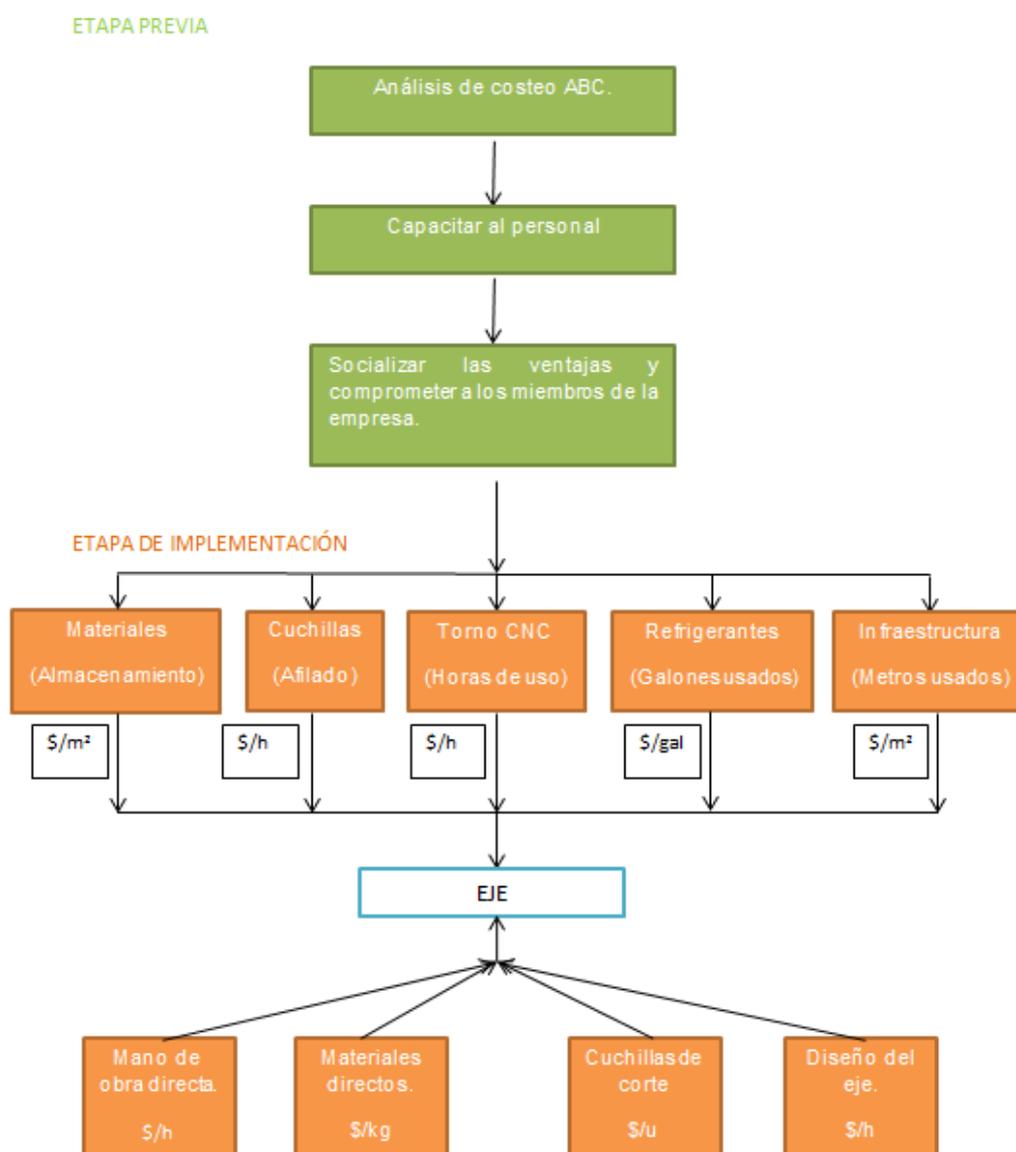


Figura 5. Costeo ABC para el mecanizado de un eje.

2.3 Costos influyentes en el Centro de Mecanizado FADAL VCM 3016 y Torno VIWA VTC 1640-T400.

En la planeación de un proceso de manufactura, evaluar el costo es vital. Se puede decir que el costo total de un producto está dado por las siguientes categorías:

- Costos directos.
- Costos indirectos.

Además, existen costos que se denominarán independientes; ya que los mismos no dependen de estas máquinas. A continuación se explicará en qué consiste cada uno de los costos mencionados.

2.3.1 Costos directos.

Los costos directos son aquellos que se asociación directamente con la producción de un solo producto, como por ejemplo el costo del material, costo de la herramienta, mano de obra directa, diseño (S. Kalpakjian, 2008).

- **Costo de la herramienta.**

Los costos de herramientas en los procesos de mecanizado, varían según la máquina. Para optimizar el proceso de mecanizado, es fundamental saber escoger adecuadamente las herramientas de corte que cumplan con rendimiento satisfactorio a lo largo de su vida útil. Y para esto se deben tomar en cuenta aspectos como: material de la pieza a maquinar, tipo de corte y

parámetros de corte: la velocidad, el avance y profundidad; en el Anexo 02 se encuentran algunas recomendaciones de velocidades de corte con herramientas de acero rápido. A continuación se muestran las tablas con los precios de las herramientas básicas para el Centro de mecanizado FADAL VMC 3016 y el Torno VIWA VTC 1640-T400 (Ver Anexo 03).

Tabla 6. Herramientas básicas utilizadas para el Centro de Mecanizado FADAL VMC 306.

TIPO	Descripción	Aplicaciones	Cant.	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$/año)
HERRAMIENTAS - SUJETADORES	Cono BT – 40 porta Roseta-27	-----	1	90,28	90,28
	Cono BT – 40 porta Roseta-22	-----	1	90,28	90,28
	Cono BT – 40 Weldo 25	-----	1	75,00	75,00
	Cono BT – 40 porta pinzas ER32	-----	1	90,00	90,00
	Pullstud (tirantes) a 45°	-----	6	10,27	61,62
	Set de pinzas ER 32 (18 piezas) 3 – 20 mm	-----	1	225,00	225,00
	Fresa para planear LT 610-M-W-D80/6	Fresa para planar	1	582,00	582,00
	Fresa de escuadra LT730-M-W-D50	Sujetador de escuadra	1	396,00	396,00
	Fresa de alto avance LT 900 W-W-D25/3 Roseta	Desbaste de alto avance	1	349,00	349,00
	Fresa de alto avance LT 900 M-W-D250/6 Roseta	Desbaste de alto avance	1	571,00	571,00
	Fresa de ranurado LT720 W-W-D16/2	Ranurado	1	224,00	224,00
	Fresa de ranurado LT720 W-W-D25/3	Ranurado	1	238,00	238,00
TOTAL				2992,18	2992,18

Fuente: (BEREZIAK, 2013)

Continúa.....

TIPO	Descripción	Aplicaciones	Cant.	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$/año)
CONSUMIBLES					
ÚTILES DE CORTE	Insertos SEKT 12T3 AGSN LT 30	Chaflanado	---	10,84	---
	Insertos APKT 1604 PDRT LT 30	Fresado 45° multipropósito	---	10,84	---
	Insertos APKT 160424 ER LT 30	Fresado 90° multipropósito	---	10,84	---
	Insertos SNKX 09T3 -HF	Planeado	---	17,67	---

Fuente: (BEREZIAK, 2013)

Tabla 7. Herramientas básicas utilizadas para el Torno CNC VIWA VTC 1640 – T400.

TIPO	Descripción	Aplicaciones	Cant.	Valor Unitario (\$)	Precio Total (\$/año)
ACCESORIOS					
HERRAMIENTAS - SUJETADORES	Portaherramienta MWLNR 2525 M08 exterior	Soporte para plaquitas 2525 M08	1	39,20	39,20
	Portaherramienta MTJNR 2525 M16 exterior	Soporte para plaquitas 2525 M16	1	39,20	39,20
	Portaherramienta MDJNR 2525 M15 exterior	Soporte para plaquitas 2525 M15	1	39,20	39,20
	Porta de tronzado y ranurado LT PNG-R 25-2.0	Soporte para ranurado, perfilado y acabado superficial	1	285,00	285,00
				TOTAL	402,60
CONSUMIBLES					
ÚTILES DE CORTE	Insertos WNMG 080408 NN LT10	Desbaste longitudinal	---	10,00	---
	Insertos TNMG 160404 NN LT10	Perfilado, Desbaste longitudinal	---	8,50	---
	Insertos TNMG 160408 NN LT 10	Perfilado, Desbaste longitudinal	---	8,50	---
	Insertos DNMG 150708 NN LT 10	Multipropósito	---	11,90	---

Fuente: (BEREZIAK, 2013)

El costo de consumibles para elaborar un determinado elemento será añadido de acuerdo con el número de insertos utilizados

para el mecanizado; considerando el valor en el mercado local de los mismos (Ver tablas 6 y 7).

Además, se sugiere un número de consumibles al año, considerando como vida útil de la herramienta 1 hora utilizando un factor de corrección para velocidades y avances de corte (SANDVIK, 2010). En las siguientes tablas se pueden evidenciar las formas y el número de horas de vida útil de los consumibles de acuerdo con el catálogo de insertos del fabricante.

Tabla 8. Vida útil de los consumibles para el Centro de Mecanizado FADAL VMC3016.

CONSUMIBLES	FORMA	Vida útil de acuerdo con el número de filos (horas)
Insertos SEKT 12T3 AGSN LT 30	Cuadrada	4,00
Insertos APKT 1604 PDRT LT 30	Diamante	2,00
Insertos APKT 160424 ER LT 30	Diamante	2,00
Insertos SNKX 09T3 -HF	Cuadrada	4,00

Fuente: (SANDVIK, 2010)

Tabla 9. Vida útil de consumibles para el Torno VIWA VTC 1640 – T400.

ITEM	FORMA	Vida útil de acuerdo con el número de filos (horas)
Insertos WNMG 080408 NN LT10	Triangular	3,00
Insertos TNMG 160404 NN LT10	Triangular	3,00
Insertos TNMG 160408 NN LT 10	Triangular	3,00
Insertos DNMG 150708 NN LT 10	Triangular	3,00

Fuente: (SANDVIK, 2010)

Para obtener el número de consumibles sugeridos al año se consideró también que son insertos multipropósito (las aplicaciones se pueden observar en las tablas 6 y 7; y se calcularán de la siguiente manera:

$$nis = \frac{1920}{Vuf \cdot n} \quad (\text{u/año}) \quad (\text{Ec. 2. 1})$$

Donde:

nis: Número de insertos sugeridos (u/año).

Vuf: Vida útil de los insertos de acuerdo al número de filos (h)

Horas laborables al año: 1920 h

Reemplazando en (2.1):

Para el Centro de Mecanizado FADAL:

$$nis = \frac{1920}{n \cdot Vuf} = \frac{1920}{4 \cdot 4} = 120 \quad (\text{u/año}); \quad nis = \frac{1920}{n \cdot Vuf} = \frac{1920}{4 \cdot 2} = 240 \quad (\text{u/año})$$

Para el Torno VIWA:

$$n_{is} = \frac{1920}{V_{uf} * n} = \frac{1920}{4 * 3} = 160(\text{u/año})$$

Calculado el número de consumibles anuales sugeridos para cada una de las máquinas, el costo de los mismos se pueden apreciar en las tablas 10 y 11, que se presentan a continuación.

Tabla 10. Costo de consumibles anuales sugeridos para el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Insertos SEKT 12T3 AGSN LT 30	120	10,84	1300,80
Insertos APKT 1604 PDRT LT 30	240	10,84	2601,60
Insertos APKT 160424 ER LT 30	240	10,84	2601,60
Insertos SNKX 09T3 -HF	120	17,61	2113,20
TOTAL (Unidades)	368	TOTAL (\$)	7804,80

Fuente: (BEREZIAK, 2013)

Tabla 11. Costo de consumibles anuales sugeridos para el Torno VIWA VTC 1640-T400.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Insertos WNMG 080408 NN LT10	160	10,00	1600,00
Insertos TNMG 160404 NN LT10	160	8,50	1360,00
Insertos TNMG 160408 NN LT 10	160	8,50	1360,00
Insertos DNMG 150708 NN LT 10	160	11,90	1904,00
TOTAL (Unidades)	640	TOTAL (\$)	6224,00

Fuente: (BEREZIAK, 2013)

El costo anual de los consumibles será utilizado posteriormente para realizar el análisis económico y financiero del presente proyecto (Ver Capítulo 6), mientras que el costo unitario será utilizado para la elaboración de cotizaciones (Ver Capítulo4).

- **Costo de mano de obra directa.**

Los costos de mano de obra directa comprenden el pago de salarios por la mano de obra encargada del proceso.

Según el Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, los salarios básicos en el sector metal mecánico, se encuentran listados en las tablas del Anexo 04.

Para este caso se deben considerar los salarios establecidos según la reglamentación de la universidad. Dichos salarios pueden ser constatados visitando la siguiente dirección electrónica:

http://www.espe.edu.ec/portal/files/ley_transparencia/archivos/DISTRIBUTIVO.pdf.

Donde se encuentra el listado distributivo de personal y sus respectivas remuneraciones.

La siguiente tabla muestra el detalle de los salarios y actividades del personal del presente proyecto.

Tabla 12. Perfil de funciones de los empleados del Laboratorio y cantidad de horas de dedicación.

Cargo del Personal	Actividades	MOD / MOI	Horas mensuales para c/actividad	Salario Total mensual (\$)
Laboratorista	Implementación del mantenimiento a las máquinas.	MOD	20	1121,74
	Operación de la maquinaria CNC.	MOD	60	
	Control de actividades del Laboratorio.	MOI	20	
	Inspección de productos terminados.	MOI	20	
	Diseño y Simulación CAM.	MOI	40	
Ing. Mecánico	Programación de las máquinas CNC	MOD	30	2000,00
	Planeación de actividades del Laboratorio.	MOI	20	
	Elaboración de cotizaciones	MOI	20	
	Promoción de servicios	MOI	10	
Asistente	Asistente de Mantenimiento	MOD	20	600,00
	Embalaje y almacenamiento de productos terminados.	MOI	30	
	Entrega de productos terminados	MOI	20	
	Operación de la maquinaria convencional.	MOD	30	
	Limpieza	MOI	20	

Fuente: Propia.

Para el cálculo del costo de la mano de obra directa se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{CMO} = \frac{\text{MOD}}{160} (\$/h) \quad (\text{Ec. 2. 2})$$

Donde:

CMO: Costo de la mano de obra directa (\$/h)

MOD: Salario de la mano de obra directa (\$/mes)

Horas laborables en el mes: 160 (h/mes)

Reemplazando en (2.2):

Laboratorista:

$$\text{CMO} = \frac{\text{MOD}}{160} = \frac{1121,74}{160} = 7,01 (\$/h)$$

Ing. Mecánico:

$$\text{CMO} = \frac{\text{MOD}}{160} = \frac{2000,00}{160} = 12,50 (\$/h)$$

Asistente:

$$\text{CMO} = \frac{\text{MOD}}{160} = \frac{600,00}{160} = 3,75 (\$/h)$$

Estos valores servirán para elaborar cotizaciones (Ver Capítulo 4).

2.3.2 Costos indirectos.

Son los que afectan al proceso productivo en general, de uno o más productos. Por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación. Los que se consideraran para este caso son la mano de obra indirecta, servicios generales, costo inicial y de operación de la máquina herramienta y mantenimiento.

- **Costos de mano de obra indirecta.**

Este costo incluye la mano de obra para preparación, inspección, manejo de materiales, afilado y reparación de herramientas. En el Anexo 06 se encuentran listados salarios básicos de sectores complementarios al sector metalmecánico de acuerdo con el Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador.

- **Costos de servicios generales.**

Estos costos incluyen los servicios de:

- Energía eléctrica.
- Agua.

- **Costo inicial y de depreciación de la maquinaria.**

Son costos indirectos en la producción y los términos más importantes son:

- Valor inicial (V_0).
- Vida útil (n).
- Vida esperada (V_m).
- Valor de depreciación (D).

El método de depreciación que se aplicará será el método de línea recta, ya que es el más utilizado por las empresas y se aplicará la siguiente ecuación:

$$D = \frac{V_0 - V_r}{n} \quad (\text{Ec. 2. 3})(\text{Lara})$$

Donde:

D = Depreciación.

V_0 = Valor inicial de la máquina.

V_r = Valor residual de la máquina.

n = Vida útil del activo fijo.

La vida útil de la maquinaria se determinará con la tabla expuesta a continuación.

Tabla 13. Vida útil de activos fijos.

ACTIVO FIJO.	VIDA ÚTIL (años).
Bienes inmuebles	20
Maquinaria y equipo	10
Vehículos y computadores	5
Herramientas en general	10

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador

El valor (ESPE, 2013), según el Departamento de Bienes de la ESPE, de la máquina FADAL VMC 3016 es de \$ 117.310,56 y del Torno VIWA VTC 1640 – T400 es de \$ 46.540,00; dichos valores serán utilizados para el cálculo posterior de costos en dólares por hora máquina.

Además se debe considerar que el valor residual de la máquina (V_r) para el sector público es igual al 10% del valor inicial de la máquina (V_o).

La vida espera de una máquina (V_m) es una suposición sobre la vida razonablemente esperada de una máquina. Esta suposición es basada en la experiencia.

- **Costos de mantenimiento.**

Es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar una determinada maquinaria a un estado específico. Los siguientes costos intervienen en el costo total de mantenimiento.

- Mano de obra (\$/h).
- Averías (\$/kit).
- Suministros (\$/máquina.).

Los costos de mantenimiento de la máquina FADAL VMC 3016 y del torno VIWA VTC 1600-T400 se calcularán mediante los manuales de mantenimiento entregados por los fabricantes. Dichos manuales recomiendan hacer un mantenimiento preventivo cada 4 meses, substituyendo los elementos listados en las tablas 14 y 15.

Tabla 14. Elementos del mantenimiento preventivo anual del Centro de Mecanizado FADAL VMC3016.

Herramienta.	Cant. Anual	Unidad. (u)	Valor Unitario (\$/u)	Valor total (\$)
Castrol Magda BD68 (1 gal)	3	gal	31,49	94,47
MOBIL SHC #32 grease (1 gal)	3	gal	17,29	51,87
External Filter. (1 gal)	3	gal	45,00	135,00
DOW FROST (refrigerante 1 gal)	3	gal	50,00	150,00
MOBIL DTE HEAVY MEDIUM (1 gal)	3	gal	116,00	348,00
HYDRAULIC OIL 32 (1 gal)	3	gal	13,97	41,91
UNI-LUBE 32 (5 gal)	1	caneca	71,58	71,58
Técnico	1	visita	600,00	600,00
Mano de obra				
Laboratorista	120	horas	7,01	841,20
Asistente	120	horas	3,75	450,00
TOTAL				2.784,03

Fuente:(FADAL, 2013)

Tabla 15. Elementos del mantenimiento preventivo anual del Torno VIWA VTC 1640 – T400.

Herramienta.	Cant. Anual	Unidad. (u)	Valor Unitario (\$/u)	Valor total (\$)
FANUC A02B-0200-K102	3	gal	16,50	49,50
Castrol Magda BD68	3	gal	31,49	94,47
MOBIL SHC #32 grease	3	gal	17,29	51,87
DOW FROST (refrigerante)	3	gal	50,00	150,00
Técnico	1	visita	600,00	600,00
Mano de Obra				
Laboratorista	120	horas	7,01	841,20
Asistente	120	Horas	3,75	450,00
TOTAL				2.237,04

Fuente: (VIWA, 2010)

Para el mantenimiento correctivo del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y del TORNO VIWA VTC 1640-T400, se debe considerar un presupuesto para sustituir partes dañadas o que hayan cumplido con su vida útil. Para esto se debe tomar en cuenta el histórico de averías de las máquinas y una entrevista realizada a la empresa BEREZIAK EQUIPOS Y MAQUINARIAS. Esto se evaluará en el Capítulo 4.

2.3.3 Costos Independientes.

Son costos que serán considerados para el presente estudio y que no dependen de las máquinas analizadas, como: los materiales a maquinar y el diseño del elemento. Estos costos serán examinados a continuación.

- **Costo del material.**

Son los costos de adquisición de los materiales a ser mecanizados; el rendimiento y las pérdidas por desperdicio pueden tener fuerte influencia en el costo de los materiales.

La siguiente tabla muestra el valor en el mercado que tienen algunos de los materiales más utilizados en la industria del mecanizado (para consultar el precio de otros materiales ver el Anexo 01).

Tabla 16. Materiales en el mercado local.

MATERIAL		GEOMETRÍA	Dimensiones	Unidad.	Costo Unitario (\$/Kg)
Acero 4140	AISI	Eje Redondo.	Diámetro: 20, 30, 40, 51, 75	mm	4,75
Acero 4340	AISI	Eje Redondo.	Diámetro: 25, 50, 75, 100, 250, 500	mm	6,05
Acero 8620	AISI	Eje Redondo.	Diámetro: 25, 50, 75, 100, 250, 500	mm	6,5
Acero 1018	AISI	Eje Redondo.	Diámetro: 9.5, 22.2, 50.8, 101.6, 152.30	mm	3,04
Acero 1045	AISI	Eje Redondo.	Diámetro: 25, 50, 75, 100, 250, 500	mm	5,8
Acero K100		Eje Redondo.	Diámetro: 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150.	mm	15,90
Acero K460		Eje Redondo.	Diámetro: 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150.	mm	12,90
Acero DF2		Eje Redondo.	Diámetro: 25, 50, 80, 100, 125, 150.	mm	12,90
Bronce dulce		Eje Redondo.	Diámetro: ½, ¾, 1, 1¼, 1½, 1¾, 2	in	21,00
Aluminio		Planchas.	Espesores: 40, 50, 60, 80, 100	mm	28,00
Grilón		Eje Redondo.	Diámetro: 10, 25, 50, 75, 100	mm	29,00

Fuente: (Bohler, 2012)

- **Costo de diseño.**

En el diseño para la manufactura se debe tener en cuenta la productividad y la confiabilidad. Estos costos dependen en gran medida del tiempo invertido por los diseñadores en modelo y el proceso; y se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Tolerancias.
- Deben evitarse: esquinas agudas, aristas y puntas.

- Material estándar disponible en el mercado.
- Rigidez de las piezas.
- Maquinabilidad de los materiales.

Para este caso los costos dependerán específicamente del diseñador encargado.

2.4 Programación orientada a objetos (Meyer).

La programación orientada a objetos es la más utilizada en estos días y básicamente permite modelar el problema en términos de objetos y sus relaciones; es decir, cuando cada entidad en el programa es un objeto que brinda un determinado servicio.

2.4.1 Conceptos de la programación orientada a objetos.

Para utilizar la programación orientada a objetos, es necesario conocer algunos conceptos que se listan a continuación:

- Objeto es una estructura de datos y un conjunto de procedimientos que operan sobre dicha estructura.
- Clase es una colección de objetos que poseen características y operaciones comunes y dicha clase contiene la información necesaria para crear nuevos objetos.
- Herencia es un proceso mediante el cual el software puede adquirir propiedades de otro objeto.

- Polimorfismo es la capacidad de una entidad para poder conectarse a objetos de varios tipos.

2.4.2 Diseño de un software.

Para diseñar un software con la programación orientada a objetos es necesario tomar en cuenta ciertos criterios:

- Método y lenguaje: estos dos aspectos abarcan los procesos de pensamiento y las notaciones que se emplean para analizar y producir el software.
- Implementación y entorno: describen las propiedades básicas de las herramientas utilizadas para el desarrollo del software.
- Bibliotecas: disponibilidad de bibliotecas como mecanismos necesarios para usarlas y también para producir otras nuevas.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE PARÁMETROS INFLUYENTES EN EL COSTO DE MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA DEL CENTRO DE MECANIZADO Y TORNO CNC.

3.1 Análisis de oferta y demanda del mercado local en procesos de mecanizado por arranque de viruta.

Para la realización del presente estudio, es importante tener una noción clara sobre la cantidad de empresas que se dedican o dependen del mecanizado por arranque de viruta con maquinaria CNC. Y analizar las posibles ventajas que el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM podría tener ante el resto de talleres metalmecánicos. Además, permitirá conocer precios referenciales en el mercado para brindar servicios externos competitivos.

3.1.1 Industrias manufactureras de la provincia de Pichincha.

Del diagnóstico realizado es importante conocer las empresas que se encuentran potencialmente interesadas en los servicios de mecanizado CNC, teniendo en cuenta la actividad productiva a la que se dedican. La siguiente tabla se muestra las industrias manufactureras en la provincia de Pichincha, en el cantón Quito.

Tabla 17. Industrias manufactureras del Cantón Quito – 2012.

INDUSTRIAS CANTON QUITO.	# DE EMPRESAS
Elaboración de productos alimenticios	242
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	140
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria	112
Fabricación de productos de caucho y plástico	101
Fabricación de maquinaria y equipo N.P.C ¹	64
fabricación de otros productos minerales no metálicos	63
Elaboración de bebidas	40
Fabricación de vehículos, automotores, remolques y semirremolques	37
Fabricación de metales comunes	31
Fabricación de otros tipos de equipos de transporte	16
TOTAL DE EMPRESAS MANUFACTURERAS	846

Fuente:(Superintendencia de Compañías, 2012)

Del mismo modo, se debe tomar en cuenta las empresas cercanas a la institución, a las cuales se podría prestar servicios externos. La tabla que se muestra a continuación, contiene información sobre las empresas manufactureras del cantón Rumiñahui.

¹ NPC: No Procesadas Previamente.

Tabla 18. Industrias Manufactureras del Cantón Rumiñahui.

INDUSTRIAS DEL CANTON RUMIÑAHUI.	# DE EMPRESAS
Elaboración de productos alimenticios	12
Fabricación de productos de caucho y plástico	3
Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria.	3
Reparación e instalación de maquinaria y equipo	2
Fabricación de metales comunes	2
Fabricación de maquinaria y equipo N.P.C ²	2
Fabricación de vehículos, automotores, remolques y semirremolques	1
TOTAL DE EMPRESAS MANUFACTURERAS	25

Fuente: (Superintendencia de Compañías, 2012)

Para el presente proyecto, se realizó una encuesta (ver Anexo 05) mediante visitas y contactos a empresas manufactureras, principalmente del sector metalmecánico, para poder determinar la oferta y demanda del sector antes mencionado; así como también los principales materiales utilizados para maquina en el mercado. A continuación se detallan los resultados obtenido en el presente estudio.

² NPC: No Procesadas Previamente.

3.1.2 Estudio de la oferta en la industria manufacturera local.

Con el propósito de obtener mayor información sobre el tema se realizó un estudio en el mercado local para determinar la oferta y demanda de los servicios de mecanizado. Debido a la hermeticidad de las empresas y la falta de información sobre este tema, se analizaron los siguientes aspectos: productos o servicios que ofrecen las empresas, unidades de medición de la producción, formas de promocionar y/u ofertar los productos, elementos producidos por mecanizado, tipo de maquinaria que poseen las empresas para procesos por arranque de viruta, materiales utilizados en los procesos de mecanizado, costo en porcentajes de los procesos de mecanizado con respecto al costo total, procesos de corte que poseen las empresas y las variables consideradas en el costeo de procesos por arranque de viruta. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

- **Principales servicios que ofrecen las empresas:** se determinó que los principales servicios son: la elaboración de matrices, engranes y pernos de anclaje, mecanizado de ejes, rectificado de motores y cigüeñales; esto se muestra en la siguiente figura.

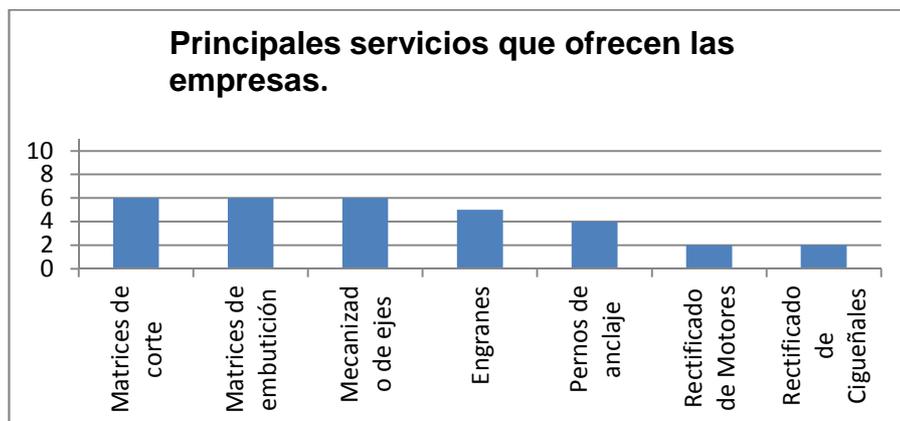


Figura 6. Principales servicios que ofrecen las empresas.

- **Unidades de medición de la producción:** para la medición de la producción de las empresas encuestadas se utilizan unidades como: horas hombre de trabajo al mes, carga horaria de la máquina al día, unidades producidas por mes o año y bajo pedido. La figura 7 muestra el número de empresas que utilizan estas unidades de producción.

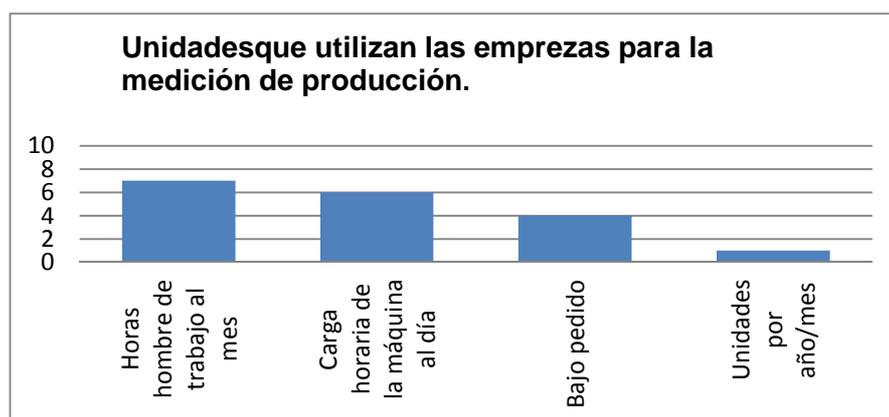


Figura 7. Unidades para la medición de producción en las empresas.

- **Formas de ofertar o promocionar los productos o servicios:** la mayoría de empresas ha optado por ofertar sus servicios mediante el internet o contactos personales, sin embargo, algunas empresas también participan en concursos o licitaciones, utilizan la prensa escrita; esto se evidencia claramente en la figura 8.

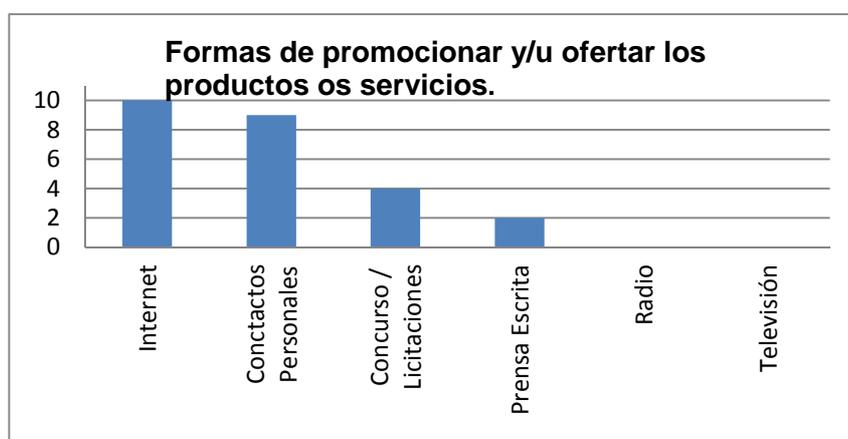


Figura 8. Formas de promocionar productos o servicios en el medio local.

- **Elementos producidos por mecanizado:** se determinó que los elementos más producidos por mecanizado son: ejes, matrices, engranes y moldes; y en menor cantidad pernos de anclaje, cuchillas, pines y bridas. La figura 9 muestra la cantidad de empresas que producen los elementos mencionados anteriormente.

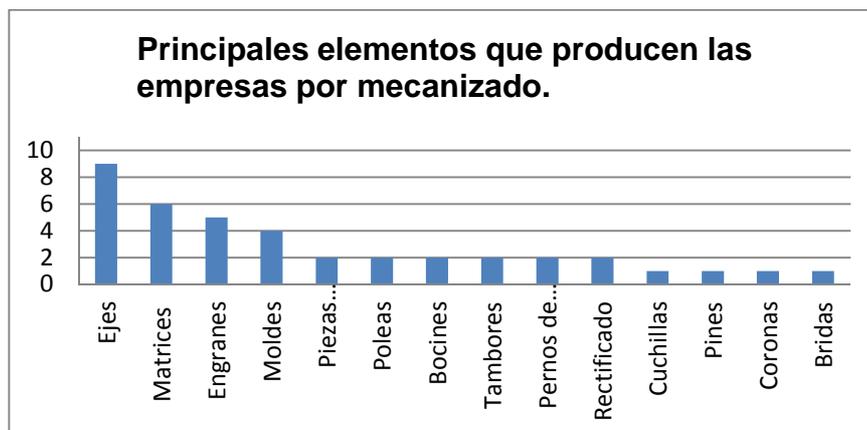


Figura 9. Principales elementos que producen las empresas por mecanizado.

- **Oferta de maquinaria para los procesos de arranque de viruta:** la maquinaria más común que se utiliza para el mecanizado, son los taladros, tornos, fresadoras y centros de mecanizado.

La figura 10 muestra las máquinas manuales ofertadas para el mecanizado en el medio.

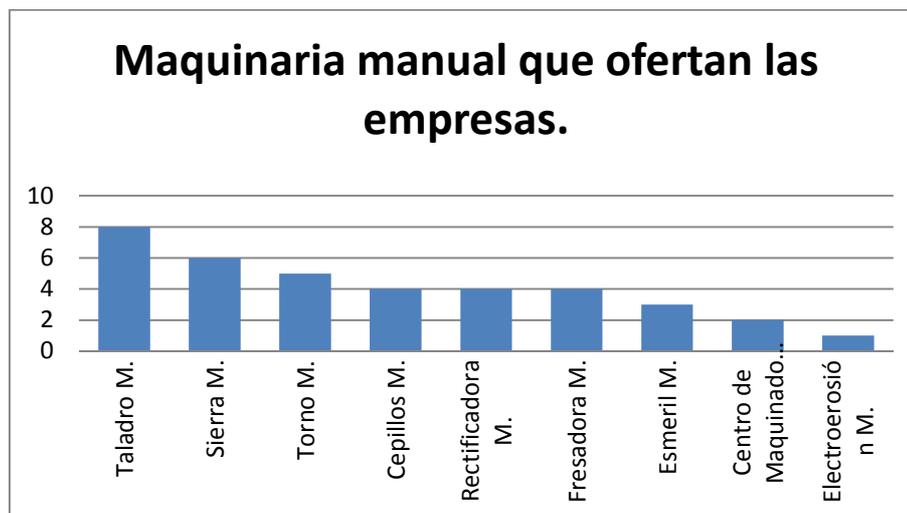


Figura 10. Maquinaria manual que ofertan las empresas.

Por otro lado, las figuras 11 y 12 muestran las máquinas automáticas y CNC que ofertan las empresas.

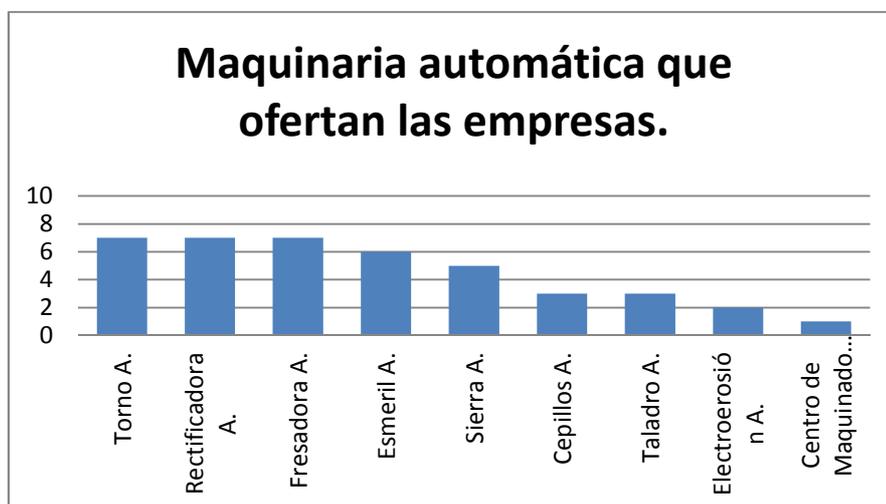


Figura 11. Maquinaria automática que ofertan las empresas.

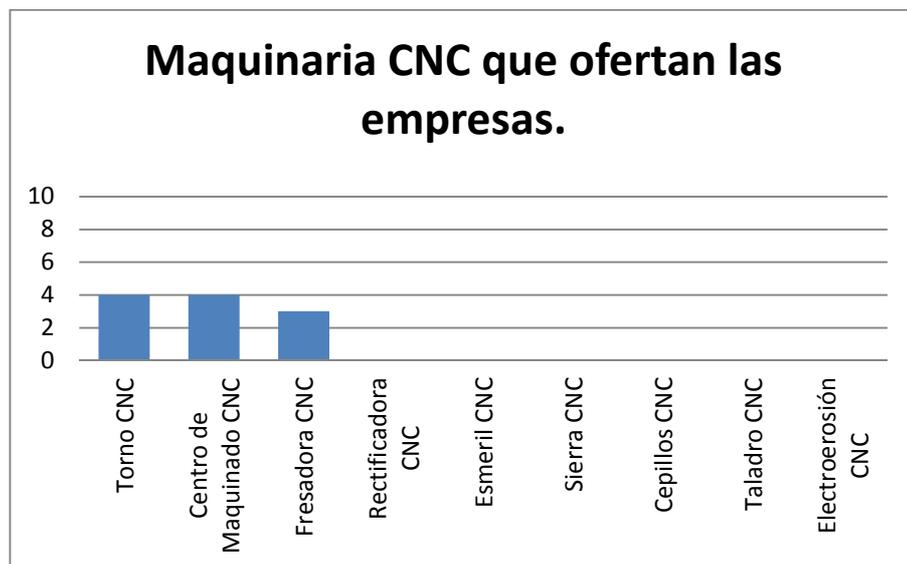


Figura 12. Maquinaria CNC más utilizada en las empresas locales.

- **Materiales más utilizados para los procesos de mecanizado por arranque de viruta:** los materiales más utilizados en el mercado local para los procesos de mecanizado por arranque de viruta son: el acero, el bronce, el hierro, el grilón y el aluminio. La figura 13 muestra esta tendencia.

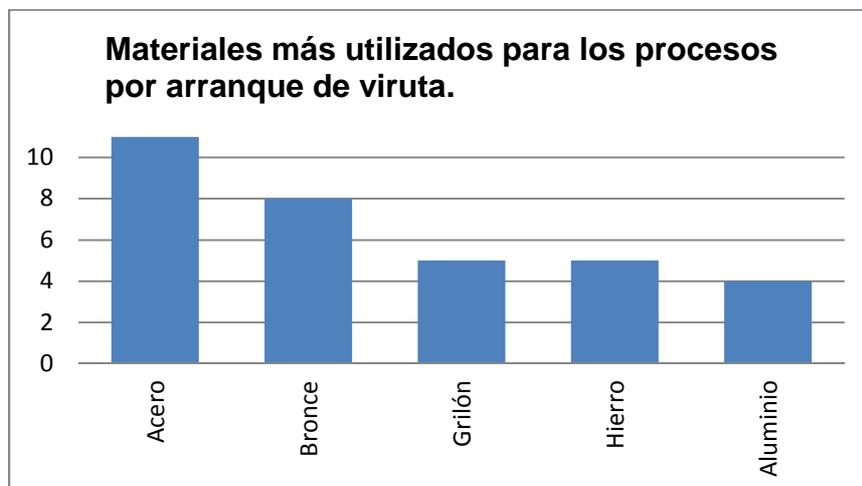


Figura 13. Materiales más utilizados para el mecanizado por arranque de viruta en el mercado local.

- **Costo en porcentajes de los procesos de mecanizado con respecto al costo total:** de acuerdo con la información obtenida, los elementos más comunes para el proceso de mecanizado son ejes, matrices, engranes y moldes. El costo de mecanizado en porcentaje de dichos elementos en nuestro medio son los siguientes:
 - Ejes el 25 %
 - Matrices el 50%
 - Engranes el 25%
 - Moldes de inyección el 50 %

El porcentaje sobrante del costo de estos elementos es utilizado en tratamientos térmicos, revestimientos, pinturas, etc.

- **Procesos de corte que poseen las empresas:** la mayoría de empresas en el mercado local poseen corte oxiacetilénico y corte por plasma, esto se evidencia en la figura 14.

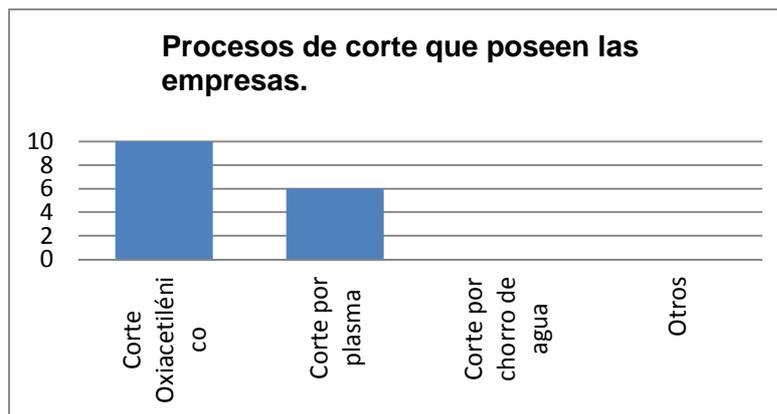


Figura 14. Procesos de corte más utilizados en el mercado local.

- **Variables consideradas en el costeo por arranque de viruta:**
Las variables que más se utilizan para el costeo del mecanizado por arranque de viruta y los porcentajes promedios del mercado local según los datos obtenidos son los siguientes:
 - Depreciación de la maquinaria: 3%.
 - Materiales: 5%.
 - Calidad: 20%.
 - Tolerancias: 40%.
 - Volumen del lote: 10%.
 - Gastos administrativos: 5%.

- Gastos de servicios básicos (luz, agua, teléfono, Internet): 5%.
- Otros: 12%

Además el valor de promedio en el mercado en dólares por hora de alquiler de la maquinaria y la mano de obra directa según la encuesta son (Unidad Educativa Don Bosco, 2013):

- Tiempo de uso de maquinaria CNC (Horas / Máquina): 20\$.
- Mano de obra (Horas / Hombre): 20\$.

En conclusión, los procesos de mecanizado por arranque de viruta ofertados con mayor frecuencia son: taladrado, torneado y fresado; utilizando materiales como acero, bronce, grilón, hierro y aluminio para la elaboración de ejes, matrices, engranes y moldes. Sin embargo existe una demanda creciente por los procesos con maquinaria CNC.

3.1.3 Estudio de la demanda en la industria manufacturera local.

Es importante para el desarrollo del presente proyecto conocer la demanda de la industria manufacturera en el mercado local, para determinar las posibles ventajas y oportunidades que tendría el Laboratorio de Proceso de Manufactura del DECEM. Para esto se analizaron los siguientes aspectos: procesos de mecanizado por arranque de viruta más utilizados para la manufactura, servicios de mecanizado por arranque de viruta

solicitados en el mercado local y capacitaciones que recibe el personal. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

- **Procesos de mecanizado por arranque de viruta que demanda el mercado local:** los procesos de mecanizado solicitados con mayor frecuencia son: el taladrado, torneado y fresado. En la siguiente tabla se observa en orden ascendente (siendo 1 el más solicitado) los procesos mencionados anteriormente.

Tabla 19. Procesos de mecanizado que demanda el mercado local.

PROCESO DE MECANIZADO	NÚMERO DE EMPRESAS QUE REQUIERE EL SERVICIO	ORDEN.
Taladrado	11	1
Torneado	10	2
Fresado	10	3
Rectificado	8	4
Aserrado	7	5
Cepillado	5	6
Esmerilado	4	7
Electroerosión	2	8

Fuente: Propia.

- **Procesos de mecanizado por arranque de viruta que demanda el mercado local:** la mayoría de empresas poseen la maquinaria necesaria para el mecanizado por arranque de viruta,

sin embargo, existen requerimientos de procesos de mecanizado CNC y electro erosión.

Tabla 20. Requerimientos del mercado local.

PROCESO DE MECANIZADO	NÚMERO DE EMPRESAS QUE REQUIERE EL SERVICIO	ORDEN
Torneado CNC	4	1
Fresado CNC	4	2
Electro erosión	1	3

Fuente: Propia

Por otro lado, debido a que el 10% de las empresas solicitan servicios de maquinaria CNC, existe insatisfacción con el mecanizado CNC ya que no existe precisión en ajustes y medidas al elaborar un determinado elemento.

- **Capacitaciones que recibe el personal:** las empresas que capacitan a su personal (figura 15), lo hacen cada 3, 6 y 12 meses, en operación de equipos, programación de equipos, mantenimiento de equipos y en software de equipos; esto se muestra en la figura 16.

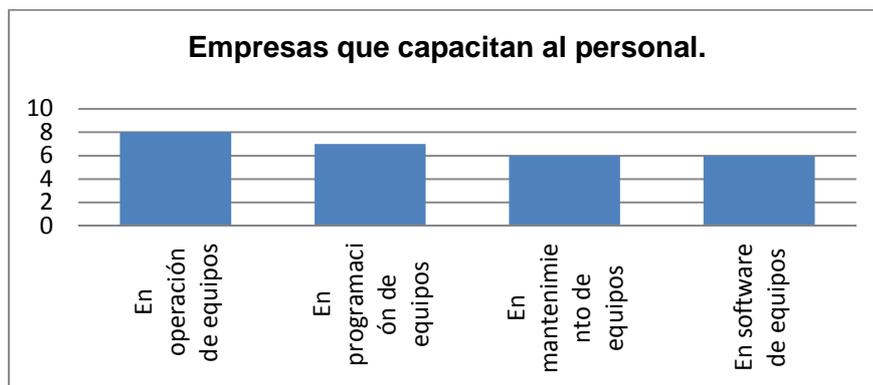


Figura 15. Empresas en el mercado local que dan capacitaciones al personal.

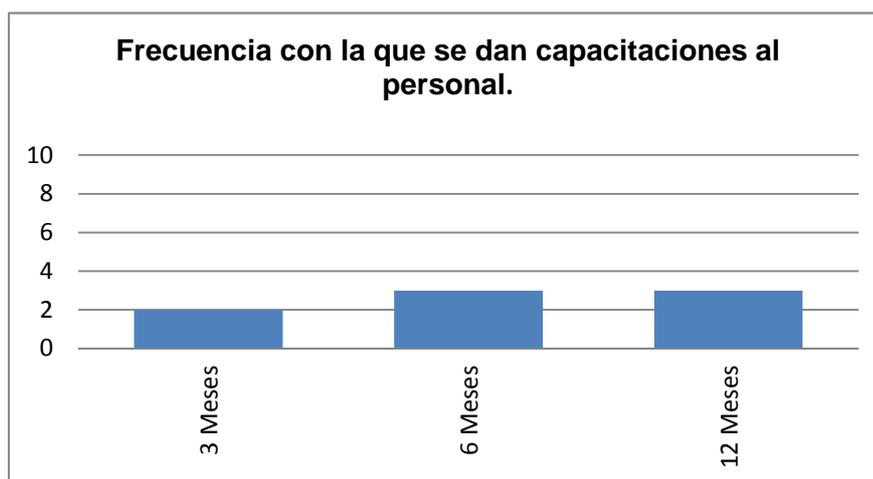


Figura 16. Frecuencia con la que se da capacitaciones al personal.

Se debe considerar también, que hay empresas que no capacitan al personal, esto se evidencia en la figura 17.

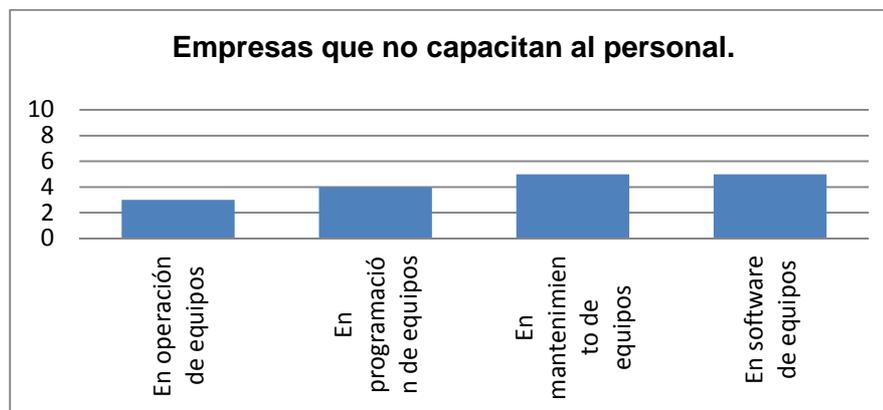


Figura 17. Empresas que no dan capacitación al personal en el mercado local.

3.2 FODA para la prestación de servicios del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

Este análisis es fundamental para el desempeño tanto presente como futuro de toda empresa. Esta herramienta es imprescindible para el presente, ya que nos permite contar con un diagnóstico completo de la situación de la empresa. Y, para el futuro es decisiva a la hora de aplicar medidas correctivas, planificar plantear objetivos, etc. (Slideshare, 2013).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se procederá a realizar el análisis FODA del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

3.2.1 Matriz FODA y estrategias FO DO FA DA para el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

Es importante conocer las debilidades y amenazas del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, para encontrar o sugerir soluciones y poder convertir las mismas en fortalezas u oportunidades ante las demás empresas. La tabla 20 muestra la matriz FODA para el Laboratorio de procesos de Manufactura de DECEM.

Tabla 21. Matriz FODA del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

FORTALEZAS.	DEBILIDADES
1. El Laboratorio de Procesos de Manufactura, cuenta con maquinaria de actualidad como: Torno CNC, Centro de Mecanizado CNC, Prototipadora.	1. El personal especializado en la manipulación de maquinaria CNC es insuficiente para la demanda interna (académica) y externa.
2. Experiencia del personal docente y administrativo.	2. La mayoría de la maquinaria es de uso didáctico y tiene un promedio de vida útil de 30 años.
3. Disponibilidad de la maquinaria CNC para la prestación de servicios externos.	3. Insuficiente ejecución de proyectos de investigación y vinculación con la colectividad, relacionados con Procesos de Manufactura.
4. Respaldo de una universidad tipo A con más de 80 años de experiencia.	4. Rotación alta de administradores del Laboratorio.
5. Adecuada infraestructura en áreas complementarias.	5. Falta de agilidad en la asignación de recursos.
6. Alta demanda de las funciones del Laboratorio por la mayoría de Laboratorios y Departamentos de la misma universidad.	6. Poca planificación de las actividades del Laboratorio para un manejo eficiente del mismo.

Fuente: Propia

Continúa.....

AMENAZAS	OPORTUNIDADES
1. Decremento de recursos asignados a la Universidad y al Laboratorio.	1. Crecimiento de las industrias de ingeniería y construcción, principales consumidoras del sector metalmecánico, privado y estatal.
2. Mercado agresivo y competitivo	2. El sector metalmecánico ha sido declarado por el gobierno como estratégico para el desarrollo del país.
3. Falta de convenios con empresas o universidades nacionales e internacionales.	3. Alianzas estratégicas con empresas privadas y estatales sean locales o extranjeras.
4. Poca inversión extranjera y local.	4. Crecimiento de la demanda de maquinaria CNC por parte de las industrias locales para mejorar la eficiencia.
5. Competencia desleal, principalmente con artesanos y pequeños productores.	5. Aprovechando el apoyo estatal a sectores estratégicos se puede traer nueva tecnología y conocimiento.
6. Concursos y licitaciones pre asignadas.	

Fuente: Propia

Teniendo en cuenta lo expuesto en la matriz anterior se sugieren las siguientes estrategias:

- **FO (Maximizar fortalezas – Maximizar oportunidades).**

Se debe introducir el servicio de mecanizado y garantizar la permanencia del mismo en el mercado local, aprovechando el hecho de ser una universidad tipo A y contar con el respaldo de más de 80 años de experiencia; considerando el crecimiento de

las industrias de ingeniería y construcción y la demanda de la maquinaria CNC por parte de las empresas locales. Para esto, es importante mantener la inversión en infraestructura, tecnología, personal docente y administrativo.

- **DO (Minimizar debilidades – Maximizar oportunidades).**

Se debe contratar personal especializado en manipulación de maquinaria CNC para garantizar la demanda interna (académica) y externa (servicio de mecanizado), de acuerdo con la capacidad tecnológica instalada y el personal disponible en el Laboratorio.

También se debe disminuir la alta rotación de administradores del Laboratorio para tener una planificación eficiente y agilizar la asignación de recursos e invertir posteriormente en tecnología y capacitación del personal, en función del crecimiento en la demanda del servicio.

- **FA (Maximizar fortalezas – Minimizar amenazas).**

Se debe promocionar el servicio de mecanizado mediante la página web de la ESPE y aprovechar el hecho de ser una universidad con más de 80 años de experiencia, que cuenta con personal docente y administrativo calificado.

Además se debe ligar el servicio de mecanizado con otros departamentos y ofertar servicios complementarios como:

tratamientos térmicos, ensayos de tracción, impacto de metales, etc.

De este modo se podrá ingresar a un mercado agresivo y competitivo incentivando la asignación de recursos, por parte de la Universidad, al Laboratorio.

- **DA (Minimizar debilidades – Minimizar amenazas).**

Se deben realizar convenios con empresas nacionales e internacionales especializadas en el sector metalmeccánico, para conseguir capacitaciones regulares al personal involucrado con el servicio de mecanizado del Laboratorio.

Además, realizar visitas a empresas relacionadas con el servicio de mecanizado, para promocionar e introducir el mismo al mercado y generar una agenda de clientes permanentes.

3.3 Capacidad instalada y requerimientos mínimos del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

La capacidad instalada en la industria manufacturera es la cantidad máxima de bienes o servicios que pueden obtenerse de las plantas y equipos que posee una empresa por unidad de tiempo.

Por otro lado, los requerimientos mínimos son las características o condiciones de calidad y cantidad de los bienes, servicios y obras que una

entidad requiere adquirir o contratar para el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Con lo que se expuso anteriormente, se analizarán a continuación la capacidad instalada y los requerimientos mínimos del Centro de Mecanizado FADAL VCM 306 y el Torno CNC VIWA VTC 1640 – T400.

3.3.1 Capacidad instalada, requerimientos mínimos de operación y aplicaciones del Centro de Mecanizado FADAL VCM 3016.

La capacidad instalada del centro de mecanizado es la siguiente:

- **CAPACIDAD DE MAQUINADO**

Desplazamiento en el eje X: 762 mm

Desplazamiento en el eje Y: 406,4 mm

Desplazamiento en el eje Z: 508 mm

Capacidad máxima de carga: 1,241 Kgs

- **DIMENSIONES DE LA MESA DE TRABAJO**

Tamaño de la mesa (Xx Y): 990,6 x 406,4 mm

Ranuras T: 3 x 14,25 mm x 110 mm

Distancia min./máx.del centro de la mesa a la columna: 22,5 Min /
61 Max

Distancia de la mesa al piso: 788 mm

- **HUSILLO PRINCIPAL**

Potencia del Motor (pico): 11,2 Kw

Potencia del Motor del husillo: 11,2 Kw

Max-Torque a la velocidad del motor (pico): 217 Nm

Fuerza de sujeción (portaherramientas): 907 kg

Cono interior: CAT Ó BT 40

Distancia del husillo a la mesa (min./max.): 101,6 - 606,9 mm

Distancia del centro del husillo a la columna: 406 mm

- CAMBIADOR AUTOMATICO RÁPIDO DE HERRAMIENTAS

Capacidad de almacenamiento: 21 POSICIONES

Selección de herramientas: AL AZAR / BI-DIRECCIONAL

Diámetro de la herramienta: 76,2 mm

Peso de herramienta: 6,8 Kgs

Longitud de herramienta: 381 mm

- PERFOMANCE

Precisión de posicionamiento (viaje total): $\pm 0,0050$ mm

Repetitividad: $\pm 0,0025$ mm

Resolución: 0,0001 mm 0,0001° 0,0001"

Movimiento rápido (X & Y): 22,8 (X / Y) 17,7 (Z) m/min

Velocidad de avance: 0,01 - 10,16 m/min

Otras potencialidades: Control de aceleración, Refrigeración controlada en los 3 ejes, Guías modulares en X, Y, Z

Los requerimientos mínimos de la máquina son:

- DATOS GENERALES

Altura: 2,700 mm

Ancho: 2,490 mm

Profundidad: 1,955 mm

Área de trabajo: 762 mm x 406 mm

Peso de la máquina: 3,765 Kgs

Potencia requerida (eléctrica): 40 / 45 Amp

Voltaje: 220 V TRIFASICO

Frecuencia: 60 Hz

Y las aplicaciones que tiene esta máquina son las siguientes:

- Fresado.
- Chaflanado.
- Escariado.
- Mandrinado.
- Ranurado.

3.3.2 Capacidad instalada, requerimientos mínimos de operación y aplicaciones del Torno CNC VIWA VTC 1640 – T400.

La capacidad instalada de la máquina es la siguiente:

- MÁQUINA:

Diámetro de Volteo 420mm. (16 ¾").

Volteo sobre carro: 210 mm (8 3/8").

Distancia entre puntos 1000 mm. (40").

Motor principal: 7.5 HP.

Revoluciones del husillo: 3000 rpm máx.

Cabezal engranado con gamas Alta y Baja (poder).

Garganta del husillo (paso de barra): 52 mm (2").

- EQUIPAMIENTO:

Cabina protectora con puerta deslizante.

Torreta de herramientas manual o automática de 4 estaciones.

Lámpara de trabajo.

Husillo con baleros de precisión.

Guías templadas y rectificadas.

Bandeja para viruta.

Husillos de bolas en ejes X y Z, rectificados de alta precisión.

Bomba de refrigerante.

Bomba automática de lubricación.

Los requerimientos mínimos de la máquina son:

- DATOS GENERALES:

Peso neto de la máquina: 1.600 Kgs.

Espacio sobre el piso (L x A x A): 2000mm x 860mm x 1460mm.

Alimentación de la máquina: 220 V.

Consumo de energía: 12 kW

Las aplicaciones de esta máquina son las siguientes:

Es un torno CNC robusto diseñado especialmente para maquinado repetitivo de piezas medianas en lotes pequeños de forma eficiente. Este torno es ideal para fabricar una amplia gama de trabajos de torneado con mayor rapidez y eficiencia que con un torno convencional.

En conclusión, podemos decir que la capacidad de oferta de éstas máquinas depende exclusivamente de disponibilidad de las mismas. Éstas máquinas se encuentran disponibles 30 horas a la semana (Castellanos, 2013).

Debido a que estas máquinas realizan el trabajo por si solas después de ser programadas pueden ser utilizadas las 24 horas del día, teniendo en cuenta una planificación para la utilización en prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO 4. CÁLCULO DE COSTOS DEL MECANIZADO EN FADAL VMC 3016 Y VIWA 1640-T400.

En este capítulo se calcularán los costos de mecanizado en las máquinas FADAL VMC 3016 y VIWA 1640-T400, con el propósito de entregar información que permita al Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, prestar servicios externos con el fin de generar recursos económicos para la ESPE.

Estos costos servirán para realizar cotizaciones de la prestación de servicios externos. La estructura que se utilizará para dicho presupuesto es la siguiente:

Tabla 22. Variables para la elaboración del presupuesto de Mecanizado CNC.

OBJETOS DE COSTO	VARIABLES DE LOS OBJETOS DE COSTO	UNIDAD
	Costo inicial y de depreciación de las máquinas	\$/h

Operación de las máquinas (Capítulo 4)	Costo de mantenimiento	\$/h

	Costo de herramientas	\$/h

Fuente: Propia.

Continúa.....

OBJETOS DE COSTO	VARIABLES DE LOS OBJETOS DE COSTO	UNIDAD
Operación de las máquinas (Capítulo 4)	Costo de Servicios Generales	\$/h
	Costo de Fluido de corte	\$/h
Operación de Actividades Influyentes (Capítulo 4)	Logística de envío de productos terminados a clientes	\$/h
	Almacenamiento de productos terminados en bodegas	\$/h* m ²
	Atención de cotizaciones solicitadas por clientes	\$/h
	Cotización de materiales solicitados a proveedores	\$/h
	Capacitaciones al personal	\$/h
	Promocionar productos y servicios	\$/h
Materiales (Capítulo 2)	-----	\$/Kg
Consumibles (Capítulo 2)	-----	\$/u
Mano de obra (Capítulo 2)	-----	\$/h

Fuente: Propia.

4.1 Cálculo de costos del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.

Para el cálculo de costo del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016, se tomará en cuenta lo siguiente:

- Costo Inicial y de Depreciación de la Máquina (Cm).
- Costo de Mantenimiento (CM).
- Costo de Herramientas (Ch).
- Costo de Servicios Generales (Csg).
- Costo de Fluido de Corte (Cfl).

El costo total de la máquina estará dado por la suma de los costos mencionados anteriormente, es decir:

$$C_{CMF} = Cm + CM + Ch + Csg + Cfl \quad (\text{Ec. 4. 1})$$

Donde:

C_{CMF} : Costo total del centro de mecanizado FADAL VMC 3016

Los costos mencionados anteriormente se calcularán en dólares/hora (\$/h), ya que es la forma más utilizada en el mercado local. Esto permitirá comparar costos y precios con otras empresas en el medio.

Para el cálculo de dichos costos, se debe tener en cuenta la disponibilidad de la máquina (horas al año), para lo cual se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Número de horas laborables al año: 40 horas semanales, 160 horas mensuales, 1920 horas anuales
- Número de horas disponibles del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016: 1920 horas anuales

A continuación se efectuará el cálculo de los costos que agregan valor al mecanizado en FADAL VMC 3016, y son los siguientes:

4.1.1 Costo inicial y de depreciación de la máquina.

El costo inicial de la máquina es de 117310,56 dólares y el costo hora de la misma, estará dado por la siguiente ecuación:

$$C_m = \frac{(V_o M_f + V_r) * i}{2 * h_{ea}} + \frac{D_m}{H} + \frac{(V_m + V_r) * s}{2 * h_{ea}} \quad (\$/h) \quad (\text{Ec. 4. 2})(\text{NIIF, 2010})$$

Donde:

DM: Depreciación de la máquina (\$/año).

VoMf: Valor inicial de la máquina FADAL (\$).

Vr: Valor residual o de desecho = 11731,06 (\$) (ver capítulo 2)

n: vida útil de la máquina (años) (Ver tabla 13)

H: horas laborables en el año = 1920 h

hea: número de horas efectivas que trabajará la máquina durante el año = 1920 h

s: Representa la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la máquina o equipo y expresada en fracción

decimal.

Para este caso, el primer término de la Ec. 4.2 (correspondiente a costo por inversión inicial o costo financiero) será cero; ya que la ESPE adquiere bienes de contado.

Del mismo modo el tercer término (correspondiente a costos por seguros de la maquinaria) de la Ec. 4.2 será cero, ya que las máquinas objeto de estudio, no tienen seguros. Por lo expuesto anteriormente se tiene que el costo hora-máquina será igual al costo hora de la depreciación de la máquina.

Para calcular el valor anual de depreciación de la máquina, se utilizará la ecuación (2.3).

$$D_m = \frac{V_o M_f - V_r}{n} = \frac{117310,56 - 11731,06}{10} = 10557,95 \text{ \$/año}$$

Reemplazando en (4.2):

$$C_m = \frac{10.557,95}{1920} = 5,50 \text{ (\$/h)}$$

4.1.2 Costos de mantenimiento.

Para obtener el costo de mantenimiento (dólares por hora), se deben considerar tanto el mantenimiento preventivo como el mantenimiento correctivo. A continuación se realizan los cálculos correspondientes.

- **Mantenimiento Preventivo:** estos costos se calcularán mediante la siguiente fórmula:

$$Cmp = \frac{Cma}{H} (\$/h) \text{ (Ec. 4. 3)}$$

Donde:

Cmp: Costo de mantenimiento preventivo (\$/h)

Cma: Costo anual de mantenimiento preventivo (\$/año) = 2.784,03 \$/año. (Ver tabla 14)

Reemplazando en (4.3):

$$Cmp = \frac{2.784,03}{1920} = 1,45 (\$/h)$$

- **Materiales y repuestos para el Mantenimiento Correctivo:** para el mantenimiento correctivo se considera el histórico de averías del Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 (Ver Anexo07) y una entrevista realizada a la empresa BEREZIAK EQUIPOS Y MAQUINARIAS (BEREZIAK, 2013).

El presupuesto para el mantenimiento correctivo contempla mano de obra, alimentación, hospedaje, movilidad, tiquetes aéreos y repuestos.

$$Cmc = \frac{Pmc}{1920} (\$/h) \text{ (Ec. 4. 4)}$$

Donde:

Pmc: Presupuesto sugerido de mantenimiento correctivo. (\$/h)

Cmc: Costo de mantenimiento correctivo (\$/h).

Cmin: Costo mínimo de mantenimiento correctivo = \$ 2500

Cmax: Costo máximo de mantenimiento correctivo = \$ 4000

Reemplazando en (4.9):

$$Pmc = \frac{2750,00 + 4.000,00}{2} = 3.375,00 \text{ (\$/h)}$$

$$Cmc = \frac{3.375,00}{H} = 1,76 \text{ (\$/h)}$$

Sumando los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, será el costo total.

Cm: Costo total de mantenimiento = Cmp + Cmc = 3,21(\$/h)

4.1.3 Costo de la herramienta.

Para el cálculo correspondiente, de la tabla 6 se toma el valor del costo inicial de las herramientas, considerando que los elementos con costo menor a \$ 100,00, son elementos fungibles. El número de años de vida útil de las herramientas se toma de la tabla 13. El costo hora de las herramientas se obtendrá de la siguiente manera:

$$Ch = \frac{Dh}{H} (\$/h) \quad (\text{Ec. 4. 5})$$

Donde:

V_{oh}: Valor inicial de las herramientas = 2.585,00(\$/año). (Ver tabla 6)

Dh: Depreciación de la herramienta. (\$/h)

Ch: Costo hora de la herramienta (\$/h)

Para calcular el valor de Dh, se utilizará la ecuación (Ec. 2.3)

$$Dh = \frac{Voh - Vr}{n} (\$/año)$$

Donde:

n: Vida útil de las herramientas (años) = 10 años.(Ver tabla 13)

Vr: Valor residual = 258,50 (\$/año) (Ver capítulo 2)

$$Dh = \frac{Voh - Vr}{Vp} = \frac{2.585,00 - 258,50}{10} = 232,65 \$/año$$

Reemplazando en (4.5):

$$Ch = \frac{232,65}{1920} = 0,12 (\$/h)$$

4.1.4 Costos de servicios generales.

Se debe tener en cuenta los valores que la ESPE cancela de acuerdo con las leyes del Ecuador. Para el consumo de energía eléctrica en actividades de comercio, industria y prestación de servicios públicos y privados se debe cancelar el valor de 0,079 USD por kilovatios-hora(CONELEC, 2013).

Mientras que para el consumo de agua potable la ESPE se encuentra en la categoría de consumos comerciales e industriales; el pliego tarifario vigente desde el año 2008 hasta la actualidad, indica que la ESPE deberá cancelar 0.683 USD/m^3 (EMPAAPQ, 2013).

El costo del consumo de energía de la máquina y el Laboratorio se calcularon de la siguiente manera:

$$C_e = E_f * 0,079 (\$/h) \quad (\text{Ec. 4. 6})$$

Donde:

C_e: Costo de la energía eléctrica. ($\$/h$)

E_f: Energía utilizada por la máquina= 9,90 (kW)

Reemplazando en (4.6):

$$C_e = 9,90 * 0,079 = 0,79 (\$/h)$$

Se considera un valor de 30 dólares mensuales por consumo de energía eléctrica para el Laboratorio, tomando en cuenta la energía utilizada por 3 computadoras y 10 focos para iluminación.

C_{eL}: Costo de energía eléctrica por consumo del Laboratorio

$$C_{eL} = \frac{30}{160} = 0,19 (\$/h)$$

El costo de consumo de agua potable se calculará de la siguiente manera:

$$C_a = A * 0,683 (\$/h) \quad (\text{Ec. 4. 7})$$

Donde:

Ca: Costo de agua (\$/h)

A: Consumo de agua= 0,29 m³cada cuatro meses = 0,0004 m³/h(Ver Anexo 10)

Costo del m³ de agua en Ecuador: 0,683 \$/m³

Reemplazando en (4.6):

Ca = 0,0004 * 0,683 = 0,0003 \$/h (Este valor se puede despreciar por ser un costo mínimo)

Se considera un valor de 11,02 (\$/mes) por consumo de agua potable en el Laboratorio, tomando en cuenta 2 servicios sanitarios y 4 lavamanos.

Ca_L: Costo de agua potable por consumo del Laboratorio.

$$\mathbf{Ca_L} = \frac{11,02}{160} = 0,07 \text{ \$/h}$$

El costo total de los servicios generales será:

Csg: Costo de servicios Generales = Ce + Ce_L + Ca + Ca_L = 1,05(\$/h)

4.1.5 Costo del fluido de corte.

Se considerará el aceite Soluble D cuyas aplicaciones, beneficios y características típicas pueden ser verificados en la siguiente dirección de internet:

http://www.conauto.com.ec/images/stories/pdf/chevron_hojas_tecnicas/inventario-normal/soluble_d.pdf

Según las recomendaciones del fabricante puede ser utilizado en disoluciones de 10:1 hasta 50:1. En este caso se considerará una mezcla 50:1.

Además, se necesitarán 80 galones (Ver Anexo 10) de mezcla (taladrina) para las operaciones de mecanizado.

No se puede dar un valor preciso del tiempo de vida útil de la mezcla, sin embargo, se pueden considerar las recomendaciones del Anexo 09. Para este caso se sugiere realizar el cambio de taladrina cada 4 meses.

$$C_{fl} = \frac{V_{tl}}{1920} (\$/h) \text{ (Ec. 4. 8)}$$

Donde:

C_{fl}: Costo del fluido de corte (\$/h).

V_{tl}: Costo de aceite para Taladrina = 134,28 (\$/caneca)

Reemplazando en (4.3):

$$C_{fl} = \frac{134,28}{1920} = 0,07 (\$/h)$$

Finalmente y reemplazando en 4.1:

$$C_{CMF} = C_m + C_M + C_h + C_{sg} + C_{fl} = 5,50 + 3,21 + 0,12 + 1,05 + 0,07$$

$$C_{CMF} = 9.95 (\$/h)$$

4.2 Cálculo de costos del Torno VIWA VTC 1640 – T400.

Los costos directos que agregan valor al mecanizado en VIWA VTC 1640 – T400, son los siguientes:

- Costo Inicial y de Depreciación de la Máquina (Cm).
- Costo de Mantenimiento (CM).
- Costo de Herramientas (Ch).
- Costo de Servicios Generales (Csg).
- Costo de Fluido de Corte (Cfl).

El costo total de la máquina estará dado por la suma de los costos mencionados anteriormente, es decir:

$$C_{TV} = Cm + CM + Ch + Csg + Cfl \quad (\text{Ec. 4. 9})$$

Donde:

C_{TV} : Costo total del Torno VIWA VTC 1640-T400.

A continuación se detalla el cálculo de los costos expuestos anteriormente:

4.2.1 Costo inicial y de depreciación de la máquina.

El costo inicial del Torno VIWA VTC 1640-T400 es de 46.540,00 dólares; y el costo hora de la depreciación se calculará mediante la ecuación (4.2):

$$C_m = \frac{(V_oM_f + V_r) * i}{2 * h_{ea}} + \frac{D_m}{H} + \frac{(V_m + V_r) * s}{2 * h_{ea}} \text{ (\$/h)}$$

Donde:

DM: Depreciación de la máquina (\$/año).

VoMv: Valor inicial de la máquina VIWA (\$).

Vr: Valor residual o de desecho = 4.654,00 (\$) (ver capítulo 2)

n: vida útil de la máquina (años) (Ver tabla 13)

H: horas laborables en el año = 1920

H: horas laborables en el año = 1920 h

hea: número de horas efectivas que trabajará la máquina durante el año = 1920 h

s: Representa la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la máquina o equipo y expresada en fracción decimal.

Para calcular el valor anual de depreciación de la máquina, se utilizará la ecuación (2.3).

$$D_m = \frac{V_oM_f - V_r}{n} = \frac{46.540,00 - 4.654,00}{10} = 4.188,60 \text{ \$/año}$$

Reemplazando en (4.2):

$$C_m = \frac{4.188,60}{1920} = 2,18 \text{ (\$/h)}$$

4.2.2 Costos de mantenimiento.

Para obtener el costo de mantenimiento (dólares por hora), se deben considerar tanto el mantenimiento preventivo como el mantenimiento correctivo. A continuación se realizan los cálculos correspondientes.

- **Mantenimiento Preventivo:** estos costos se calcularán mediante la ecuación (Ec. 4.3):

$$C_{mp} = \frac{C_{ma}}{1920} (\$/h)$$

Donde:

C_{mp}: Costos de mantenimiento preventivo (\$/h)

C_{ma}: valor anual de mantenimiento preventivo = 2.237,04(\$/año).

(Ver tabla 15)

Reemplazando en (4.3):

$$C_{mp} = \frac{2.237,04}{1920} = 1,17 (\$/h)$$

- **Materiales y repuestos para el Mantenimiento Correctivo:**

Para el cálculo correspondiente se utilizará la ecuación (Ec. 4.4) :

$$C_{mc} = \frac{(C_{min} + C_{max})}{1920 * 2} (\$/h)$$

Donde:

P_{mc}: presupuesto sugerido de mantenimiento correctivo (\$/h)

C_{mc}: Costo de mantenimiento correctivo (\$/h)

C_{min}: Costo mínimo de mantenimiento correctivo = \$ 1500

C_{max}: Costo máximo de mantenimiento correctivo = \$ 3000

Reemplazando en (4.4):

$$P_{mc} = \frac{1500 + 3000}{2} = 2.250 \text{ (\$/h)}$$

$$C_{mc} = \frac{2.250,00}{1920} = 1,17 \text{ (\$/h)}$$

Sumando los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, será el costo total.

CM: Costo total de mantenimiento = C_{mp} + C_{mc} = 2,34 (\$/h)

4.2.3 Costo de la herramienta.

Para el cálculo correspondiente, de la tabla 6 se toma el valor del costo inicial de las herramientas, considerando que los elementos con costo menor a \$ 100,00, son elementos fungibles. El número de años de vida útil de las herramientas se toma de la tabla 13. El costo hora de las herramientas se obtendrá de la siguiente manera:

$$Ch = \frac{Dh}{H} \text{ (\$/h)} \quad (\text{Ec. 4. 10})$$

Donde:

V_{oh}: Valor inicial de las herramientas = 285,00 (\$/año). (Ver tabla 6)

Dh: Depreciación de la herramienta. (\$/año)

Ch: Costo hora de la herramienta (\$/h)

Para calcular el valor de Dh, se utilizará la ecuación (Ec. 2.3)

$$Dh = \frac{Voh - Vr}{n}$$

Donde:

n: Vida útil de las herramientas = 10 años. (Ver tabla 13)

Vr: Valor residual = 28,55 (\$/año) (Ver capítulo 2)

$$Dh = \frac{Voh - Vr}{n} = \frac{285,00 - 28,55}{10} = 25,65 \text{ \$/año}$$

Reemplazando en (4.5):

$$Ch = \frac{25,65}{1920} = 0,01 \text{ (\$/h)}$$

4.2.4 Costos de servicios generales.

El costo del consumo de energía del Torno VIWA VTC 1640-T400, se calculará de la siguiente manera:

$$Ce = Ef * 0,079 \text{ (\$/h)}$$

Donde:

Ce: Costo de la energía (\$/h)

Ef: Energía utilizada por la máquina = 12 kw (ver Capítulo 3).

$$Ce = 12 * 0,079 = 0,96 (\$/h)$$

Para el consumo de agua, se utilizará la ecuación (Ec. 4.7):

$$Ca = A * 0,683 (\$/h)$$

Donde:

Ca: Costo de agua (\$/h)

A: Consumo de agua = 0,03 m³ cada cuatro meses = 0,00005 m³/h

(Ver Anexo 10)

$Ca = 0.00005 * 0,683 = 0,0003 (\$/h)$ (Este costo puede ser despreciado ya que es mínimo)

Se considera también el consumo de energía y agua por parte del Laboratorio (ver 4.1.4)

$$Ce_L = \frac{30}{160} = 0,19\$/h$$

$$Ca_L = \frac{11,02}{160} = 0,07 \$/h$$

El costo total de los servicios generales será:

$$C_{sg}: \text{Costo de servicios Generales} = Ce + Ce_L + Ca + Ca_L = 1,22(\$/h)$$

4.2.5 Costo del fluido de corte.

Para el Torno VIWA VTC 1640 - T400 se considerará el aceite soluble D, cuya ficha técnica puede ser revisada en la siguiente dirección electrónica:

http://www.conauto.com.ec/images/stories/pdf/chevron_hojas_tecnicas/inventario-normal/soluble_d.pdf

Según las recomendaciones del fabricante puede ser utilizado en disoluciones de 10:1 hasta 50:1. En este caso se considerará una mezcla 50:1.

Además, se debe considerar que se necesitarán 10 galones (Ver Anexo 10) de mezcla (taladrina) para las operaciones de mecanizado; y se considerará el cambio de la mezcla cada 4 meses.

$$Cfl = \frac{Vtl}{1920} (\$/h) \quad (\text{Ec. 4. 11})$$

Donde:

Cfl: Costo del fluido de corte (\$/h).

Vtl: Costo de aceite para Taladrina = 134,28 (\$/caneca)

Reemplazando en (4.8):

$$Cfl = \frac{134,28}{1920} = 0,07 (\$/h)$$

Finalmente y reemplazando en la ecuación (4.9):

$$C_{TV} = C_m + C_M + C_h + C_{sg} + C_{fl} = 2,18 + 2,34 + 0,01 + 1,22 + 0,07$$

$$C_{TV} = 5,82 \text{ \$/h}$$

4.3 Actividades influyentes en el mecanizado CNC.

Además de la evaluación de costos indirectos como: mano de obra indirecta, servicios generales, los costos iniciales y de depreciación de la máquina y mantenimiento; existen actividades que generan costos al realizar el mecanizado de un determinado elemento.

Para este caso se analizarán las siguientes actividades que se considerarán primarias ya que contribuyen directamente con la misión del Laboratorio y además se considerarán recurrentes ya que tienen una entrada una salida y un producto:

- Logística de envío de productos terminados a clientes.
- Almacenamiento de productos terminados en bodegas.
- Atención de cotizaciones solicitadas por clientes.
- Cotización de materiales solicitados a proveedores.
- Cotización de productos y servicios.
- Capacitación al personal.
- Promoción de productos o servicios.

De la tabla 5 se tomarán los inductores o drivers para la medición de estas actividades:

- Para la logística de envío de productos terminados a clientes, se tomará como driver los dólares por hora (\$/h) para transporte y personal de envío.
- Para el almacenamiento de productos en bodega el inductor será dólares por metro cuadrado – hora (\$/m²*h).
- Para la atención de cotizaciones solicitadas por clientes acerca de materiales solicitados y de productos y servicios; el inductor será dólares por hora (\$/h).
- Para la capacitación del personal el inductor será número de capacitaciones al año y se medirá en dólares por hora (\$/h).
- Para la promoción de productos el inductor será el número de horas que se promociona el producto y se medirá en dólares por hora (\$/h).

Teniendo en cuenta lo expuesto, se calcularán los costos de las actividades mencionadas.

- **Costo de envío de productos terminados a clientes.**

El transporte en el mercado local tiene un costo promedio de 6,00 dólares por horas (\$/h). Esto se evidencia al realizar una el recorrido desde el Valle de los Chillos hasta Quito mediante un transporte de alquiler con un valor de \$ 12,00. Considerando que el viaje ida y vuelta del Valle de los Chillos hacia Quito, tiene una

duración de 2 horas; podemos deducir el valor de 6,00 dólares por hora (\$/h). El Asistente recibirá 3,75 \$/h por realizar esta actividad.

- **Costo de almacenamiento de productos terminados en bodegas.**

El valor de arriendo por metro cuadrado de una bodega tipo, en el sector de Sangolquí, fue obtenido según investigaciones realizadas en páginas web como:

- www.pulsvalia.com
- <http://www.olx.com.ec>
- <http://www.bienesonline.com>

Y será calculado mediante la siguiente fórmula:

$$CL = (D * M) / t \text{ (\$/h)} \quad (\text{Ec. 4. 10})$$

Donde:

D: valor promedio de arriendo de una bodega en Sangolquí = 3 \$/m².

M: metros cuadrados que ocupa un determinado elemento (m²).

t: tiempo (h).

CL: costo de almacenamiento de productos terminados.

Reemplazando en (4.10):

$$CL = (3 * M) / 1 = 3 * M \text{ (\$/h * m}^2\text{)}$$

- **Servicios Administrativos:** dentro de los servicios prestados se considerarán: atención de cotizaciones solicitadas por clientes, pedido de materiales solicitados a proveedores y cotización de productos y servicios. Estas actividades se encuentran dentro de las funciones administrativas del Ingeniero Mecánico según la tabla 12 cuyo costo hora será de 12,50 (\$/h).
- **Capacitación al personal:** para capacitar al personal se necesita de un experto en maquinaria CNC. Dicho experto no existe en el mercado local, por lo que se considera traer un especialista del extranjero que se encargue de las capacitaciones.

El valor por capacitación, en las máquinas que son objeto de análisis, es de \$ 3500 (BEREZIAK, 2013). Para lo cual se proponen dos capacitaciones anuales en las siguientes áreas:

- Mantenimiento: \$ 3500
- Programación y Operación: \$ 3500

El costo por hora de las capacitaciones se calculará de la siguiente manera:

$$Cca = C/1920 \quad (\$/h)$$

Donde:

C: costo de la capacitación anual = Cap. de mantenimiento + Cap. Programación y Operación = \$ 7000

Cca: Costo de capacitaciones (\$/h)

$$\text{Cca} = 7000/1920 = 3,65 \text{ (\$/h)}$$

- **Promoción productos o servicios:** la promoción de los productos y servicios serán realizados vía internet mediante la página web o el servicio de radio de la ESPE.

El costo mensual (Marketing, 2013) de promoción vía internet es de 1,17 \$/h.

La siguiente Tabla muestra un resumen de los costos de actividades extras para el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y el Torno VIWA VTC 1600 – T400, consideradas para el presente estudio.

Tabla 23. Resumen de costo de actividades para el mecanizado CNC.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
Costos de envío de productos terminados a clientes.	(\$/h)	9,75
Transporte	(\$/h)	6,00
Asistente	(\$/h)	3,75
Costo de almacenamiento de productos en bodegas	(\$/h*m ²)	3,00
Atención de cotizaciones solicitadas por clientes, cotización de materiales solicitados a proveedores y cotización de productos	(\$/h)	12,50
Capacitaciones al personal	(\$/h)	3,65
Promoción de productos o servicios vía web	(\$/h)	1,17

Fuente: Propia.

4.4 Resultados del costeo en las Máquinas FADAL VMC 3016 y VIWA VTC 1600 – T400.

Después de haber analizado los costos que intervienen para el mecanizado con las máquinas FADAL VMC 3016 y VIWA VTC 1600 – T400, se determinó el costo total para cada máquina.

Para FADAL VMC 3016 el costo es de 9,95(\$/h) y para VIWA VTC 1600 – T400 el costo es de 5,82 (\$/h).

Se debe tener en cuenta que el costo de las actividades influyentes en el mecanizado CNC, no han sido tomadas en cuenta para obtener el costo total hora-máquina; sin embargo, al momento de realizar una cotización deben ser tomadas en cuenta según el criterio del encargado de las cotizaciones.

En las siguientes tablas se detallan los rubros involucrados en el costeo de servicio de las máquinas objeto de estudio en el presente proyecto.

Tabla 24. Costos de hora máquina del Centro de Mecanizado FADAL

VMC 3016.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
COSTOS DIRECTOS		
Costo de las herramientas	(\$/h)	0,12
Costo del Fluido de corte	(\$/h)	0,07
COSTOS INDIRECTOS		
Costo inicial y de depreciación de la máquina	(\$/h)	5,50
Costo de Mantenimiento Correctivo	(\$/h)	1,76
Costo de Mantenimiento Preventivo	(\$/h)	1,45
Costo del consumo de energía	(\$/h)	0,98
Costo del consumo de agua potable	(\$/h)	0,07
COSTO DE SERVICIO DEL CENTRO DE MECANIZADO FADAL VMC 3016 (\$/h)		9.95

Fuente: Propia

Tabla 25. Costos de hora máquina para el Torno VIWA VTC 1640 – T400.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
COSTOS DIRECTOS		
Costo de las herramientas	(\$/h)	0,01
Costo del Fluido de corte	(\$/h)	0,07
COSTOS INDIRECTOS		
Costo inicial y de depreciación de la máquina.	(\$/h)	2,18
Costo de Mantenimiento Correctivo	(\$/h)	1,17
Costo de Mantenimiento Preventivo	(\$/h)	1,17
Costo del consumo de energía	(\$/h)	1,15
Costo del consumo de agua potable	(\$/h)	0,07
COSTO DE SERVICIO DEL TORNO VIWA VTC 1640 - T400		5,82

Fuente: Propia

4.5 Rentabilidad de las máquinas FADAL VMC 3016 Y VIWA VTC 1640 – T400.

Mediante la aplicación de entrevistas a funcionarios del departamento financiero de la ESPE, no existe ningún tipo de normativa para aplicar un porcentaje de rentabilidad a los diferentes servicios prestados en la institución; sin embargo, analizando información recolectada en diferentes

proyectos, se determinó que la rentabilidad promedio de un determinado producto es del 30% del costo total.

- **Precios de la hora-máquina para la prestación de servicios:** Con lo expuesto anteriormente, los precios de las máquinas son los siguientes:

FADAL VMC 3016:

$$\text{Precio} = 9,95 + (0,30 \cdot 9,95) = 12,94 (\$/h)$$

VIWA VTC 1640 – T400:

$$\text{Precio} = 5,82 + (0,30 \cdot 5,82) = 7,57 (\$/h)$$

CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE COSTOS DE LAS MÁQUINAS FADAL VMC 3016 Y VIWA VTC 1600-T400.

El presente capítulo contiene el desarrollo de un software basado en los cálculos realizados en el Capítulo 4; con la finalidad de automatizar el proceso de elaboración de cotizaciones. Para esto se creará una base de datos (el diagrama entidad relación de la base de datos está en el Anexo 09) en la cual constará la información necesaria como:

- Información de la maquinaria del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.
- Costo de materiales para el mecanizado.
- Costo de la mano de Obra.
- Costo de herramientas.
- Costo de los útiles de corte.
- Costo del Fluido de corte.
- Servicios Generales, etc.

Para esto se utilizarán herramientas de programación y diseño gráfico como:

- APTANA STUDIO 3.2.

- MYSQL.
- XAMPP.
- FILEZILLA.

A continuación se presenta una breve explicación de las herramientas utilizadas para el desarrollo del programa.

5.1 Aptana Studio 3.2 (Aptana, 2013).

Es un entorno de desarrollo integrado gratuito para crear páginas y aplicaciones dinámicas para web de forma rápida y sencilla. Las principales características del programa son:

- Asistente de código para HTML, CSS, PHP y JavaScript.
- Organización de documento en pestañas.
- Flexible y Rápido.
- Depurador integrado que permite establecer puntos de ruptura, inspeccionar variables y controlar la ejecución, esto contribuye con la detección de errores en el código o la ejecución.
- Herramienta para trabajo con base de datos.
- Marcado de sintaxis mediante colores.

5.2 MYSQL (MYSQL, 2013).

Es un sistema gestor de bases de datos muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y rendimiento. Está disponible para múltiples plataformas como Windows, Linux, Mac, etc. Las principales características del sistema son las siguientes:

- El sistema es de libre distribución en internet es muy estable y de rápido desarrollo.
- El sistema es multiplataforma.
- Está optimizado para equipos de múltiples procesadores.
- La velocidad de respuesta es alta.
- Soporta múltiples métodos de almacenamiento de tablas.
- Administración basada en usuarios y privilegios.

5.3 XAMPP(Apachefriends, 2013).

Es un paquete formado por un servidor web Apache, una base de datos MYSQL y los intérpretes para lenguajes PHP y Perl. Las principales características son las siguientes:

- Es un servidor multiplataforma.
- Es un servidor independiente, es decir, software libre de distribución.

5.4 FILEZILLA (Filezilla-Project).

Se utiliza para poder ver las carpetas con sus respectivos documentos en el XAMPP. Las características principales del programa son:

- Es multiplataforma.
- Fácil de usar.
- Permite reanudar la transferencia de archivos y maneja archivos de gran tamaño.
- Administrador de sitios.
- Registro de mensajes.

5.5 Software para el cálculo de costos de mecanizado CNC (COSMEC).

Utilizando las herramientas que se mencionaron en los ítems 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 se desarrolló un software basado en los criterios técnicos aplicados en el Capítulo 4; obteniendo el siguiente resultado:

- **Pantalla de inicio:** en esta pantalla se observa la carátula del programa, en la cual constan los siguientes parámetros:
 - El logo de la universidad.
 - Logo de la carrera.

- Pestañas de: Registros, Cotización, Reportes, Aplicaciones y Configuración.



Figura 18. Pantalla de inicio del Software COSMEC.

Además se encuentra habilitada la pestaña de “Configuración” para añadir y administrar usuarios, así como también para configurar parámetros del programa.

Nuevo Usuario

Nombre:

Usuario:

Contraseña:

Repetir Contraseña:

Perfil: Operador ▼

Parámetros

Id.	Nombre	Costo Mínimo	Costo Máximo	Valor	Opciones
[Mostrar Todos]					
1	Máquinas	40000	150000		Modificar Eliminar Ver
2	Herramientas	100	5000		Modificar Eliminar Ver
3	Consumibles	10	3000		Modificar Eliminar Ver
4	Trabajador	100	5000		Modificar Eliminar Ver
5	Rentabilidad	0	0	30	Modificar Eliminar Ver
6	Iva	0	0	12	Modificar Eliminar Ver
7	Acete Tabadina	0	0	0.08	Modificar Eliminar Ver

Figura 19. Pestaña de Configuración para añadir usuarios y configurar parámetros del Software COSMEC.

- **Pestaña de Registros:** en la pestaña de registros se encuentran las siguientes opciones:



Figura 20. Pestaña de Registros del Software COSMEC.

- Máquinas.
- Herramientas.
- Consumibles.
- Servicios Generales.
- Mantenimiento.
- Actividades de la empresa.
- Actividades de trabajo.
- Mano de obra.
- Materiales.
- Servicios externos.

Para lo mencionado anteriormente, existen tres opciones y presentan los siguientes formatos:

- **Nuevo:** esta opción permite agregar máquinas, herramientas, consumibles, etc. A continuación se puede observar a manera de ejemplo el formato de “Nueva máquina”.

The screenshot shows a web-based form titled "Maquinas". It features a list of fields on the left side, each with a corresponding input field on the right. The fields include: CODIGO ESPE, Nombre, Serie, Modelo, Costo (\$), Vida Util (años) with a dropdown menu for "Seleccione un activo fijo..." and a value of 0, Vida Esperada (años), Disponibilidad anual de la maquina (h/año), Depreciacion (\$/año), Costo Hora (\$/h), Costo mínimo de mantenimiento Correctivo (\$), Costo máximo de mantenimiento correctivo (\$), and Presupuesto anual de mantenimiento correctivo(\$/año). To the right of the form is a placeholder image of a person's silhouette, with a button labeled "Añadir Imagen" below it. At the bottom of the form are buttons for "Guardar" and "Cancelar".

Figura 21. Formato para el registro de Máquinas. Software COSMEC.

- **Administrar:** esta opción permite modificar, eliminar o ver la información existente en la base de datos.

Máquinas									
Id.	Código ESPE	Nombre	Serie	Modelo	Vida Util (años)	Presupuesto Anual de Mantenimiento Correctivo(\$/año)	Opciones		
			[Mostrar Todos]						
3	LPM-1.04	CENTRO DE MECANIZADO CNC	NO/2005/28058	FADAL VMC 3016	10	3375.00			
4	LPM-3.09	TORNO CNC	150-0020	VIVA VTC T400-1640	10	2250.00			

Figura 22. Pantalla Registros, Máquinas, Administrar.

Software COSMEC.

- **Listado de costos:** esta opción permite ver los costos de los datos ingresados. La siguiente figura muestra un ejemplo del listado de costos de máquinas.

Máquinas Costos									
Id.	Máquina	Serie	Depreciacion (\$/a_o)	Costo Mant. Prey. (\$/h)	Costo Mant. Corr. (\$/h)	Costo Máquina (\$/h)	Servicios Generales (\$/h)	Costo Herramientas (\$/h)	Costo Total (\$/h)
	[Mostrar Todos]								
3	FADAL VMC 3016	NO/2005/28058	10557.95	1.45	1.76	5.5	1.05	0.13	9.95
4	VIVA VTC T400-1640	150-0020	4188.60	1.17	1.17	2.18	1.22	0.01	5.82

Figura 23. Pantalla Registro, Máquinas, Listado de Costos.

Software COSMEC.

- **Pestaña de Cotización:** esta pestaña permite crear y/o buscar cotizaciones, dentro de la misma se puede observar las siguientes opciones:

- **Nueva:** permite crear una nueva cotización, utilizando la información disponible en la base de datos. La siguiente figura muestra la pantalla para generar una nueva cotización.

Cotización N.22

Datos del Cliente

Ruc/CI: 1722814637 | Cliente: EDWIN PASACA

Dirigido a: SANTOS CMI | Fecha: 2013-12-16

Dirección: AV. ELOY ALFARO Y AV. AMAZONAS | Ciudad: QUITO | Telefono: 2340579

Modificar --- Cancelar

Pedido

Proyecto: | Unidades a Elaborar: | No. Piezas: |

Descripcion del Proyecto: |

Forma de Pago: | Duración de la Cotización: | Descuento: |

Tiempo de Entrega: | Lugar de Entrega: |

Agregar Operaciones

Pieza: Seleccione una Pieza... | Nombre de Pieza: |

Maquina:	FADAL VMC 3016	Tiempo (h)		Add						
Descripcion Operacion Maquina:										
Actividades Complementarias:	BODEGAJE	Tiempo (h):	m3:	Add						
Descripcion Operacion Actividad:										
Materiales:	IMPAX SUPREME (AISI P20)	Cantidad (Kg)		Add						
Descripcion Operacion Material:										
Consumibles:	Insertos SEKT 12T3.AGSN LT 30	Cantidad (U)		Add						
Descripcion Operacion Consumible:										
Servicios Externos:	SOLDADURA DE ELECTRODO	Cantidad (\$/PUNTO)		Add						
Descripcion Operacion Servicio:										
Mano de Obra:	INGENIERO MECANICO	Costo Hora (\$/h):	12.5	Personas (u):	0	Horas (h):	0	Total (\$):	0	Add
Descripcion Operacion Mano de Obra:										

Figura 24. Pantalla de Cotización, Nueva. Software COSMEC

- **Buscar:** esta opción permite visualizar las cotizaciones existentes en la base de datos. Además presenta los siguientes estados: En proceso, Anulado, Aprobado, Clonar y Eliminar.

La siguiente figura, muestra la opción Cotización, Buscar.

Cotizaciones										
No. Cotización	Cliente	RUC/CI	Subtotal (\$)	Estado	Opciones					
				[Mostrar Todos]						
1	EDWIN PASACA	1722814637	0	ANULADA						
3	EDWIN PASACA	1722814637	23.82	ACTIVA						
4	EDWIN PASACA	1722814637	187.07	ACTIVA						
5	EDWIN PASACA	1722814637	0	ACTIVA						
6	EDWIN PASACA	1722814637	187.07	ACTIVA						
7	EDWIN PASACA	1722814637	23.07	ACTIVA						
8	EDWIN PASACA	1722814637	23.82	ACTIVA						
9	EDWIN PASACA	1722814637	229.95	ACTIVA						
10	EDWIN PASACA	1722814637	0	ACTIVA						
11	EDWIN PASACA	1722814637	0	ACTIVA						
12	EDWIN PASACA	1722814637	0	ACTIVA						
13	EDWIN PASACA	1722814637	0	ACTIVA						
14	EDWIN PASACA	1722814637	646.38	ACTIVA						
15	EDWIN PASACA	1722814637	23.07	ACTIVA						
16	EDWIN PASACA	1722814637	0	ACTIVA						
18	EDWIN PASACA	1722814637	23.07	ACTIVA						
19	EDWIN PASACA	1722814637	0	ANULADA						
20	EDWIN PASACA	1722814637	0	PRE-APROBADA						
21	EDWIN PASACA	1722814637	94.44	PRE-APROBADA						
22	EDWIN PASACA	1722814637	0	PRE-APROBADA						

Figura 25. Pantalla Cotización, Buscar. Software COSMEC.

- **Pestaña Reportes:** esta pestaña permite generar reportes de la información existente en la base de datos (Ver figura 26).

Algunos plugins usados por esta página están desactualizados. Actualizar plugins...

ESPE UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

COSMEC - SOFTWARE PARA EL CALCULO DE COSTOS DE MECANIZADO

Bienvenido, Administrador Salir

Inicio Registros Cotización Reportes Aplicaciones Configuración

Filtrado por: Todas las Máquinas Generar PDF

1 / 1 125% Comentario Compartir

REPORTE DE MAQUINAS

Id.	Modelo de la Máquina	Depreciación	Costo Prev.(\$/h)	Costo Corr.(\$/h)	Costo Máquina(\$/h)	Servicios Generales(\$/h)	Costo Herramientas(\$/h)	Costo Aceite Taladrina(\$/h)	Costo Total(\$/h)
3	FADAL VMC 3016	\$ 11,731.06	\$ 0.78	\$ 1.76	\$ 12.22	\$ 1.33	\$ 1.96	\$ 0.08	\$ 17.75
4	VIMA VTC T400-1640	\$ 4,694.00	\$ 0.5	\$ 1.17	\$ 4.89	\$ 0.99	\$ 0.28	\$ 0.08	\$ 7.92

Figura 26. Pantalla Reportes, Máquinas. Software COSMEC.

- **Pestaña Aplicaciones:** permite buscar aplicaciones y catálogos de materiales y/o consumibles existentes en la base de datos (Ver figura 27).

Buscar Aplicaciones				
Nro.	Nombre	Pertenece a	Aplicaciones	Catálogos
	[Mostrar Todos]			
1	Insertos SNKX 09T3 -HF	Consumibles		
2	Insertos DWMG 150708 NN LT 10	Consumibles		
3	Insertos WWMG 080408 NN LT10	Consumibles	moldes	
4	IMPAX SUPREME (AISI P20)	Materiales		
5	STAVAX	Materiales		STAVAXESR.pdf

**Figura 27. Pantalla Aplicaciones, Buscar. Software
COSMEC.**

- **Pestaña Configuración:** permite agregar usuarios y configurar parámetros generales del programa.
 - **Usuarios:** agrega nuevos usuarios con funciones de administrador u operador (Pestaña Configuración, Usuarios, Nuevo. Ver figura 28). Además permite administrar los usuarios ya existentes en la base de datos (Pestaña Configuración, Usuario, Administrar. Ver figura 29).



**Figura 28. Pantalla Configuración, Usuarios, Nuevo.
Software COSMEC.**

Usuarios						
Cod.	Nombre	Usuario	Perfil	Opciones		
	[Mostrar Todos]					
1	administrador temp	admin	Administrador	Modificar	Eliminar	Ver
2	Edwin Pasaca	epasaca	Operador	Modificar	Eliminar	Ver
3	Luis Rocano	lrocano	Administrador	Modificar	Eliminar	Ver
4	Patricio Velasco	pvelasco	Operador	Modificar	Eliminar	Ver

**Figura 29. Pantalla Configuración, Usuarios, Administrar.
Software COSMEC.**

- **General:** permite configurar parámetros generales para evitar el ingreso de valores fuera de los límites considerados por el administrador: en vida útil (Ver figura 30) y parámetros (ver figura 31).

Nuevo Activo Fijo

Nombre :

Vida Útil (años) :

Activo Fijo					
Id.	Nombre	Vida Útil	Opciones		
	[Mostrar Todos]				
1	Bienes Inmueble	25	Modificar	Eliminar	Ver
4	Maquinaria y Equipo	10	Modificar	Eliminar	Ver
5	Vehiculos y Computadoras	5	Modificar	Eliminar	Ver
6	Herramientas en General	4	Modificar	Eliminar	Ver

**Figura 30. Pantalla Configuración, General, Vida útil.
Software COSMEC.**

Parámetros					
Id.	Nombre	Costo Mínimo	Costo Máximo	Valor	Opciones
	[Mostrar Todos]				
1	Máquinas	40000	150000		Modificar Eliminar Ver
2	Herramientas	100	5000		Modificar Eliminar Ver
3	Consumibles	10	3000		Modificar Eliminar Ver
4	Trabajador	100	5000		Modificar Eliminar Ver
5	Rentabilidad	0	0	30	Modificar Eliminar Ver
6	Iva	0	0	12	Modificar Eliminar Ver
7	Aceite Taladrina	0	0	0.08	Modificar Eliminar Ver

**Figura 31. Pantalla Configuración, General, Parámetros.
Software COSMEC.**

Para mayor información sobre la correcta utilización de Software dirigirse al Anexo 08.

5.6 Ejemplo de utilización del Software COSMEC.

Para realizar un ejemplo de utilización del software, se utilizarán los siguientes datos:

Elemento a maquinar: MOLDE DE INYECCIÓN - CAVIDAD TELÉFONO.

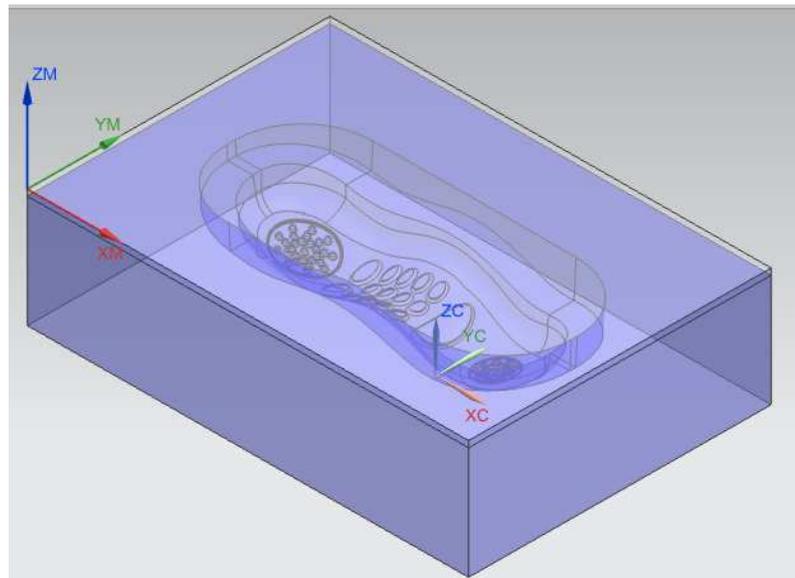


Figura 32. Molde de Inyección -Cavidad Teléfono.

De acuerdo al modelo del molde presentado por el cliente y al software NX 8.5 – Manufacturing, los tiempos de las operaciones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 26. Datos de operaciones para la elaboración de un Molde de Inyección -Cavidad Teléfono.

OPERACIÓN	TIEMPO DE OPERACIÓN (h)
FACE MILLING	0,46
CAVITY MILL 1	0,56
CAVITY MILL 2	0,17
CAVITY MILL 3	0,74
FIXED CONTOUR 1	9,84
FIXED CONTOUR 2	0,12
FIXED CONTOUR 3	0,07
FIXED CONTOUR 4	0,12

Fuente: Propia.

Además, las dimensiones, tipo de material y propiedades del mismo son las siguientes:

- **Dimensiones:** 350mm x 240mm x 95mm
- **Material:** Acero K100
- **Volumen:** 7,98 dm³
- **Densidad:** 7,70kg/dm³
- **Peso:** 61.45 kg

Adicionalmente, se considerarán los resultados obtenidos por medio de Excel para el cálculo del costo de maquinar el Molde de Inyección - Cavidad Teléfono en el Centro de mecanizado FADAL VMC 3016, con la finalidad de validar los resultados que se obtendrán mediante el Software

COSMEC. A continuación se presenta el costo de las operaciones para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavidad Teléfono.

Tabla 27. Costo de las operaciones para el mecanizado del Molde de Inyección-Cavidad Teléfono.

DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES A REALIZAR	TIEMPO EN REALIZAR CADA OPERACIÓN (h)	PRECIO UNITARIO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO (\$/h)	PRECIO TOTAL (\$/h)
FACE MILLING	0,46	12,94	5,95
CAVITY MILL 1	0,56	12,94	7,25
CAVITY MILL 2	0,17	12,94	2,20
CAVITY MILL 3	0,74	12,94	9,58
FIXED CONTOUR 1	9,84	12,94	127,33
FIXED CONTOUR 2	0,12	12,94	1,55
FIXED CONTOUR 3	0,07	12,94	0,91
FIXED CONTOUR 4	0,12	12,94	1,55
SUBTOTAL (h)		12,08	
SUBTOTAL (\$)			156,32

Fuente: Propia

La tabla 28 muestra el número de insertos y fresas necesarias para la elaboración del Molde y el costo de los mismos.

Tabla 28. Costo de consumibles necesarios para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavity Teléfono.

DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES A REALIZAR	TIPO DE INSERTOS A UTILIZAR SEGÚN LA OPERACIÓN	INSERTOS NECESARIOS PARA CADA OPERACIÓN (u)	COSTO UNITARIO DE LOS INSERTOS (\$/h)	COSTO TOTAL DE LOS INSERTOS (\$)
FACE MILLING (D:63mm)	SEKT 12T13 AGSN LT 30	5	10,84	54,2
CAVITY MILL 1 (D:25mm)	SEKT 12T13 AGSN LT 31	3	10,84	32,52
CAVITY MILL 2 (D:25mm)	SEKT 12T13 AGSN LT 32			
CAVITY MILL 3 (D:10mm)	SEKT 12T13 AGSN LT 33	1	10,84	10,84
FIXED CONTOUR 1 (D:5mm)	FRESA 5mm	10	10,54	105,4
FIXED CONTOUR 2 (D:1,5mm)	FRESA 1mm			
FIXED CONTOUR 3 (D:1,5mm)	FRESA 1mm	1	12,27	12,27
FIXED CONTOUR 4 (D:1,5mm)	FRESA 1mm			
SUBTOTAL (\$)				215,23

Fuente: Propia

En la tabla 29 se muestra el detalle del costo de la mano de obra para el presente ejemplo.

Tabla 29. Costo de la mano de obra necesaria para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavidad teléfono.

CARGO DEL TRABAJADOR	ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL PROYECTO	TIEMPO INVERTIDO EN CADA ACTIVIDAD (h)	COSTO DE LA MANO DE OBRA (\$/h)	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA (\$)
ING. MECÁNICO	DISEÑO Y SIMULACIÓN	2,00	12,50	25
	COTIZACIÓN Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES	1,00	12,50	12,5
	ARRANCAR Y FINALIZAR EL TRABAJO	1,00	12,50	12,5
LABORATORISTA	OPERACIÓN DE LA MÁQUINA CNC	2,00	7,01	14,02
	INSPECCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO	1,00	7,01	7,01
ASISTENTE	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS	0,5	3,75	1,88
	ENTRGA DE PRODUCTOS TERMINADOS	2,00	3,75	7,00
SUBTOTAL (h)			9,50	80,41
SUBTOTAL (\$):				

Fuente: Propia

La tabla 30 muestra el detalle del costo del material para el presente ejemplo.

Tabla 30. Costo del material necesario para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavity Teléfono.

MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL A UTILIZAR (Kg)	PRECIO UNITARIO DEL MATERIAL (\$/kg)	PRECIO TOTAL DE MATERIAL (\$)
ACERO K100	61,45	15,9	977,06
SUBTOTAL (\$)			977,06

Fuente: Propia

La tabla 31 muestra el detalle de costo de actividades complementarias consideradas para este ejemplo.

Tabla 31. Costo de actividades complementarias para el mecanizado del Molde de Inyección – Cavity Teléfono.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA	CANTIDAD (h)	COSTO UNITARIO (\$/h)	COSTO TOTAL (\$/h)
TRANSPORTE	2	6,00	12,00
SUBTOTAL (\$)			12,00

Fuente: Propia

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los costos que intervienen en el presente ejemplo:

Tabla 32. Resumen de costos para el mecanizado del Molde de Inyección Cavidad - Teléfono.

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
Costo de Operaciones	156,32
Costo de Consumibles	215,23
Costo de Mano de obra	80,41
Transporte	12,00
Costo de Materiales	977,06
TOTAL (h)	1.440,90

Fuente: Propia.

La siguiente figura muestra el cálculo del número total de horas para la elaboración del Molde de Inyección Cavidad – Teléfono en el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016.

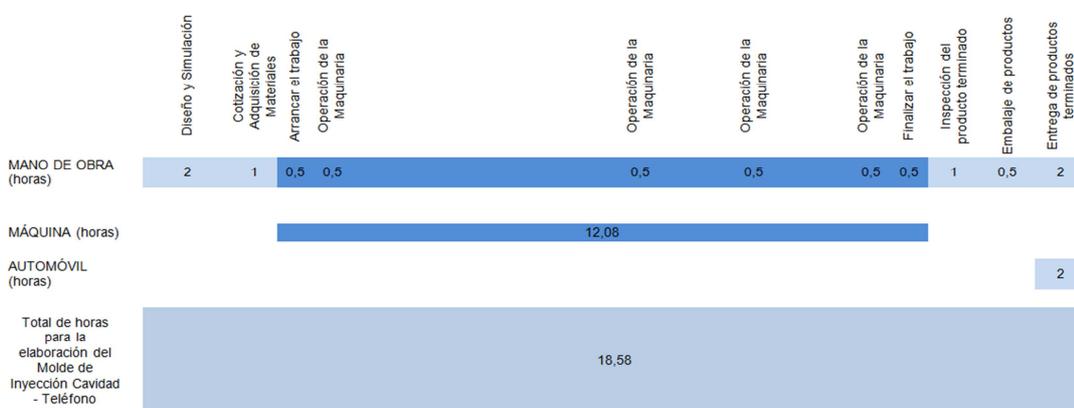


Figura 33. Cálculo del número total de horas para la elaboración del Molde de Inyección Cavidad – Teléfono.

El peso en porcentajes respecto al número total de horas dedicadas a la elaboración del Molde de Inyección Cavidad – Teléfono, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 33. Peso en porcentajes respecto al número total de horas invertidas en la elaboración del Molde de Inyección Cavidad – Teléfono.

DESCRIPCIÓN	HORAS INVERTIDAS (h)	% RESPECTO AL NÚMERO TOTAL DE HORAS INVERTIDAS
Operaciones Consumibles	12,08	65,01
Mano de obra	9,5	51,13
Transporte	2	10,76

Fuente: Propia.

Analizando la tabla 33 y la figura 33 podemos concluir que la Mano de Obra ocupa el 51,13 % del tiempo total de proceso, mientras que el 48,87% de tiempo restante puede ser invertido en la realización de otras actividades en el Laboratorio.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos en el software COSMEC, en el cual se siguieron los siguientes pasos:

- Llenar los datos del cliente y dar clic en modificar:

Cotizacion No.30
PRE-APROBADA

Datos del Cliente

Ruc/CI: | Cliente: | PRE:

Dirigido a: | Fecha:

Dirección: | Ciudad: | Telefono:

Figura 34. Datos del cliente a ser llenados por el cotizador.

- Llenar los datos del pedido:

Pedido

Proyecto: | Unidades a Elaborar: | No. Piezas:

Descripcion del Proyecto:

Forma de Pago: | Duración de la Cotización: | Descuento:

Tiempo de Entrega: | Lugar de Entrega:

Figura 35. Datos del pedido a ser llenado por el cotizador.

- Agregar las operaciones a elaborar:

Agregar Operaciones

Pieza: | Nombre de Pieza:

Maquina: | Tiempo (h): |

Descripcion Operacion Maquina:

Actividades Complementarias: | Tiempo (h): |

Descripcion Operacion Actividad:

Figura 36. Operaciones que deben ser agregadas por el cotizador.

- Revisar las operaciones agregadas y seleccionar una plantilla:

Operaciones Agregadas					
Filtrado Operaciones:	Seleccione una Opcion... ▼	Filtrado Piezas:	Seleccione una pieza... ▼		
Nombre Pieza	Operacion	Descripcion Operacion	Cantidad	Precio Unitario(\$)	Total(\$)
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	FACE MILLING	0.46	12.93	5.95
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	CAVITY MILL 1	0.56	12.93	7.24
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	CAVITY MILL 2	0.17	12.93	2.2
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	CAVITY MILL 3	0.74	12.93	9.57
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	FIXED CONTOUR 1	9.84	12.93	127.23
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	FIXED CONTOUR 2	0.12	12.93	1.55
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	FIXED CONTOUR 3	0.07	12.93	0.91
CAVIDAD PARA TELÉFONO	FADAL VMC 3016	FIXED CONTOUR 4	0.12	12.93	1.55
MOLDE DE TELÉFONO	ASISTENTE PARA ENVIO DE PRODUCTOS	ENVIO DE PRODUCTOS A LAS OFICINAS DE SANTOS CMII	2	3.75	7.5
MOLDE DE TELÉFONO	TRANSPORTE	ENVIO DE PRODUCTOS A LAS OFICINAS DE SANTOS CMII	2	6.00	12
MOLDE DE TELÉFONO	ATENCIÓN A COTIZACIONES	COTIZACIONES PARA COMPRA DE MATERIALES	1	12.50	12.5
MOLDE DE TELÉFONO	ASISTENTE PARA ENVIO DE PRODUCTOS	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS	0.5	3.75	1.88
CAVIDAD PARA TELÉFONO	Acero K100	ACERO APTO PARA MOLDES DE INYECCION	61.45	15.90	977.06
CAVIDAD PARA TELÉFONO	Insertos SEKT 12T3 AGSN LT 30	FACE MILLING (D:63mm)	5.00	10.84	54.2
CAVIDAD PARA TELÉFONO	Insertos SEKT 12T3 AGSN LT 30	CAVITY MILL 3 (D:10mm)	1.00	10.84	10.84
MOLDE DE TELÉFONO	FRESA DE 5 mm SC410C	PARA FIXED CONTOUR 1	10.00	10.54	105.4
MOLDE DE TELÉFONO	FRESA DE 1 mm	PARA: FIXED CONTOUR 2 FIXED CONTOUR 3 FIXED CONTOUR 4	1.00	12.27	12.27
MOLDE DE TELÉFONO	Insertos SEKT 12T3 AGSN LT 30	PARA CAVITY MILL 1,2	3.00	10.84	32.52
CAVIDAD PARA TELÉFONO	INGENIERO MECANICO	DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL ELEMENTO	2.00	12.50	25
CAVIDAD PARA TELÉFONO	INGENIERO MECANICO	ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MÁQUINA	1.00	12.50	12.5
MOLDE DE TELÉFONO	LABORATORISTA	OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA CNC	2.00	7.01	14.02
MOLDE DE TELÉFONO	LABORATORISTA	INSPECCIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS	1.00	7.01	7.01
SubTotal Filtrado					1440.9
SubTotal Cotizacion					1440.9
Descuento					0%
I.V.A.					12%
TOTAL DE LA COTIZACION					1613.81

Figura 37. Operaciones Agregadas para la cotización en el Software COSMEC.

- Impresión de detalle de operaciones de la cotización: se puede imprimir el detalle de costos internos como se muestra a continuación.

	UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA							
Cliente : SANTOS CMI Dirigido a : EDWIN PASACA RUC/CI : 1722814637 Ciudad : QUITO Telefono : 2340579 Direccion : AV. ELOY ALFARO Y AV. AMAZONAS Proyecto : MOLDE DE INYECCION PARA CAVIDAD DE TELEFONO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Cotizacion</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">APROBADA</td></tr> <tr><td>No: 30</td></tr> <tr><td>Fecha: 2014-01-16</td></tr> <tr><td>Duracion: 10 DIAS</td></tr> <tr><td>Entrega: 5 DIAS</td></tr> </table>	Cotizacion	APROBADA	No: 30	Fecha: 2014-01-16	Duracion: 10 DIAS	Entrega: 5 DIAS	
Cotizacion								
APROBADA								
No: 30								
Fecha: 2014-01-16								
Duracion: 10 DIAS								
Entrega: 5 DIAS								
Operaciones Agregadas								
Nombre Pieza	Operacion	Descripcion Operacion	Cantidad	Precio Unitario(\$)	Total(\$)			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	FACE MILLING	0.46	12.93	5.95			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	CAVITY MILL 1	0.56	12.93	7.24			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	CAVITY MILL 2	0.17	12.93	2.2			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	CAVITY MILL 3	0.74	12.93	9.57			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	FKED CONTOUR 1	9.84	12.93	127.23			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	FKED CONTOUR 2	0.12	12.93	1.55			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	FKED CONTOUR 3	0.07	12.93	0.91			
CAVIDAD PARA TELEFONO	FADAL VMC 3016	FKED CONTOUR 4	0.12	12.93	1.55			
MOLDE DE TELEFONO	ASISTENTE PARA ENVI DE PRODUCTOS	ENVI DE PRODUCTOS A LAS OFINAS DE SANTOS CMI	2	3.75	7.5			
MOLDE DE TELEFONO	TRANSPORTE	ENVI DE PRODUCTOS A LAS OFINAS DE SANTOS CMI	2	6.00	12			
MOLDE DE TELEFONO	ATENCION A COTIZACIONES	COTIZACIONES PARA COMPRA DE MATERIALES	1	12.50	12.5			
MOLDE DE TELEFONO	ASISTENTE PARA ENVI DE PRODUCTOS	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS	0.5	3.75	1.88			
CAVIDAD PARA TELEFONO	Acero K100	ACERO APTO PARA MOLDES DE INYECCION	61.45	15.90	977.06			
CAVIDAD PARA TELEFONO	Inseros SEKT 12T3 AGSN LT 30	FACE MILLING (D53mm)	5.00	10.84	54.2			
CAVIDAD PARA TELEFONO	Inseros SEKT 12T3 AGSN LT 30	CAVITY MILL 3 (D:10mm)	1.00	10.84	10.84			
MOLDE DE TELEFONO	FRESA DE 5 mm SC410C	PARA FKED CONTOUR 1	10.00	10.54	105.4			
MOLDE DE TELEFONO	FRESA DE 1 mm	PARA: FKED CONTOUR 2 FKED CONTOUR 3 FKED CONTOUR 4	1.00	12.27	12.27			
MOLDE DE TELEFONO	Inseros SEKT 12T3 AGSN LT 30	PARA CAVITY MILL 1,2	3.00	10.84	32.52			
CAVIDAD PARA TELEFONO	INGENIERO MECANICO	DISEÑO Y SIMULACION DEL ELEMENTO	2.00	12.50	25			
CAVIDAD PARA TELEFONO	INGENIERO MECANICO	ENCENDIDO Y APAGADO DE LA MAQUINA	1.00	12.50	12.5			
MOLDE DE TELEFONO	LABORATORISTA	OPERACION DE LA MAQUINARIA CNC	2.00	7.01	14.02			
MOLDE DE TELEFONO	LABORATORISTA	INSPECCION DE PRODUCTOS TERMINADOS	1.00	7.01	7.01			
SubTotal Filtrado					1440.9			
SubTotal Cotizacion					1440.9			
Descuento					0%			
I.V.A.					12%			
TOTAL DE LA COTIZACION					1613.81			

Figura 38. Ejemplo de detalle interno de cotización realizada en el software COSMEC.

- Impresión de la cotización: de igual forma se puede imprimir la cotización que será presentada al cliente. Esto se evidencia en la siguiente figura.



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA

Cliente :	SANTOS CMI		
Dirigido a :	EDWIN PASACA		
RUC/CI :	1722814637	Ciudad :	QUITO
Telefono :	2340579		
Direccion :	AV. ELOY ALFARO Y AV. AMAZONAS		
Proyecto :	MOLDE DE INYECCION PARA CAVIDAD DE TELEFONO		

Cotizacion	
APROBADA	
No:	30
Fecha:	2014-01-16
Duracion:	10 DIAS
Entrega:	5 DIAS

Costo por Unidad				
Cantidad	Descripcion	Unidad	Precio Unitario (\$/u)	Precio Total (\$)
1	Molde de inyección cavidad para teléfono. Dimensiones: 350x240x95mm	u	1613.81	1613.81

SubTotal Cotizacion :	1440.9
Descuento (0%) :	0
I.V.A. (12%) :	172.91
TOTAL DE LA COTIZACION :	1613.81

Forma de Pago : EFECTIVO	Lugar de Entrega : OFICINAS DE LA EMPRESA SANTOS CMI
---------------------------------	---

Figura 39. Ejemplo de cotización (Molde de Inyección Cavidad - Teléfono) hecha en el programa COSMEC.

Se puede observar que ambas cotizaciones presentan los mismos valores, aprobando la información generada en el software COSMEC.

De la misma forma se realizó un ejemplo para el Torno VIWA VTC 1640 – T400 considerando los siguientes datos:

- **Nombre del elemento:** Pieza de Ajedrez.
- **Dimensiones:**
 - **Altura:** 100mm
 - **Diámetro:** 50mm
- **Material:** Acero K100
- **Volumen:** 0,19 dm³
- **Densidad:** 7,70 Kg/dm³
- **Peso:** 1,4 Kg

Adicionalmente se considerarán los datos presentes en las siguientes tablas.

Tabla 34. Costo de operaciones para el torneado de la Pieza de Ajedrez.

DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES A REALIZAR	TIEMPO EN REALIZAR CADA OPERACIÓN (h)	PRECIO UNITARIO DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO (\$/h)	PRECIO TOTAL (\$/h)
CILINDRADO 1	0,03	7,57	0,23
CILINDRADO 2	0,05	7,57	0,38
CILINDRADO 3	0,03	7,57	0,23
CILINDRADO 4	0,03	7,57	0,23
CILINDRADO 5	0,03	7,57	0,23
SUBTOTAL (h)	0,17	SUBTOTAL (\$)	1,30

Fuente: Propia.

Tabla 35. Costo de consumibles para el torneado de la Pieza de Ajedrez.

DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES A REALIZAR	TIPO DE INSERTOS A UTILIZAR SEGÚN LA OPERACIÓN	INSERTOS NECESARIOS PARA CADA OPERACIÓN (u)	COSTO UNITARIO DE LOS INSERTOS (\$/h)	COSTO TOTAL DE LOS INSERTOS (\$)
CILINDRADO 1				
CILINDRADO 2				
CILINDRADO 3	DNMG 150708 NN LT 10	1	11,9	11,9
CILINDRADO 4				
CILINDRADO 5				
SUBTOTAL (\$)				11,9

Fuente: Propia

Tabla 36. Costo de mano de obra necesaria para el torneado de la Pieza de Ajedrez.

CARGO DEL TRABAJADOR	ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL PROYECTO	TIEMPO INVERTIDO EN CADA ACTIVIDAD (h)	COSTO DE LA MANO DE OBRA (\$/h)	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA (\$)
ING. MECÁNICO	DISEÑO Y SIMULACIÓN	2	12,50	25,00
	COTIZACIÓN Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES	1	12,50	12,50
	ARRANCAR Y FINALIZAR EL TRABAJO	0,17	12,50	2,08
LABORATORISTA	OPERACIÓN DE LA MÁQUINA CNC	0,5	7,01	3,51
	INSPECCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO	0,33	7,01	2,34
ASISTENTE	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS	0,5	3,75	1,88
	ENTREGA DE PRODUCTOS TERMINADOS	2	3,75	7,50
SUBTOTAL (h)		0,17	SUBTOTAL (\$)	54,83

Fuente:(Ginjaume, 2005)

Tabla 37. Costo del material necesario para el torneado de la Pieza de Ajedrez.

MATERIAL	CANTIDAD DE MATERIAL A UTILIZAR (Kg)	PRECIO UNITARIO DEL MATERIAL (\$/kg)	PRECIO TOTAL DE MATERIAL (\$)
ACERO K100	1,4	15,90	22,27
SUBTOTAL (\$)			22,27

Fuente: Propia

Tabla 38. Costo de actividades complementarias para el torneado de la Pieza de Ajedrez.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA	CANTIDAD (h)	COSTO UNITARIO (\$/h)	COSTO TOTAL (\$/h)
TRANSPORTE	2	6,00	12,00
SUBTOTAL (\$)			12,00

Fuente: Propia

La siguiente figura muestra el cálculo del número total de horas para la elaboración de la Pieza de Ajedrez en el Torno VIWA VTC 1640 – T400.

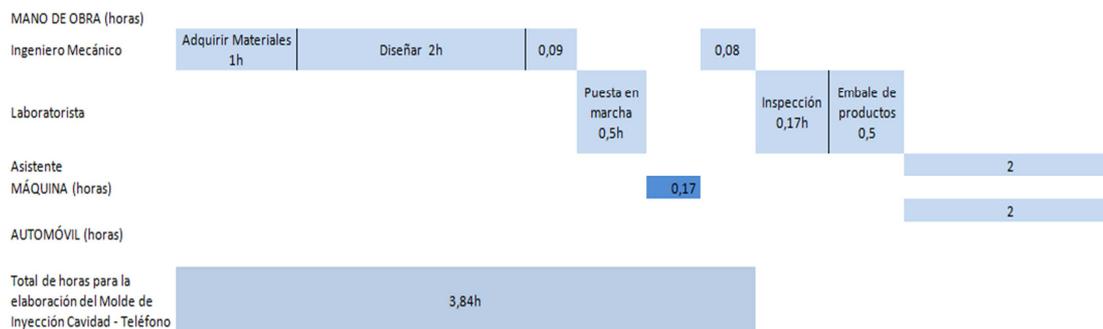


Figura 40. Cálculo del número total de horas para la elaboración de la Pieza de Ajedrez.

La siguiente tabla muestra el resumen de costos para el torneado de la Pieza de Ajedrez:

Tabla 39. Resumen de Costos para el torneado de la Pieza de Ajedrez.

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
Operaciones	1,30
Consumibles	11,9
Mano de obra	54,83
Actividades complementarias	12,00
Materiales	22,27
TOTAL (\$)	102,29

Fuente: Propia

La siguiente tabla muestra el peso en porcentajes respecto al número total de horas dedicadas en a operaciones, mano de obra y actividades complementarias (se excluye materiales ya que el Laboratorio no contará con stock de los mismos); se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 40. Peso en porcentajes respecto al número total de horas invertidas en el torneado de la Pieza de Ajedrez.

DESCRIPCIÓN	HORAS INVERTIDAS (h)	% RESPECTO AL NÚMERO TOTAL DE HORAS INVERTIDAS
Operaciones	0,17	4,42
Consumibles		
Mano de obra	3	92,96
Transporte	2	52,08

Fuente: Propia

De la figura 40 y la tabla 40, se puede concluir que la mano de obra de ocupa el 92,96 % en la elaboración de la Pieza de Ajedrez, mientras que el Torno VIWA VTC 1640-T400 es utilizado solamente el 4,42 % del tiempo total. Los porcentajes de las tablas 33 y 40 se utilizarán posteriormente para las proyecciones económicas en el Capítulo 6.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el Software COSMEC para la elaboración de la Pieza de Ajedrez, que son iguales a los resultados del cálculo hecho en EXCEL.



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA



Cliente : SANTOS CMI
Dirigido a : EDWIN PASACA
RUC/CI : 1722814637 **Ciudad :** QUITO
Telefono : 2340579
Direccion : AV. ELOY ALFARO Y AV. AMAZONAS
Proyecto : PIEZA DE AJEDREZ

Cotizacion	
APROBADA	
No:	34
Fecha:	2014-01-19
Duracion:	10 Días
Entrega:	2 Dias

Costo por Unidad				
Cantidad	Descripcion	Unidad	Precio Unitario (\$/u)	Precio Total (\$)
1	Pieza de Ajedrez: Diámetro 50mm. Altura 100mm	u	114.56	114.56
SubTotal Cotizacion :				102.29
Descuento (0%) :				0
I.V.A. (12%) :				12.27
TOTAL DE LA COTIZACION :				114.56

Forma de Pago : Efectivo	Lugar de Entrega : Oficinas de la empresa Santos CMI
---------------------------------	---

Figura 41. Ejemplo de cotización (Pieza de Ajedrez) hecha en el programa COSMEC

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.

6.1 Introducción.

El presente capítulo tiene como objetivo evaluar financiera y económicamente la factibilidad de prestar servicios externos en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM con el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y el Torno VIWA VTC 1640 – T400.

Además se estimarán las inversiones que se realizarán en activos fijos, activos diferidos y capital de operaciones.

6.2 Inversiones iniciales para la prestación de servicios en el Laboratorio de Procesos de Manufactura.

Para arrancar con la prestación de servicios externos en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, luego de los respectivos análisis y cálculos realizados se ha llegado a concluir que la inversión inicial mínima para ejecutar el proyecto de manera técnica, comercialmente adecuada y económicamente rentable se estimó un monto de \$35.803,43 cuyos detalles de los activos fijos y capital de trabajo en el primer año de inversión inicial (2014) comprende los siguientes montos:

- Herramientas:
 - Sujetadores.
 - Útiles de corte.

- Mantenimiento:
 - Preventivo.
 - Correctivo.

La siguiente tabla muestra el detalle de las inversiones iniciales:

Tabla 41. Inversiones iniciales para la prestación de servicios en el Laboratorio de Procesos de manufactura del DECEM (AÑO 0).

COSTO DE INVERSIÓN FIJA	
Descripción	Valor (\$)
Muebles y Enseres	560,00
Equipo de Oficina	2.300,00
Equipo para taller y herramientas	24.943,43
SUBTOTAL 1 (\$)	27.803,43
COSTOS DE ACTIVOS DIFERIDOS	
Estudio Técnico y de ingeniería del proyecto.	8.000,00
SUBTOTAL 2 (\$)	8.000,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	35.803,43

Fuente: Propia

6.3 Análisis de Proyecciones Financieras.

Las proyecciones financieras se realizaron para un período de diez años y con porcentajes de inflación según el INEC. La siguiente tabla muestra los porcentajes de inflación del Ecuador en el año 2013.

Tabla 42. Porcentajes de Inflación del Ecuador - 2013.

Descripción	Porcentaje.
Julio 2013	2.39%
Junio 2013	2.68%
Mayo 2013	3.01%
Abril 2013	3.03%
Marzo 2013	3.01%
Febrero 2013	3.48%
Enero 2013	4.10%

Fuente: http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion

La tabla que se muestra a continuación detalla el análisis y las proyecciones económicas, donde se obtuvieron los valores de ingresos por servicios de mecanizado y egresos por: mano de obra, herramientas, mantenimiento, activos fijos y servicios generales. Para esto se toman las siguientes consideraciones: la inflación promedio del año 2013 = 3,08 % y el porcentaje de horas laborables que se estiman en el 60 % para el primer año con incrementos del 5% hasta el cuarto año, después del cual se espera mantener el porcentaje de horas de servicio prestadas constante en el 75%; considerando que las máquinas del Laboratorio son utilizadas también para prácticas de los alumnos del DECEM.

Además, para el cálculo de ingresos por mano de obra, consumibles y transporte, se tomará en cuenta lo siguiente:

- Para el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 según el ejemplo realizado en el Capítulo 5, de la tabla 33, los porcentajes

de tiempos para las proyecciones económicas serán los siguientes:

- Maquinaria y Consumibles: 65,05%
 - Mano de obra: 51,13%
 - Transporte: 10,76%
- Para el Torno VIWA en concordancia con el ejemplo realizado en el Capítulo 5 y según la tabla 40, los porcentajes de tiempos para las proyecciones económicas serán:
 - Maquinaria y Consumibles: 4,42%
 - Mano de Obra: 92,96%
 - Transporte: 52,08%

Sin embargo, del ejemplo realizado (Capítulo 5) para el Torno VIWA VTC 1640 – T400, se concluye que se debe producir piezas en serie y utilizar la máquina al menos el 60% de horas laborables disponibles; de este modo el proyecto será rentable.

Se considerarán también los siguientes valores:

- Costo promedio de útiles de corte:
 - Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016: \$ 12,94.
 - Torno VIWA VTC 1640-T400: \$ 7,57.

- Costo por mano de obra: 12,50 (\$/h), considerando que Ingeniero Mecánico estará al frente de la ejecución del servicio de mecanizado.
- Costo por transporte: 6,00 (\$/h).

Tabla 43. Análisis y proyecciones financieras del proyecto.

Fuente: Propia

Continúa.....

A continuación se muestra el ejemplo de cálculos (año 1):

- **Ingresos por Servicios de Mecanizado:**

$$\text{Servicios} = \text{Hs} * \text{Fp} * 1920 * \text{Pf} \quad (\text{Ec. 6. 1})(\text{CAPT. Haro, 2010})$$

Donde:

Hs: porcentaje de horas de servicio= 60%.

Fp: Factor productivo de trabajo(Sarmiento, 2002) = 1.

Horas laborales al año: 1920

Pf: Precio de servicio de la máquina incluido mano de obra

Reemplazando en (4.1):

$$\text{Servicios de mecanizado FADAL VMC 3016} = 0,60 * 1 * 1920 *$$

$$12,94 = 14.906,88 \text{ \$/año.}$$

$$\text{Servicios de mecanizado VIWA VTC 1640-T400} = 0,60 * 1 *$$

$$1920 * 7,57 = 8.720,00 \text{ \$/año.}$$

$$\text{Ingresos por mano de obra FADAL} = 0,50 * 0,60 * 1 * 1920 *$$

$$12,50 = 7.200,00 \text{ \$/año.}$$

Ingresos por mano de obra VIWA = $0,50 * 0,60 * 1 * 1920 * 12,50$
 = 7.200,00 \$/año.

Ingresos por consumibles FADAL = $0,60 * 1 * 1920 * 12,16 =$
 14.008,32 \$/año

Ingresos por consumibles VIWA = $0,60 * 1 * 1920 * 9,73 =$
 11.208,96 \$/año

Ingresos por transporte FADAL = $0,10 * 0,60 * 1 * 1920 * 6,00$
 = 691,20 \$/año

Se suman estos tres valores y se obtiene el **TOTAL DE SERVICIOS DE MECANIZADO** =63.463,68\$/año

- **Egresos por Mano de Obra:**

Mano de obra = $CMO * HS * 1920$ (Ec. 6. 2)

Donde:

MOD: Salario de Mano de Obra directa

Reemplazando en (6.2):

Mano de obra Laboratorista = $7,01 * 0,60 * 1920 = 8.075,52$
 \$/año

Mano de obra Ing. Mec. = $12,50 * 0,60 * 1920 = 14.400,00$ \$/año

Mano de obra Asistente = $3,75 * 0,60 * 1920 = 4.320,00$ \$/año

Se suman estos 3 valores y se obtiene el COSTO DE LA MANO DE OBRA = 26.795,52 \$/año

- **Egresos por Útiles de corte:**

Para útiles de corte, se considera el porcentaje de horas de servicio anuales según las tablas 39 y 33, se multiplica por el costo anual de las tablas 6 y 7.

- **Depreciaciones:**

Para el cálculo de depreciaciones se utilizó el método de línea recta conforme los siguientes ejemplos:

$$\text{Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016} = \frac{117.310,56 - (0,10 * 117.310,56)}{10}$$

$$= 10.557,95 \text{ $/año}$$

$$\text{Muebles y Enseres} = \frac{560,00 - (0,10 * 560)}{5} = 100,80 \text{ $/año}$$

- **Egresos por Servicios generales y Mantenimiento Preventivo:**

Para las proyecciones de Mantenimiento, se toma los valores de las tablas 14 y 15, los mismos se encuentran en dólares al año (\$/año).

El consumo de energía eléctrica se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Energía eléctrica} = E_f * H_s * 1920 * 0,079 \quad (\text{Ec. 6. 3}).$$

Reemplazando tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Energía eléctrica FADAL VMC 3016} &= 9,90 * 0,60 * 1920 * 0,079 \\ &= 900,98 \text{ \$/año.} \end{aligned}$$

El consumo de agua se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Agua FADAL VMC 3016} = 0,87 \text{ m}^3 * 0,683 \text{ \$/m}^3 = 0,59 \text{ \$/año}$$

La suma de los GASTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN =
7.014,80 \\$/año

Finalmente se suman los ingresos (Servicios de Mecanizado) y los egresos (Mano de obra directa, Materia Prima, Gastos Indirectos de Fabricación y Depreciaciones) obteniendo los siguientes rubros:

INGRESOS= \$ 63.936,68

EGRESOS = \$ 58.701,41

GANANCIA = \$ 5.234,35

6.4 Tasa Mínima de Retorno Aceptable (TMAR).

La TMAR de un proyecto, hace referencia a la tasa máxima que ofrecen los bancos con una inversión a plazo fijo; en este caso se tomará como referencia el índice de inflación del país cuyo valor (BCE, 2013) es de 3,08%. El otro factor influyente en la TMAR es el premio al riesgo, en este caso es el porcentaje (BCE, 2013) al riesgo país es de 8,17%.

La TMAR para el presente proyecto será de 11,25%; ésta es la tasa con la cual se calculará la rentabilidad del proyecto en sus diferentes indicadores.

6.5 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno.

El cálculo del VAN permite establecer si:

- El proyecto es indiferente (VAN=0)
- El proyecto debe ser rechazado (VAN<0)
- El proyecto debe ser aceptado (VAN>0).

La TIR será comparada con la TMAR y esto permitirá establecer si:

- El proyecto es indiferente (TIR = TMAR)

- El proyecto debe ser rechazado ($TIR < TMAR$)
- El proyecto debe ser aceptado ($TIR > TMAR$)

El VAN y la TIR son calculados con la ayuda de EXCEL, teniendo en cuenta el flujo de caja que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 44. Flujo de caja para cálculo del VAN.

AÑOS	FLUJO NETO
0	(35.803,43)
1	5.234,35
2	10.009,48
3	15.267,86
4	22.021,48
5	23.446,88
6	24.917,06
7	26.433,44
8	27.997,45
9	29.610,59
10	31.274,38

Fuente: Propia

Los resultados obtenidos son los siguientes:

$$VAN = \$ 126.853,42$$

$$TIR = 39\%$$

6.6 Relación Beneficio/Costo (B/C).

Este criterio establece que la relación B/C debe ser mayor que uno para que el proyecto sea aceptado. Dicha relación se calculará con la siguiente ecuación:

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t}} \text{ (Ec. 6. 4)(Lara)}$$

$$B/C = \frac{517.236,68}{441.302,38} = 1,17$$

6.7 Período de Recuperación de la Inversión (PRI) y Punto de Equilibrio.

- **PRI:** Este criterio sirve para medir el plazo de tiempo que se necesita para que los flujos netos de una determinada inversión sean favorables para el proyecto.

Para analizar esto se utilizará la tabla 43 y a continuación se visualizará el periodo de recuperación de la inversión (PRI).

En el año 0: \$ -35.803,43

En el año 1: \$ 5.234,35. En este año aún no se recupera la inversión inicial y se tendrá un saldo de \$ -30.569,08

En el año 2: \$ 10.009,48. En este año no se recupera la inversión inicial y se tiene un saldo de \$ -20.559,60

En el año 3: \$ 15.267,86. En este año no se recupera la inversión inicial y se tiene un saldo de \$ -5.291,74.

En el año 4: \$ 22.021,48. En este año se recupera la inversión inicial y se tiene una ganancia de \$ 16.729,74.

Para calcular el tiempo exacto de recuperación de la inversión se hace lo siguiente:

$-5.291,74 + X(22.021,48/12) = 0$, X será el número de meses requeridos para recuperar la inversión.

$X = 2,88$ meses

PRI = 4 años, 2 meses y 26,40 días

- **Punto de equilibrio:** este criterio sirve para determinar al nivel en el cual los ingresos son iguales a los costos y gastos, es decir al costo total y por ende no existirá utilidad ni pérdida.

Una vez determinado el Período de Recuperación de la Inversión, se determinarán el número de horas a las cuales se alcanzará el

punto de equilibrio. A continuación se realizará el cálculo correspondiente:

En el año 1: se prevé prestar servicios el 60% de las horas laborables (4,8 horas diarias), es decir 1152 horas en el año.

En el año 2: se prevé prestar servicios el 65% (5,2 horas diarias) de horas laborables en el año, es decir 1248 horas en el año.

En el año 3: se prevé prestar servicios el 70% (5.6 horas diarias) de horas laborables al año, es decir 1344 horas en el año.

En el año 4: se prevé prestar servicios el 75% (6 horas diarias) de horas laborables al año, es decir 1440 horas en el año.

En este año se recupera la inversión a los 2 meses y 26.4 días, lo que en horas laborables serían 336 horas

Al sumar el número de horas de estos 4 años se tendrá que el punto de equilibrio se alcanzará a las 4080 horas de prestación de servicios.

6.8 Resultados del análisis Económico - Financiero.

En concordancia con los indicadores económicos y financieros (mostrados en la siguiente tabla) evaluados anteriormente, se puede concluir que el proyecto es factible para su implementación.

Tabla 45. Indicadores Económicos – Financieros para la prestación de servicios del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM.

INDICADORES ECONÓMICOS - FINANCIEROS	
TMAR	11,25%
VAN	\$ 126.853,42
TIR	39%
B/C	1,17
PRI	4 años, 2 meses y 26 días

Fuente: Propia

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1 Conclusiones.

La formulación de las conclusiones se realiza en base al análisis precedente de los resultados obtenidos en el estudio de diagnóstico y en el estudio de factibilidad. Estas se concretan en las siguientes:

- El Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, cuenta con maquinaria CNC (Centro de Mecanizado FADAL, Torno VIWA y además dispone de una Prototipadora), lo que genera una oportunidad ante la creciente demanda del servicio de mecanizado CNC en el mercado local.
- El cálculo del costo por servicio (hora-máquina) que se ofertará al mercado será de 12,94 \$/h para el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y 7,57 \$/h para el Torno VIWA VTC 1640 – T400.
- Como resultado del estudio técnico para la prestación de servicios externos en el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 se determinó, que el precio que se ofertará es 35,30% menor al precio ofertado (20 \$/h) en el mercado, por los potenciales competidores.
- En el caso del Torno VIWA VTC 1640-T400 se determinó que el precio de la hora máquina para la prestación de servicios externos

es 62,15% menor al precio ofertado en el mercado, por los potenciales competidores.

- Si se considera el costo de inversión inicial de la Ec. 4.2

$$C_m = \frac{(V_o M_f + V_r) * i}{2 * h e a} + \frac{D_m}{H},$$

el costo hora – máquina del Centro de Mecanizado será de 13,14 dólares por hora (\$/h) y el precio de la hora máquina, considerando una rentabilidad del 30 %, será de 17,08 dólares por hora (\$/h). Lo que implica que el precio del servicio será 14,6 % menor que el precio ofertado por los potenciales competidores (20 \$/h).

- Del mismo modo si se considera el costo de inversión para el TORNO VIWA VTC 1640-T400, el costo hora – máquina será de 7,09 dólares por hora (\$/h) y el precio de la hora máquina, considerando una rentabilidad del 30% será de 9,22 dólares por hora (\$/h). Esto implica que el precio del servicio será 53,90 % menor del ofertado por los potenciales competidores (20 \$/h).
- El Torno VIWA VTC 1640 - T400 debe ser utilizado para producción en serie, para utilizar en mayor proporción la máquina y disminuir los costos generados por mano de obra.
- Los elementos producidos con mayor frecuencia en el medio son: ejes, engranes, matrices y moldes. Utilizando materiales como: aceros, broces, aluminios, hierros y algunos polímeros. Es

importante contar con una base de datos de los costos de estos materiales para elaborar cotizaciones con mayor facilidad.

- El estudio económico - financiero del presente proyecto, reveló que la inversión inicial sería de \$ 35.803,43. Considerando esto, los índices económicos - financieros de factibilidad para un periodo de 10 años arrojaron los siguientes resultados:
 - VAN = \$ 126.853,42
 - TIR = 39%
 - B/C = 1,17
 - PRI= 4 años, 2 meses y 26,4 días
- Del estudio realizado en el capítulo 6 del presente proyecto se puede concluir que:
 - El valor actual neto es mayor que cero.
 - La TIR es mayor que la TMAR.
 - La relación costo – beneficio es mayor que uno.

Por lo que el proyecto puede ser aceptado y considerado para su ejecución.

- El Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM posee maquinaria CNC que está siendo subutilizada, ya que prestan servicios para prácticas de Laboratorio durante 40 horas mensuales (480 horas anuales), esto implica que las máquinas se encuentran paradas 120 horas mensuales, que al año serían 1440 horas; y al

prestar servicios externos se podría generar una ganancia de \$18.633,60 anuales con el Centro de Mecanizado FADAL VMC 3016 y con el torno VIWA \$ 10.900,80 anuales, sin incluir el costo de la mano de obra.

- La utilización de un software para el cálculo de costos permitirá realizar cotizaciones en el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, con mayor rapidez y eficacia, considerando todos los elementos y criterios que intervienen al mecanizar un determinado elemento o pieza.
- El software es un entorno amigable para el usuario, posee guías de ayuda en cada una de las ventanas o formularios para facilitar el correcto uso del mismo. Además es un programa “tipo” que puede desarrollarse e implementarse para calcular los costos en otros Laboratorios de los diferentes departamentos de la ESPE.
- Al desarrollar un software en el entorno web, permite al usuario tener mayor accesibilidad al mismo, es decir; puede trabajar desde cualquier dispositivo móvil o computador portátil con acceso a internet.
- Existen empresas ajenas al sector metalmecánico, que necesitan los servicios de mecanizado para la elaboración de sus productos. Estas empresas pertenecen mayoritariamente al sector de alimentos o al sector textil. Esto permitirá ampliar el campo de acción en el

cual trabajaría el Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM

7.2 Recomendaciones.

Las siguientes recomendaciones se redactan en relación a las conclusiones obtenidas en el estudio de diagnóstico y en el estudio de factibilidad así:

- Introducir el servicio de mecanizado al mercado, garantizando la permanencia del mismo aprovechando el hecho de ser una universidad de prestigio académico y también contar con apoyo del estado hacia el sector metalmeccánico y ser declararlo como sector estratégico para el desarrollo del país.
- Es necesario garantizar el suministro del servicio a los clientes que lo demanden de acuerdo con la capacidad tecnológica instalada y el personal disponible en el laboratorio para invertir posteriormente en tecnología y capacitación del personal, en función del crecimiento en la demanda del servicio.
- Se debe capacitar con regularidad al personal involucrado con el sistema de prestación de servicios y comercialización, además de motivar y estimular el desempeño en las actividades que desarrollan.
- Realizar un monitoreo permanente de las máquinas en base a los manuales proporcionados por el fabricante, llenando los registros de

trabajo, libros de vida, cambios de pieza, lubricantes entre otros; lo que permitirá prolongar la vida útil de las máquinas y optimizar el rendimiento de trabajo de las mismas.

- Para seleccionar el fluido de corte y prolongar la vida útil de la herramienta, es recomendable considerar los siguientes criterios:
 - Material del elemento a fabricar.
 - Material del útil de corte.
 - Y la maquinaria de trabajo.

Tomar en cuenta estos criterios, ayudará prolongar la duración de las herramientas de corte y por ende ahorrar al invertir en consumibles.

- Para seleccionar el personal para la prestación de servicios del Laboratorio de Procesos de Manufactura del DECEM, es necesario tener en cuenta lo siguiente:
 - Experiencia en el manejo de maquinaria CNC.
 - Experiencia en el diseño de elementos y programación.
 - Experiencia en la producción de partes y piezas por medio de tecnología CNC.

De este modo se puede garantizar la correcta operación de las máquinas, el correcto mantenimiento de las mismas y desde luego, el servicio de mecanizado CNC en sí.

- Mantener capacitaciones continuas al personal sobre la utilización del Software COSMEC y programación de máquinas CNC para de esta manera conseguir:
 - El apoyo del colaborador en la solución de problemas y en la toma de decisiones.
 - Incrementar la confianza, la asertividad y el desarrollo.
 - Incrementar el nivel de satisfacción de los trabajadores.
 - Incrementar la productividad y calidad del trabajo.
 - Mejorar la relación entre jefes y subordinados.
- Se sugiere realizar un proyecto complementario sobre los tiempos de mecanizado de elementos tipo como: engranes, matrices, ejes, etc., con la finalidad de incrementar la aplicación del software COSMEC, el cual podría sugerir un estándar de tiempos para procesos y operaciones básicas en la elaboración de un determinado elemento.
- Se propone realizar un estudio sobre los porcentajes de utilización de recursos (Maquinaria, Mano de obra, Consumibles, etc.) en los procesos de mecanizado.

BIBLIOGRAFÍA.

- Apachefriends. (2013). *XAMPP*. Obtenido de www.apachefriends.org/es/xampp.htm
- Aptana. (2013). *Aptana*. Obtenido de <http://www.bilib.es/recursos/analisis-de-aplicaciones/analisis/doc/analisis-de-aplicacion-aptana-studio-3-1/>
- Bawa, H. (2007). *Procesos de Manufactura*. México: Mc Graw Hill.
- BCE. (2013). *Banco Central del Ecuador*. Recuperado el 2013, de http://www.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion.
- BEREZIAK. (2013). (E. Pasaca, Entrevistador)
- Boholer. (2012). *Catálogo de Aceros*. Quito.
- CAPT. Haro, C. S. (2010). *Estudio de factibilidad Técnica, Económica y Financiera para implementar un centro de manufactura computarizada en la ESPE*. Quito.
- Castellanos, S. (2013). Ingeniero. (E. Pasaca, Entrevistador)
- Superintendencia de compañías (2012). Obtenido de www.supercias.gob.ec/consultas/inicio.html
- CONELEC. (2013). *Conelec*. Obtenido de http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10094_CARGOS%202012.pdf. Cargos y Tarifas. CONELEC.

- EMPAAPQ. (2013). *EMAAPQ*. Obtenido de http://www.emaapq.gob.ec/index.php?option=com_docman&view=docman&Itemid=522.
- ESPE, F. d. (15 de mayo de 2013). (E. Pasaca, Entrevistador)
- FADAL. (2013). *Maintenace Manual*.
- Filezilla-Project. (s.f.). *Filezilla-Project*. Obtenido de www.filezilla-project.org/
- Gerencie.com, G. (2013). *Gerencie.com*. Recuperado el 26 de Abril de 2013, de <http://www.gerencie.com/metodos-de-depreciación.html>
- Ginjaume, A. y. (2005). *Realización de Proyectos y Piezas en las máquinas herramienta*. Madrid, España: Parainfo, S.A.
- Groover, M. (2005). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. Pearson Prentice.
- Lara, B. (s.f.). *Como Elaborar Proyectos de Inversión Paso a paso*. Quito: Oseas Espín.
- Meyer, B. (s.f.). *Construcción de software orientado a objetos*. Preteice Hall.
- MYSQL. (2013). *MYSQL*. Obtenido de <http://www.mysql.com/products/enterprise/>
- NIIF (2010).
- Olmedo, F. (2012). *Libro de vida de la Fresadora CNC 3016 FADAL*. QUITO.

- ProEcuador. (2013). *Análisis Sectorial de Metalmecánica*.
- Riofrío, P. (2012). Formulación del Programa de Desarrollo, Innovación e Investigación de Procesos de Manufactura en el departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica de la Escuela Politécnica del Ejército, Campus Sangolquí. 19.
- S. Kalpakjian, S. S. (2008). *Manufactura, Ingeniería y Tecnología*. México: Pearson Prentice Hall.
- SANDVIK. (2010). Corokey 2010. Obtenido de SANDVIK
<http://www.sandvik.coromant.com>
- Sarmiento, R. (2002). *Contabilidad General*.
- Slideshare. (2013). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:
www.slideshare.net/UQROOczm/ejemplos-matriz-foda
- Velasco, R. (2012). *Libro de vida Torno CNC VIWA VTC 1640*. QUITO.
- VIWA. (2010). *Manual de Mantenimiento, Torno VIWA 1640-T400*.
- Williamson, R. M. (2008). *Contabilidad para la gerencia, Planeación y Control*. CECSA.
- Zapata, P. (2007). *Contabilidad de Costos: Herramientas para la Toma de Decisiones*. COLOMBIA: MC. GRAW HILL.