

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN, ADECUACIÓN E INSTALACIONES PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DE LA ESPE

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIEROS MECÁNICOS**

**DIEGO ARMANDO VILLAMARÍN TIPÁN
BYRON PATRICIO VOZMEDIANO OBANDO**

**DIRECTOR: ING. PATRICIO QUEZADA
CODIRECTOR: ING. CARLOS NARANJO**

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

El tema “PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN, ADECUACIÓN E INSTALACIONES PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DE LA ESPE” fue realizado en su totalidad por Diego Armando Villamarín Tipán y Byron Patricio Vozmediano Obando, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingenieros Mecánicos.

Ing. Patricio Quezada

DIRECTOR

Ing. Carlos Naranjo

CODIRECTOR

Sangolquí, 2010-02-12

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

“PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN, ADECUACIÓN E
INSTALACIONES PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE
FUNDICIÓN DE LA ESPE”

ELABORADO POR:

Diego Armando Villamarín T.

Byron Patricio Vozmediano O.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

Ing. Emilio Tumipamba

DIRECTOR DE LA CARRERA

Sangolquí, 2010-02

Dedicado

A Dios y a la Virgen Dolorosa por haberme permitido alcanzar esta meta, por su infinita bondad y amor,

A mis padres Nelson y Carmen, por su constante e incondicional apoyo, sus buenos consejos, y por ser un ejemplo a seguir, siempre honestos y trabajadores a quienes admiro mucho.

A mis hermanos Doris, Fernando y Gioqui, por ser un ejemplo de superación y de quienes he aprendido mucho, a mis sobrinos Amelia, Nicolás y Paolo que han sido un impulso para alcanzar este objetivo y quienes llenan de alegría mi corazón.

A mi novia María del Carmen por apoyarme en los momentos más difícil de mi vida y enseñarme a perseverar frente a las dificultades, con quien he compartido los mejores momentos de mi vida, y a sus padres por la confianza depositada en mí.

Diego Armando

Dedicado

... a Dios que me da fortaleza espiritual en los momentos difíciles

Para mis padres Luis Aníbal y Marianita, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Para Cristina por su cariño infinito y apoyo incondicional, para mis tíos Wismer y Luis ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Byron Patricio.

AGRADECIMIENTO

Los autores de este proyecto queremos agradecer a las personas que han sido parte fundamental en su realización, el Ing. Patricio Quezada y el Ing. Carlos Naranjo por compartir con nosotros sus conocimientos y brindar buenos consejos para la realización del mismo.

De igual manera queremos agradecer a la CIME y a todos sus profesores que en el transcurso de la carrera aclararon todas nuestras dudas e impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	II
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
RESUMEN.....	XVII
CAPITULO 1	1
GENERALIDADES	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1. OBJETIVOS.....	4
1.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.2. ALCANCE.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	5
CAPITULO 2	7
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	7
2.1. ESTADO DE LA INDUSTRIA FUNDIDORA EN EL PAÍS.....	7
2.1.1. CARACTERÍSTICAS.....	10
2.1.1.1. Modelos.....	10
2.1.1.2. Moldeo.....	12
2.1.1.3. Fusión de los materiales de carga.....	15
2.1.1.4. Colado.....	17
2.1.1.5. Desmoldeo.....	18
2.1.1.6. Recuperación y regeneración de arena.....	18
2.1.1.7. Rebarbados y terminados.....	19
2.1.1.8. Maquinados.....	20
2.1.1.9. Acabados superficiales.....	20
2.1.1.10. Control de calidad.....	21
2.1.1.11. Calificación ISO.....	21
2.1.1.12. Cuidado del medio ambiente.....	21
2.1.1.13. Normas.....	22
2.1.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS.....	22
2.1.2.1. Equipos.....	23
2.1.3. SERVICIOS.....	26
2.1.3.1. Asistencia técnica.....	26
2.1.3.2. Proveedores a nivel nacional.....	26
2.1.3.3. Análisis de la composición química de aleaciones.....	27
2.1.3.4. Piezas bajo pedido en aleaciones especiales.....	27
2.2. DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES DEL ÁREA DE FUNDICIÓN DEL DECEM.....	28
2.2.1. INSTALACIONES FÍSICAS.....	29
2.2.1.1. Inspección del estado de conservación y seguridad de los equipos del área de fundición.....	29
2.2.2. INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EXISTENTE.....	36

2.2.2.1.	Condición de operación actual de la maquinaria y equipo.....	38
2.2.2.2.	Inspección de la maquinaria y equipo.....	55
2.2.2.3.	Inspección del funcionamiento de los elementos de control.....	57
2.2.2.4.	Inspección de la vida útil de equipos y maquinaria.....	59
2.2.2.5.	Evaluación de la condición de la maquinaria y equipo.....	62
2.2.2.6.	Inspección de las condiciones ambientales donde se opera la maquinaria y equipo.....	65
2.2.2.7.	Categorización de la maquinaria y equipo.....	67
2.3.	PROBLEMAS ACTUALES.	77
2.3.1.	RIESGOS POTENCIALES DE ACCIDENTE EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA ESPE. 77	
2.3.1.1.	En almacenamiento, recepción y descarga de material e insumos.....	77
2.3.1.2.	EN LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE GAS GLP PARA LOS HORNOS.....	78
2.3.1.3.	En procesos de fundición.....	79
2.3.1.4.	En procesos de limpieza y amolado de elementos metálicos.....	80
2.3.2.	DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO EN RELACIÓN AL ESPACIO DISPONIBLE.	80
2.3.3.	ACTUALIZACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPOS, MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS DE FUNDICIÓN.	82
2.3.4.	ADECUACIÓN E INSTALACIONES NECESARIAS PARA QUE OPERE LA MAQUINARIA DEL ÁREA DE FUNDICIÓN DEL DECEM.	82
2.4.	ANÁLISIS DE LA TEMÁTICA DE SOLUCIÓN.	83
2.4.1.	PREVENCIÓN DE RIESGOS DE ACCIDENTES EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DEL DECEM.	83
2.4.2.	DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO EN RELACIÓN AL ESPACIO DISPONIBLE.	86
2.4.3.	ACTUALIZACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPOS, MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS DE FUNDICIÓN.	87
2.4.4.	ADECUACIÓN E INSTALACIONES NECESARIAS PARA QUE OPERE LA MAQUINARIA DEL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DE LA ESPE.	87
CAPITULO 3		89
ESTUDIO DE MERCADO.....		89
3.1.	OFERTA.....	93
3.1.1.	OFERTA INTERNA.....	93
3.1.1.1.	Tamaño de la oferta interna.....	93
3.1.1.2.	Análisis de la oferta interna.....	95
3.1.2.	OFERTA EXTERNA.....	96
3.1.2.1.	Tamaño de la oferta externa.....	96
3.1.2.2.	Análisis de la oferta externa.....	100
3.2.	DEMANDA.....	101
3.2.1.	ENCUESTA.....	103
3.2.1.1.	Análisis de la encuesta.....	103
3.2.2.	SEGMENTACIÓN DEL MERCADO.....	117
3.2.3.	SEGMENTOS MAL ATENDIDOS.....	122
3.2.3.1.	Medición de la composición química.....	122
3.2.3.2.	Suministros de insumos.....	123
3.2.3.3.	Disponibilidad de obreros calificados (capacitación):.....	123
3.2.3.4.	Ensayos de tracción, flexión y metalografía.....	123
3.2.3.5.	Elaboración de modelos.....	124
3.3.	PROVEEDORES.....	124
3.3.1.	PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA.....	124
3.3.2.	PROVEEDORES DE INSUMOS.....	127
3.3.3.	PROVEEDORES DE MAQUINARIA.....	131
3.3.3.1.	Proveedores de hornos de inducción.....	132
3.3.3.2.	Proveedores de hornos de cubilote.....	135
3.3.3.3.	Proveedores de hornos de GLP (gas licuado de petróleo).....	135
3.4.	COMPETENCIA.....	136
3.5.	ANÁLISIS F.O.D.A.....	136
3.5.1.	MATRIZ F.O.D.A.....	137
3.5.1.1.	Fortalezas.....	138
3.5.1.2.	Oportunidades.....	139
3.5.1.3.	Debilidades.....	141
3.5.1.4.	Amenazas.....	143
3.6.	ESTRATEGIAS UTILIZADAS.....	144
3.6.1.	ESTRATEGIAS PARA EL PROYECTO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DEL LABORATORIO DEL DECEM.....	145
3.6.1.1.	Maxi-maxi (fortalezas y oportunidades):.....	145

3.6.1.2.	Mini-maxi (debilidades y oportunidades):	146
3.6.1.3.	Maxi - mini (fortalezas y amenazas):	147
3.6.1.4.	Mini-mini (debilidades y amenazas):	147
CAPITULO 4		149
PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO.		149
4.1.	<i>ESTUDIO DE LA SELECCIÓN DEL ÁREA DISPONIBLE.</i>	149
4.1.1.	MAQUINARIA DISPONIBLE EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN.	150
4.1.2.	ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA EL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DEL DECEM.	151
4.1.2.1.	Instrucción a estudiantes de ingeniería de la ESPE.	151
4.1.2.2.	Prestación de servicios.	153
4.1.3.	PERSONAL REQUERIDO.	159
4.1.4.	REQUERIMIENTOS DE OPERACIÓN.	161
4.1.4.1.	Requerimientos específicos:.....	161
4.2.	<i>UBICACIÓN.</i>	179
4.2.1.	SITIOS CONSIDERADOS.	179
4.2.2.	SELECCIÓN DEL LUGAR ADECUADO.	181
4.3.	<i>ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO.</i>	182
4.3.1.	LAS ÁREAS.	185
4.3.2.	SEGURIDAD INDUSTRIAL.	185
4.3.2.1.	Administración de la seguridad en el trabajo y la salud (OSHA).....	185
4.3.2.2.	Seguridad industrial en el laboratorio.	187
4.3.2.3.	Equipo para extinción de incendios.	190
4.3.2.4.	Categorización de riesgos y accidentes.	194
4.4.	<i>ESTUDIO DE MOVIMIENTOS.</i>	197
4.5.	<i>INFRAESTRUCTURA.</i>	197
4.5.1.	DIMENSIONES DE LAS OBRAS	200
CAPITULO 5		201
ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.		201
5.1.	<i>DEFINICIÓN DEL ENTORNO DEL PROYECTO.</i>	201
5.2.	<i>PREVISIONES DE LOS EFECTOS QUE EL PROYECTO GENERARÁ SOBRE EL MEDIO.</i>	203
5.2.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS.....	205
5.2.1.1.	Arena usada.....	205
5.2.1.2.	Residuos de fundición a la cera perdida.	207
5.2.1.3.	Residuos de limpieza.	207
5.2.1.4.	Residuos del recolector de polvo y del lavador de gas.	208
5.2.1.5.	Residuos de escoria.	208
5.2.1.6.	Residuos diversos.....	208
5.3.	<i>PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.</i>	209
5.3.1.	CONTROL DE PROCESOS, EFICIENCIA Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.	210
5.3.2.	TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN LIMPIAS.	211
5.3.3.	MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS.	212
5.3.4.	IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.	212
5.4.	<i>CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN EN EL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DEL DECEM.</i>	214
5.4.1.	TRATAMIENTOS DE EFLUENTES LÍQUIDOS.	214
5.4.2.	TRATAMIENTOS DE GASES Y PARTICULADO.	215
5.4.2.1.	Colector mixto para los hornos del laboratorio de fundición del DECEM.....	217
5.4.3.	RECUPERACIÓN DE LA ARENA.	219
5.4.4.	ELIMINACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	220
5.5.	<i>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.</i>	222
5.5.1.	MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS.	223
5.5.1.1.	Manejo de desechos sólidos normales.....	224
5.5.1.2.	Manejo desechos sólidos especiales.	224
5.5.1.3.	Manejo de desechos peligrosos.	225
5.5.2.	CONTROL DE EMISIONES AL AIRE.	227
5.5.3.	CONTROL DE RUIDO EN EL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DEL DECEM.	228
5.5.3.1.	Identificación de fuentes de ruido.	228
5.5.3.2.	Mitigación de ruido en ambiente de trabajo.	229
5.5.4.	PLAN DE CAPACITACIÓN Y CONCIENCIACIÓN AMBIENTAL.	229

CAPITULO 6.....	231
ANÁLISIS ECONOMICO-FINANCIERO	231
6.1. <i>RECURSOS FINANCIEROS NECESARIOS</i>	231
6.2. <i>ANÁLISIS Y PROYECCIONES FINANCIERAS</i>	232
6.3. <i>DETERMINACIÓN DE INDICADORES ECONÓMICO</i>	235
6.3.1. TASA MÍNIMA ACEPTABLE DE RETORNO (TMAR).....	237
6.3.2. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	237
6.3.3. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	238
6.3.4. RELACIÓN BENEFICIO / COSTO (B/C)	238
6.4. <i>CONCLUSIONES ESTUDIO FINANCIERO – ECONÓMICO</i>	239
CAPITULO 7	245
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	245
7.1. <i>CONCLUSIONES</i>	245
7.2. <i>RECOMENDACIONES</i>	246
ANEXOS.....	247
BIBLIOGRAFÍA.....	371

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 2

<i>Tabla 2.1 Estado de conservación y seguridad del laboratorio de fundición</i>	30
<i>Tabla 2.2 Maquinaria y equipo existente en el área de fundición</i>	36
<i>Tabla 2.3 Ponderación de las condiciones externas dadas por inspección</i>	55
<i>Tabla 2.4 Ponderación del funcionamiento de los elementos de control.</i>	58
<i>Tabla 2.5 Ponderación de condiciones según vida útil de los equipos y maquinaria.</i>	60
<i>Tabla 2.6 Evaluación de la condición actual de la maquinaria y equipo.</i>	62
<i>Tabla 2.7 Condiciones ambientales donde opera la maquinaria y equipo.</i>	66
<i>Tabla 2.8 Criterios para la categorización de máquinas.</i>	68
<i>Tabla 2.9 Categorización de la maquinaria y equipo</i>	70
<i>Tabla 2.10 Resultados de categorización y recomendaciones</i>	73

CAPITULO 3

<i>Tabla 3.1. Evolución de las principales variables.</i>	90
<i>Tabla 3.2.- PIB (crecimiento, PIB por actividad y por componentes del gasto)</i>	92
<i>Tabla 3.3.- Producción ecuatoriana de metales en TON por Fundición en el 2008.</i>	94
<i>Tabla 3.4.- Productos importados desde China hacia Ecuador en el 2008.</i>	96
<i>Tabla 3.5.- Importaciones de Ecuador en miles de dólares.</i>	97
<i>Tabla 3.6.- Importaciones del Ecuador por países en miles de dólares.</i>	98
<i>Tabla 3.7.- Importaciones del Ecuador por continentes en miles de dólares.</i>	99
<i>Tabla 3.8.- Máximos países de Importación de Ecuador.</i>	100
<i>Tabla 3.9.- Segmentación demográfica.</i>	118
<i>Tabla 3.10.- Segmentación de mercado de acuerdo a la producción</i>	119
<i>Tabla 3.11.- Segmentación del mercado de acuerdo al nivel tecnológico</i>	120
<i>Tabla 3.12.- Segmentación de mercado de acuerdo al producto realizado.</i>	120
<i>Tabla 3.13.- Segmentación de mercado de acuerdo al metal de fundición.</i>	121
<i>Tabla 3.14.- Proveedores de chatarra en Ecuador.</i>	127
<i>Tabla 3.15.- Tabla de empresas competencia en el Ecuador.</i>	136
<i>Tabla 3.16.- Tabla de análisis FODA.</i>	137
<i>Tabla 3.17.- Matriz F.O.D.A.</i>	137
<i>Tabla 3.18.- Aplicación de estrategias al análisis matricial F.O.D.A.</i>	144

CAPITULO 4

<i>Tabla 4.1.- Dimensiones externas de los equipos del área de Fundición del DECEM.....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 4.2.- Matriz de viabilidad de implementación para procesos de producción.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 4.3.- Dimensiones externas de los equipos nuevos del Laboratorio de Fundición del DECEM .</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 4.4.- Personal requerido para el Laboratorio de Fundición del DECEM.</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 4.5.- Riesgo intrínseco y RF en laboratorios.....</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 4.6.- Ventajas e inconvenientes de la ubicación de un laboratorio.</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 4.7.- Matriz de selección para la ubicación.</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 4.8.- Matriz de selección de extintores</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 4.9.- Selección de extintores para el laboratorio de fundición</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 4.10.- Dimensiones físicas de las obras</i>	<i>200</i>

CAPITULO 5

<i>Tabla 5.1.- Residuos generados en los procesos de fundición de metales.</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 5.2.- Control en las etapas de producción por fundición de metales.</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 5.3.- Producción más limpia en el laboratorio de fundición del DECEM.</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 5.4.- Tamaños de elementos contaminantes del aire.</i>	<i>215</i>
<i>Tabla 5.5.- Tamaños de partículas que pueden ser atrapadas por los equipos.</i>	<i>215</i>
<i>Tabla 5.6.- Residuos generados en el laboratorio de fundición y su disposición final.....</i>	<i>221</i>

CAPITULO 6

<i>Tabla 6.1.- Recursos financieros necesarios para la ejecución del proyecto.</i>	<i>231</i>
<i>Tabla 6.2.- Análisis y Proyecciones Financieras.</i>	<i>233</i>
<i>Tabla 6.3.- Flujo de Caja del Proyecto.....</i>	<i>235</i>
<i>Tabla. 6.4.- Cálculo del VAN.....</i>	<i>237</i>
<i>Tabla 6.5.- Cálculo de B/C.....</i>	<i>239</i>
<i>Tabla 6.6: Resumen indicadores financieros y económicos del Proyecto.</i>	<i>240</i>
<i>Tabla 6.7: Período de Recuperación del Proyecto.</i>	<i>240</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

<i>Fig. 2.1 Modelos Fundiciones JCR</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 2.2 Macho válvula de agua y modelo de roseta.....</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 2.3 Proceso de moldeo en cajas.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 2.4 Cámara de fusión.....</i>	<i>15</i>
<i>Fig. 2.5 Proceso de carga manual</i>	<i>15</i>
<i>Fig. 2.6 Colado de hierro gris en Fundireciclar.....</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 2.7 Proceso de desmoldeo manual.....</i>	<i>18</i>
<i>Fig. 2.8 Recuperador de arena</i>	<i>19</i>
<i>Fig. 2.9 Tapas de alcantarilla Fundiciones JCR.....</i>	<i>20</i>
<i>Fig. 2.10 Durómetro Rockwell.....</i>	<i>24</i>
<i>Fig. 2.11 Microscopio metalográfico</i>	<i>25</i>
<i>Fig. 2.12 Espectrómetro de plasma Ecuainox.....</i>	<i>25</i>
<i>Fig. 2.13.- Distribución de áreas en el laboratorio de ciencia de los materiales.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig. 2.14. Bosquejo de la distribución de un laboratorio de Fundición por áreas.</i>	<i>86</i>

CAPITULO 3

<i>Fig. 3.1.- Producción ecuatoriana de Hierro Gris, Esferoidal, Aceros y No ferrosos en el 2008.</i>	<i>94</i>
<i>Fig. 3.2.- Producción ecuatoriana de Hierro Gris, en comparación con el resto de metales de fundición en el 2008.</i>	<i>95</i>
<i>Fig. 3.3.- Importaciones de Ecuador por países en miles de dólares.</i>	<i>99</i>
<i>Fig. 3.4.- Importaciones de Ecuador por continentes en miles de dólares.</i>	<i>99</i>
<i>Fig. 3.5.- Máximos países importadores de Ecuador en miles de USD.</i>	<i>100</i>
<i>Fig. 3.6.- Servicios en el mercado de fundición ecuatoriana.</i>	<i>104</i>
<i>Fig. 3.7.- Productos en el mercado de fundición ecuatoriana.....</i>	<i>105</i>
<i>Fig. 3.8.- Metales utilizados en la producción ecuatoriana por fundición.....</i>	<i>106</i>
<i>Fig. 3.9.- Procesos utilizados en la producción de fundición ecuatoriana.</i>	<i>107</i>
<i>Fig. 3.10.- Nivel de automatización de la industria fundidora ecuatoriana.....</i>	<i>108</i>
<i>Fig. 3.11.- Maquinaria disponible en la empresas de fundición ecuatoriana.</i>	<i>109</i>

<i>Fig. 3.12.- Contratación de servicios por parte de la industria fundidora ecuatoriana.</i>	<i>110</i>
<i>Fig. 3.13.- Prestación de servicios por parte de la industria fundidora ecuatoriana.</i>	<i>110</i>
<i>Fig. 3.14.- Normas utilizadas por la industria fundidora ecuatoriana.</i>	<i>111</i>
<i>Fig. 3.15.- Espacio disponible en las empresas de fundición ecuatoriana.</i>	<i>112</i>
<i>Fig. 3.16.- Problemática de la industria fundidora ecuatoriana.</i>	<i>113</i>
<i>Fig. 3.17.- Necesidad de capacitación de la industria fundidora ecuatoriana.</i>	<i>114</i>
<i>Fig. 3.18.- Oferta de capacitación para el personal de empresas de fundición ecuatoriana.</i>	<i>115</i>
<i>Fig. 3.19.- Cursos dictados al personal de empresas fundidoras en el Ecuador.</i>	<i>116</i>
<i>Fig. 3.20.- Cumplimiento de la normativa ambiental.</i>	<i>117</i>
CAPITULO 4	
<i>Fig. 4.1.- Posibles ubicaciones del proyecto de Laboratorio de Fundición.</i>	<i>180</i>
<i>Fig. 4.2.- Carrera de Ingeniería Mecánica en el Campus.</i>	<i>180</i>
<i>Fig. 4.3.- Esquema de la distribución de planta del Laboratorio de Fundición.</i>	<i>184</i>
<i>Fig. 4.4.- Diagrama de flujo de la manipulación de gases industriales.</i>	<i>188</i>
<i>Fig. 4.5.- Control en las partes de los cilindros de almacenamiento de gases.</i>	<i>189</i>
CAPITULO 5	
<i>Fig. 5.1.- Fuentes principales de residuos de arena.</i>	<i>206</i>
<i>Fig. 5.2.- Colector húmedo.</i>	<i>216</i>
<i>Fig. 5.3.- Filtros de Tela.</i>	<i>217</i>
<i>Fig. 5.4.- Esquema de funcionamiento del colector mixto del laboratorio de fundición.</i>	<i>218</i>
<i>Fig. 5.5.- Diagrama de flujo de la recuperación de arena en el laboratorio de fundición del DECEM.</i>	<i>220</i>
<i>Fig. 5.6.- Esquema organizativo del plan de manejo ambiental.</i>	<i>223</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	
MARCO TEÓRICO.....	249
ANEXO B	
MODELO DE ENCUESTA	343
ANEXO C	
PRECIOS DE HERRAMIENTAS, MAQUINARIA, MOBILIARIO GENERAL, GASTOS PREOPERATIVOS Y OBRAS FÍSICAS PARA EL CENTRO DE SOLDADURA.....	349
ANEXO D	
OFERTA DE LA EMPRESA HORMESA PARA EL HORNO DE INDUCCIÓN.....	355
ANEXO E	
NORMATIVA INEN APLICABLE EN UN LABORATORIO DE FUNDICIÓN.....	357
ANEXO F	
ORDENANZA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS INDUSTRIALES EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI.....	359
ANEXO G	
CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN.....	361
ANEXO H	
PLANOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.....	367
ANEXO I	
PLANOS DE MAQUINARIA Y EQUIPOS EXISTENTES.....	369

RESUMEN

El presente proyecto demuestra la factibilidad de implementar un Laboratorio de Fundición en la ESPE, el mismo que pretende proporcionar servicios de capacitación en procesos de fundición, análisis de arenas y aleaciones, asistencia técnica y desarrollo de tecnologías a la Industria Fundidora nacional a fin de promover una industria competente dentro del mercado nacional e internacional. Además, ofrecer los servicios de fundición bajo los principales procedimientos y de acuerdo a los códigos vigentes, así como la prestación de servicios en ensayos no destructivos considerando entre los más importantes los de radiografía, ultrasonido y partículas magnéticas. Cada uno de estos servicios avalados por profesionales capacitados y calificados en el área, respetando la normativa ambiental aplicable para reducir el impacto en la naturaleza.

La inversión inicial del proyecto será de 248000 USD, con un período de recuperación de 9 años y un período de implementación de 24 meses.

Los índices económicos que permiten determinar la factibilidad del proyecto en un período de 10 años, son VAN igual a 38.02, TMAR igual a 15%, TIR igual a 16% y RBC igual a 1.15, todos valores superiores a cero y dentro de los parámetros económicos de evaluación.

El área de construcción del Laboratorio de Fundición es de 490 m², dividida en dos sectores: Operacional y Funcional. El sector Operacional está dividido en un área de taller de fundición, un área de colado y vertido, un área destinada al almacenamiento de materia prima e insumos, un área de bodega de herramientas y un área de eliminación de rebabas y acabados, este sector se encuentra albergado por un galpón metálico de 300 m². El sector Funcional lo comprenden un área de oficinas, un área de END, un área de Análisis y un aula para la instrucción teórica de los alumnos.

El personal necesario para el Laboratorio de Fundición está integrado por un instructor calificado en fundición y metalurgia, dos ayudantes y/o laboratoristas, y una secretaria.

Además, también se considera el estudio medio ambiental que plantea reducir el impacto generado por los procesos de fundición del Laboratorio en el ambiente. Así, se recomienda el uso de un colector mixto compuesto de dos fases, para evitar la emanación al aire de gases, humos y partículas, además de una altura aproximada de construcción de 6 metros, con el fin de evitar ambientes tóxicos, explosivos o faltos de oxígeno. En cuanto a desechos sólidos se recomienda clasificarlos y reciclarlos por separado para así ser reutilizados en otras aplicaciones o realizar su disposición final en lugares autorizados.

Los datos necesarios para determinar la demanda de los servicios que se pretenden ofertar se los obtuvo mediante una encuesta realizada al sector industrial dedicado a la fundición de metales ferrosos y no ferrosos en la provincia de Pichincha.

De acuerdo a lo descrito, es factible implementar un Laboratorio de Fundición adquiriendo equipos modernos y que permitan el desarrollo de tecnologías en la ESPE, que contribuya al enriquecimiento teórico práctico de los estudiantes del DECEM, además de aportar en el progreso de la Industria Fundidora Nacional.

