



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Construcción de Facilidades Físicas para la Puesta en Operación del END (Laboratorio de Ensayos no Destructivos) dentro del LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales) de la FIMCP (Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción) del campus Gustavo Galindo de la ESPOL



**Guayaquil
Septiembre/2013**

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO | 4 |
| 1.1. Nombre del proyecto..... | 4 |
| 1.2. Entidad ejecutora | 4 |
| 1.3. Cobertura y localización..... | 4 |
| 1.4. Ámbitos en que impactaría | 5 |
| 1.5. Monto | 6 |
| 2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA | 6 |
| 2.1. Descripción de la situación actual..... | 6 |
| 2.2. Identificación y descripción del problema y expectativa | 9 |
| 2.2.1. Problemas | 9 |
| 2.2.2. Expectativas..... | 10 |
| 2.3. Causas de los problemas | 11 |
| 2.4. Consecuencias negativas de los problemas..... | 11 |
| 3. POSIBLES SOLUCIONES | 12 |
| 4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNA DE LAS OPCIONES | 13 |
| 5. PONDERACIÓN DE LAS OPCIONES PRESENTADAS | 14 |
| 6. BENEFICIARIOS | 16 |
| 7. EVALUACIÓN | 17 |
| 7.1. Inversión y costos de mantenimiento..... | 17 |
| 7.1.1. Inversión..... | 18 |
| 7.1.2. Ingresos y Costo de Operación. | 18 |
| 7.2. Ingresos, Beneficios y Flujos | 19 |
| 7.2.1. Análisis desde la óptica Financiera | 20 |
| 7.2.2. Análisis desde la óptica Económica | 22 |
| 7.3. Parámetros de Evaluación..... | 23 |
| 7.3.1. Evaluación Financiera de la opción MIPRO-ESPOL | 24 |
| 7.3.2. Evaluación Financiera de la opción ESPOL..... | 25 |
| 7.3.3. Evaluación Económica de la opción ESPOL..... | 25 |
| 8. RECOMENDACIONES | 26 |
| ANEXO 1 | 27 |
| ANEXO 2 | 28 |

| | |
|---------------|----|
| ANEXO 3 | 28 |
| ANEXO 4 | 28 |
| ANEXO 5 | 29 |

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. Nombre del proyecto

Construcción de Facilidades Físicas para la Puesta en Operación del END (Laboratorio de Ensayos no Destructivos) dentro del LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales) de la FIMCP (Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción) del campus Gustavo Galindo de la ESPOL.

1.2. Entidad ejecutora

Este proyecto es impulsado conjuntamente por el MIPRO y la ESPOL bajo el convenio interinstitucional No. 13001. A la ESPOL le corresponde la dotación de facilidades físicas por un total de 135 mt². El presente estudio de factibilidad es por la intervención de ESPOL.

1.3. Cobertura y localización

Este proyecto principalmente aportará a los servicios que oferta el LEMAT a las instituciones del sector público y a empresas privadas. En este caso a los importadores, a los productores nacionales y los reencauchadores de llantas. Por atender a todas las industrias de llantas del país su impacto es a nivel nacional.

Además que impulsará la investigación contribuyendo en la preparación académica de los estudiantes de grado y postgrado, al igual que a los docentes.

La ESPOL tiene estudiantes de todas las regiones del Ecuador y sus profesionales impactan de manera positiva en el desarrollo del país, por esto el proyecto tiene cobertura nacional.

El proyecto se localiza en el parqueadero de profesores del edificio 18E de la FIMCP (Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción) en el campus Gustavo Galindo, parroquia Tarqui, sector Prosperina, cantón Guayaquil, provincia del Guayas.

1.4. Ámbitos en que impactaría

La Construcción del END (Laboratorio de Ensayos No Destructivos) viabilizará la oferta de servicios por ensayos no destructivos de diferentes productos, incrementando así el número de servicios que oferta el LEMAT, al igual que los ingresos que generará por los mismos.

Además, varias son las áreas académicas que se verían beneficiadas con este proyecto debido al aporte sustancial en el desarrollo de carreras de grado Ingeniería Mecánica e Ingeniería y Administración de la Producción Industrial de la FIMCP; Ingeniería Civil de la FICT; e Ingeniería Naval de la FIMCBOR.

| REGISTRO DE ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA MECÁNICA E INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LA FIMCP | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| CARRERA DE GRADO | 2002 | | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2011 | | 2012 | | 2013 |
| | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | |
| INGENIERÍA MECÁNICA | 276 | 312 | 281 | 283 | 289 | 479 | 496 | 483 | 496 | 473 | 492 | 483 | 502 | 509 | 473 | 445 | 413 | 424 | 447 | 464 | 511 | 558 | 612 |
| INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL | 333 | 330 | 376 | 352 | 369 | 344 | 400 | 398 | 412 | 362 | 381 | 356 | 346 | 328 | 314 | 306 | 303 | 312 | 314 | 314 | 310 | 320 | 339 |

FUENTE: Departamento de Estadísticas- ESPOL

ELABORACION: El Autor

| REGISTRO DE ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA NAVAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA, CIENCIAS BIOLÓGICAS, OCEANICAS Y RECURSOS NATURALES (FIMCBOR) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| CARRERA DE GRADO | 2002 | | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2011 | | 2012 | | 2013 |
| | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | SEMESTRE | |
| INGENIERÍA NAVAL | 36 | 40 | 39 | 40 | 45 | 71 | 68 | 65 | 64 | 67 | 73 | 76 | 73 | 75 | 77 | 79 | 81 | 95 | 105 | 106 | 111 | 116 | 119 |

FUENTE: Departamento de Estadísticas- ESPOL

ELABORACION: El Autor

En el ámbito de los programas de postgrado aportará al desarrollo investigativo y de prácticas de las maestrías (Maestría de Ingeniería Mecánica y Maestría de Ciencias de Materiales) que se encuentran en proceso de aprobación.

Disponer de una infraestructura y equipos especializados en ensayos no destructivos implicará un mejoramiento en las técnicas de verificación de calidad y detección de fallas en diferentes materiales, ampliando las ramas de servicios ofrecidos de la ESPOL por medio del LEMAT a las instituciones públicas y privadas. Además permitiría el mejoramiento académico de los estudiantes de la Facultad, enfocándose en la preparación, entrenamiento e investigación especializada.

Como la formación que imparte esta facultad se sustenta en conocimientos y procedimientos tecnológicos, la implementación de este laboratorio (END), donde se podrá experimentar nuevas tecnologías, contribuirá a seguir las tendencias de innovación mundial lo que es fundamental para esta facultad y otras en áreas técnicas. Permitiendo así que ESPOL siga siendo una universidad líder en formación profesional de ingenierías.

1.5. Monto

La construcción de la infraestructura física será 207.36 m² necesaria para implementar el Laboratorio de Ensayos no Destructivos, incluido el diseño definitivo, más el estudio de factibilidad e instalaciones correspondientes, tendría un costo de \$149.550,83.

El MIPRO aportará con \$ 300.000 para los siguientes rubros: Equipos, Insumos y Materiales de Trabajo, Acreditación y Certificación del laboratorio.

Por la naturaleza del LEMAT (Laboratorio Autofinanciado) todos los gastos de mantenimiento, personal, fungibles y demás, con respecto a la operación del laboratorio, son cubiertos por los diferentes servicios que este oferta.

2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA

2.1. Descripción de la situación actual

La ESPOL es una institución de educación superior de derecho público, con autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, creada en 1958 e inició actividades académicas en 1959.

En 1961 nace formalmente el Departamento de Ingeniería Mecánica (IM), aunque la carrera de Ingeniería Mecánica ya existía desde 1959. La ESPOL en los años 80 realizó un cambio estructural que permitió la transformación de los Departamentos en Facultades, con lo que este Departamento se transformó en la Facultad de Ingeniería Mecánica. Más tarde la Facultad se amplió y creó otros tres programas de ingeniería y adoptó un Programa de Tecnología (ahora eliminado) por lo que cambió su nombre por el de Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción-FIMCP.

El LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metroológicos y de Materiales) es una institución autofinanciada, que subsiste por la prestación de servicios que realiza a entidades públicas y privadas. Este laboratorio inicialmente fue concebido como un laboratorio de

metalúrgicos en los años 70's. Así se lo conoció hasta que los avances tecnológicos y los requerimientos del mercado permitieron que captara el análisis de control de calidad de productos de materiales variados, mediante la ejecución de ensayos técnicamente competentes.

En 2008 por medio de un aporte económico de la ESPOL se crea el LEMAT. A partir de su creación este laboratorio ha venido recibiendo aportaciones de diferentes entidades nacionales e internacionales. Como el MIPRO (Ministerio de Industrias y Producción) y el fortalecimiento técnico-científico a través del convenio VLIR-ESPOL (Bélgica).

En el 2011 se convierte en el primer laboratorio del país de Ensayos de Materiales (varillas de construcción) con acreditación ISO/IEC 17025 y con reconocimiento internacional. Esta acreditación es un requisito que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración con el objetivo de demostrar que son técnicamente competentes y capaces de producir resultados técnicos válidos y aceptados internacionalmente.

Desde su creación el LEMAT ha tenido más de 500 clientes atendidos, habiendo ejecutado más de 10.000 ensayos sobre una amplia gama de productos, todo ello gracias a la implementación de un sólido sistema de gestión para sus actividades de calidad.

Entre sus clientes más representativos constan:

- Hidalgo & Hidalgo
- Talme S.A.
- Interagua
- Imeteco S.A.
- Sendre Cía. Ltda.

Dentro del gran número de ensayos que este laboratorio ha ejecutado sus más representativos han sido:

- Tracción en Varillas de Acero
- Presión Hidrostática en tuberías metálicas
- Ensayos Destructivos (Tracción y doblado) para certificación en procesos de soldadura.
- Análisis químico en metales sólidos
- Dureza Rockwell, shore A y D
- Microdureza Vickers
- Calibración de Pie de Rey
- Calibración de Balanzas
- Análisis Termogravimétrico (TGA)

- Ensayos de compresión hasta 600KN (aproximadamente 60 toneladas)

Este laboratorio cuenta con prestigio a nivel nacional e internacional en cuanto al estudio y análisis de materiales, además cuenta con posicionamiento a nivel nacional tanto en el sector industrial como en el académico; se lo considera un referente en el análisis de materiales.

A pesar de poseer equipamiento destinado a ensayos no destructivos, el LEMAT no ha contado con el financiamiento necesario que le permita implementar un área adecuada y específica para este tipo de prácticas, lo que ha representado una reducción potencial de recursos y un efecto negativo en la potencialidad de sus egresados.

Estos equipos son:

| EQUIPOS ACTUALES PARA LA RELIZACION DE ENSAÑOS NO DESTRUCTIVOS | | | |
|--|-------------------------------------|---|-----------------------|
| CANTIDAD | EQUIPOS | OBSERVACIÓN | COSTO DE EQUIPOS (\$) |
| OPERATIVOS | | | |
| 1 | Partículas Magnéticas | El Equipo cuenta con todos los accesorios completos y se encuentra operativo | 800 |
| 1 | Megastocopio | El de fabricación extranjera se encuentra operativo | 1000 |
| 2 | Secadores de Películas | Ambos equipos son funcionales, uno es de fabricación extranjera y el otro equipo de fabricación nacional, se encuentra operativos | 3000 |
| 1 | Densitómetro | Este equipo se encuentra operativo | 800 |
| 1 | Rayos X (Hasta 300Kv) | El equipo se encuentra funcional | 25000 |
| NO OPERATIVOS | | | |
| 1 | Partículas Magnéticas (hasta 2000A) | Al equipo le falta algunos accesorios por lo que no esta operando | 4000 |
| 1 | Megastocopio | El de fabricación nacional se encuentra no operativo | |
| 1 | Fuente Radioactiva | Aun no se comprueba el estado del equipo por que se encuentra descargado y le faltan accesorios | |
| 1 | Fuente Radioactiva de Cobalto | Los accesorios del equipo no se encuentran completos, por lo que no esta operativo | |
| 1 | Rayos X (Hasta 150Kv) | Los accesorios del equipo no se encuentran completos, por lo que no esta operativo | |

Fuente: LEMAT (Laboratorio de ensayos metrológicos y de materiales)

Elaborado: El Autor

El Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) entre sus diferentes actividades, buscando impulsar la industrialización del país y disminuir las importaciones, se encuentra actualmente realizando un proyecto para reactivar la industria del reencauche en el Ecuador (Proyecto “REUSA LLANTA”). La puesta en marcha de este proyecto requiere de un laboratorio con la capacidad de analizar la calidad de los neumáticos que se fabrican y reencauchan en el país, así como de los que se importan.

Debido a este importante requisito de crear un laboratorio, con todos los instrumentos necesarios para un análisis confiable, el MIPRO conjuntamente con la Escuela Superior Politécnica del Litoral, han decidido aunar esfuerzos para la implementación de un laboratorio de ensayos a neumáticos que permita garantizar la seguridad humana, la salud y el medio ambiente, así como evitar prácticas que puedan inducir a error y provocar perjuicios a los usuarios finales.

También es objetivo del Gobierno Nacional impulsar la industria del reencauche de llantas; para esto se requiere que las llantas producidas localmente y las importadas sean de buena calidad por lo que deben cumplir Normas INEN.

2.2. Identificación y descripción del problema y expectativa

Los cambios tecnológicos y técnicos en el área de la verificación del estado de materiales a través de ensayos no destructivos (que es el objetivo del END), implican la generación de tres problemas y cinco expectativas:

2.2.1. Problemas

- a) **Problema 1:** La existencia de equipos destinados a ensayos no destructivos, que no se están utilizando actualmente en el equipamiento interno del LEMAT.

Son once equipos que se encuentran sin utilizarlos cuya tecnología son aplicables a las técnicas de ensayos no destructivos, cada uno de ellos cuenta con especificaciones operativas diferentes.

En el acápite 2.1 presentamos el listado de los equipos destinados a prácticas de ensayos no destructivos con los que actualmente cuenta el LEMAT. El mantener estos equipos sin uso los tornan no operativos y sus tecnologías se vuelven obsoletas en comparación a los avances e innovación del medio en que vivimos. Esto representa

una pérdida económica y académica para el país y para la ESPOL

Algunos de estos equipos son de fabricación muy antigua lo que implica que no cuentan con la tecnología requerida actualmente. Dentro del equipamiento actual, resaltamos que el equipo de RAYOS X DE HASTA 300 Kv y las BANDAS DE RODAMIENTO pueden ser utilizados en las pruebas no destructivas de neumáticos (Proyecto “Reusa Llanta”).

- b) Problema 2:** El no contar con un espacio físico para la realización de ensayos no destructivos, pone en riesgo la participación de ESPOL dentro del proyecto de desarrollo productivo de la industria del reencauche en el Ecuador “Reusa Llanta”. El mismo que es impulsado por el MIPRO (Ministerio de Industrias y Productividad).

Para la realización de este proyecto el MIPRO contempla el equipamiento necesario para la implementación de un laboratorio de ensayos no destructivos, en este caso para llantas. Para dicho Proyecto el MIPRO ha destinado \$300.000 para equipos, capacitaciones y acreditaciones internacionales.

- c) Problema 3:** El LEMAT al ser un laboratorio autofinanciado, es de vital importancia el estar constantemente buscando ofertar un mayor número de servicios para así seguir aportando a la ESPOL recursos a la vez que apoyan en las funciones de docencia e investigación.

2.2.2. Expectativas

De las expectativas de los miembros de la comunidad ESPOL destacamos cinco:

- a) **Expectativa 1:** Contar con un laboratorio (espacio y equipos) técnicamente apropiado que permita la ejecución de ensayos no destructivos para prácticas de estudiantes, investigación y prestación de servicios.
- b) **Expectativa 2:** El poder utilizar de una manera apropiada los equipos que ya existen y que se encuentran deteriorándose por el pasar del tiempo y el desuso.
- c) **Expectativa 3:** Participar del proyecto del MIPRO: Proyecto de Desarrollo Productivo de la Industria del reencauche en el Ecuador “Reusa Llanta”.

- d) **Expectativa 4:** Ser la primera Universidad que cuenta con laboratorio de END en el Ecuador y con ensayo para inspección de neumáticos acreditado bajo Norma 17025, demostrando una vez más el compromiso de ESPOL con la educación y la sociedad ecuatoriana.
- e) **Expectativa 5:** Ofertar nuevos servicios a las entidades públicas y empresas privadas para cumplir la responsabilidad de vinculación con la colectividad a la vez que recaudar más recursos que fortalezcan la educación (formación) e investigación.

2.3. Causas de los problemas

Problema 1: El carecer de espacio para la realización de ensayos no destructivos, los equipos adquiridos se encuentran almacenados, deteriorándose por el no uso y volviéndose obsoleto por el paso de los años.

Problema 2: No contar con los recursos necesarios para realizar una ampliación adecuada con las características necesarias para la implementación de un laboratorio de END (ensayos no destructivos), el MIPRO para proceder al equipamiento de un laboratorio con estas características solicita un espacio físico mínimo de 135 mt².

Problema 3: El no poder ofertar el servicio de END, habiendo hecho una inversión en equipamiento, y teniendo la posibilidad de trabajar en alianza estratégica con el MIPRO, representa un costo de oportunidad muy elevado para el país, para la ESPOL y para los ciudadanos.

2.4. Consecuencias negativas de los problemas

La principal consecuencia es el altísimo costo de oportunidad que existe para el LEMAT y la ESPOL al tener equipos, para la realización de ensayos no destructivos, y no utilizarlos.

Siendo este laboratorio autofinanciado, la no operación de un END impide que se generen fondos adicionales. Además, el no cumplimiento de los compromisos adquiridos en el convenio interinstitucional N° 13001 (MIPRO – ESPOL), perdería los \$ 300.000 dólares que provee el MIPRO para este proyecto.

El no poseer un laboratorio de Ensayos No Destructivos les da una desventaja competitiva a los alumnos de la FIMCP debido a que no se los está preparando para experimentar con dichos métodos de pruebas de material.

3. POSIBLES SOLUCIONES

Se han identificado 3 opciones que permitirían enfrentar el problema principal (problema 1) y mitigarlo, a la vez que coadyuvar a la solución del resto de problemas:

- 3.1.** Opción 1: Construir junto al LEMAT (parqueo de profesores)
- 3.2.** Opción 2: Construir junto al Laboratorio de soldadura
- 3.3.** Opción 3: Construir frente a FIMCP y junto a INTRANET



4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNA DE LAS OPCIONES

| OPCIÓN | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|--|
| 1: Construir junto a LEMAT (parqueo de profesores) | <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de costos de infraestructura, conexiones eléctricas, y comunicación. - Cerca de los demás laboratorios de materiales con los que es imprescindible la interacción. - Facilidad Operativa y logística de trabajo y control. | <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de parqueo exclusivo para profesores |
| 2. Construir junto a Laboratorio de Soldadura | <ul style="list-style-type: none"> - Facilidad operativa y logística de trabajos y control. | <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de costos de construcción y por modificación y/o protección de ductos de aguas lluvias y aguas servidas que pasan por la zona. |
| 3. Construir frente a FIMCP y junto a INTRAMET | <ul style="list-style-type: none"> - Permite la ampliación futura del laboratorio | <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de costos de construcción civil. - Problemas operativos y logísticos de trabajos y control. - Aumentos de costos por tendido eléctrico, transformadores, zonas de parqueo, ductos de agua potable, lluvias y servidas. - Mayor distancia de traslado. |

5. PONDERACIÓN DE LAS OPCIONES PRESENTADAS

Los aspectos considerados para ponderar y valorar cada una de las opciones señaladas son: a) académico (interacción con los demás laboratorios), b) facilidad operativa, c) logística, d) costos de construcción, e) adecuaciones adicionales (ductos de agua potable, lluvias y servidas).

En función de las opciones consideradas (3) y de las variables que impactarían positiva y negativamente se obtuvo el siguiente resultado, dando una valoración de 5, de mayor intensidad (mayor beneficio o mayor costo) y 1 de menor intensidad.



PONDERACIÓN DE OPCIONES PARA ATENDER PROBLEMAS DE CONSTRUCCIÓN Y FACILIDADES FÍSICAS PARA LA AMPLIACIÓN DEL LEMAT PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

| VARIABLES A LAS QUE IMPACTARÍA POSITIVAMENTE (DESEABLE OPTIMIZAR) | | | | | |
|--|--|---|--|------------------|-----------------------|
| Opciones | | Interacción con los demás laboratorios | Facilidad Administrativa y de Control | Logística | Total Positivo |
| 1 | Construir junto a LEMAT (Parqueo de Profesores) | 5 | 5 | 5 | 15 |
| 2 | Construir junto a Laboratorio de Soldadura | 3 | 4 | 5 | 12 |
| 3 | Construir frente a FIMCP y junto a INTRAMET | 2 | 1 | 2 | 5 |



| VARIABLES A LAS QUE IMPACTARÍA NEGATIVAMENTE (DESEABLE MINIMIZAR) | | | | |
|--|--|-------------------------------|--|-----------------------|
| Opciones | | Costos de Construcción | Costos asociados a agua, energía, etc | Total Negativo |
| 1 | Construir junto a LEMAT (Parqueo de Profesores) | 2 | 1 | 3 |
| 2 | Construir junto a Laboratorio de Soldadura | 4 | 4 | 8 |
| 3 | Construir frente a FIMCP y junto a INTRAMET | 5 | 5 | 10 |

RESUMEN DE LAS PONDERACIONES

| Opciones | | TOTAL POSITIVO | TOTAL NEGATIVO | RESULTADO |
|----------|---|----------------|----------------|-----------|
| 1 | Construir junto a LEMAT (Parqueo de Profesores) | 15 | 3 | 12 |
| 2 | Construir junto a Laboratorio de Soldadura | 12 | 8 | 4 |
| 3 | Construir frente a FIMCP y junto a INTRAMET | 5 | 10 | -5 |

La opción que se presenta menos deseable para la comunidad de la ESPOL es la de construir en la Zona frente a FIMCP y junto a INTRAMET. Además reduce el espacio no utilizado actualmente lo que tiene un impacto ecológico significativo. Esta opción fue calificada con -5.

La segunda opción menos deseada es la que la ESPOL construya en la Zona junto a Laboratorio de Soldadura. Esta opción fue calificada con +4.

La opción de mejor aceptación es la de construir en la Zona junto a LEMAT con una calificación de +12.

6. BENEFICIARIOS

La creación (puesta en marcha) del Laboratorio de Ensayos no Destructivos tendría los beneficiarios siguientes:

- 6.1 Los estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería y Administración de la Producción Industrial de la FIMCP, puesto que desarrollarán su capacidad de realizar programas orientados a la calificación personal y la realización de ensayos destinados a la elaboración de programas de tesis.
- 6.2 Los estudiantes e investigadores que generen publicaciones de trabajos de grado y programas de postgrado en temas de ensayos no destructivos. Así mismo quienes participen en redes de investigación y en intercambios académicos.
- 6.3 Las entidades participantes del convenio interinstitucional entre ESPOL y MIPRO, que está enfocado en el control de la calidad de neumáticos, permitiendo un aporte de servicio a la sociedad en general.

- 6.4** Los estudiantes y docentes que realicen asesoría y prestación de servicios al sector productivo nacional orientadas al diagnóstico, análisis, caracterización y estimación de vida útil de componentes, sistemas y estructuras de instalación de alto compromiso tecnológico.
- 6.5** El país en general debido a que se podrán realizar estudios sobre la calidad y la vida útil de componentes, sistemas y estructuras de alto compromiso tecnológico para evitar riesgos potenciales en industrias como plantas hidroeléctricas, termoeléctricas, químicas, petroquímicas, refinería, industria ferroviaria, automotriz y ser el soporte de las principales industrias metalmecánicas y demás plantas industriales con las que cuenta el país.

7. EVALUACIÓN

La implementación de un laboratorio de Ensayos No Destructivos (END) dentro del LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales) está enfocado principalmente a la prestación de servicios, por lo que se espera generar ingresos financieros que justifican esta inversión. Sin embargo, lo anterior no significa que el presente proyecto no genere un conjunto de impactos positivos en el ámbito académico e investigativo de la ESPOL. En el presente acápite se valorarán los beneficios y costos que razonablemente se puedan determinar y cuantificar para evaluar si se justifica ejecutar este proyecto.

A este nivel del análisis es indispensable resaltar que la viabilidad financiera de este proyecto depende de que el Estado asegure que se de el número de ensayos anuales que se ha estimado. El sector productivo privado no concurrirá, en los números estimados, a solicitar este servicio si queda a su libre albedrío.

Se presentan parámetros de evaluación desde dos posiciones o perspectivas: a) ESPOL y b) El Proyecto MIPRO-ESPOL. También desde dos ópticas: Financiera y Económica. Para el ejecutor de este proyecto (ESPOL) el criterio determinante será el ESPOL-Económica.

7.1. Inversión y costos de mantenimiento.

El elemento central de la inversión para la ESPOL es la construcción civil y gastos conexos (\$ 149.550,83) para que opere el Laboratorio de Ensayos No Destructivos dentro del LEMAT. El detalle de la inversión ESPOL se puede verificar en el anexo 2.

La extensión de la superficie destinada a la ampliación será de 207.36 m²; el plano de esta ampliación se puede revisar en el anexo 1.

Desde la perspectiva del proyecto como unidad de producción, la inversión total incluye el aporte del MIPRO (\$300.000); ver anexo 4, y el de la ESPOL (\$149.550,83).

Se contempla el mantenimiento de la estructura física, asumida por la ESPOL. En los años 5, 10, 15 y 20 se deberá realizar desembolsos por mantenimiento; ver anexo 5.

7.1.1. Inversión

La ampliación física de la estructura del LEMAT para la implementación del Laboratorio de Ensayos No Destructivos constituye un desembolso significativo de este proyecto.

a) La inversión desde la perspectiva ESPOL será de \$ 149.550,83.

b) La inversión desde la perspectiva MIPRO-ESPOL será de \$ 449.550,83.

7.1.2. Ingresos y Costo de Operación.

Este es un proyecto autofinanciado por lo que debe ser justificado financieramente. Aún cuando el enfoque de evaluación sea financiero, se debe evaluar desde dos perspectivas: del proyecto como unidad de producción (MIPRO – ESPOL) y desde la posición del inversor que está haciendo esta evaluación, la ESPOL. Adicionalmente se presentará la evaluación económica para la perspectiva de la ESPOL.

Es por esto (autofinanciación) que es indispensable la creación y aplicación de la norma INEN correspondiente, como requisito para la realización de ensayos no destructivos de las llantas que se esperan comercializar en el mercado ecuatoriano, producidas nacionalmente e importadas.

Resaltamos que la propuesta de prestación de servicios de LEMAT es extremadamente conservadora. En 2012 se importaron y produjeron, aproximadamente, 770 mil llantas. El muestreo de

calidad se realizará al 0.20% de ese universo; esto es 1545 llantas. Cada ensayo tendría un valor (precio) de 95 dólares. Con estos parámetros y con los costos correspondientes (entregados por LEMAT) se ha preparado el siguiente presupuesto de resultado para un año típico.

| Presupuesto de Resultado para un año típico | |
|---|----------------------|
| Ingresos por Servicios (END LLantas) 1545 x 95 | \$ 146.775,00 |
| Costo operación total* (1545 x 47,74) | \$ 73.756,25 |
| TOTAL | \$ 73.018,75 |
| ESPOL 12% | \$ 17.613,00 |
| FIMCP 8% | \$ 11.742,00 |
| ESPOLTECH 5% | \$ 7.338,75 |
| LEMAT 25% | \$ 36.693,75 |
| * Incluye depreciación de maquinaria, este valor sera restado en los flujos de costos. Valor neto de depreciación es \$21.000,00 | |

FUENTE: LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales)

ELABORADO: El Autor

Para el mantenimiento de la infraestructura física se ha considerado que la ESPOL, cada 5 años, realizará un overhaul (rehabilitación del desgaste normal de la infraestructura). Este gasto tendrá un comportamiento creciente desde 5% y hasta 20% del costo de la inversión inicial (149.550,83) en el horizonte de evaluación.

7.2. Ingresos, Beneficios y Flujos

Presentamos los componentes de ingresos (beneficios) para cada opción estudiada. También presentamos la explicación de los ajustes hechos para la evaluación.

Desde la perspectiva financiera para el proyecto MIPRO-ESPOL los ingresos corresponden a la venta de servicios. Así mismos, los egresos son los desembolsos originados en esta operación a los flujos de ingresos se le ha incorporado el beneficio estimado para la ESPOL por formación profesional y por investigación. Esto nos permite una evaluación económica restringida porque no se esta haciendo una estimación de los posibles resultados de la investigación ni de la mayor valoración del mercado por la mejor calificación del profesional politécnico.

Para los costos operativos anuales se ha reducido la depreciación para no duplicar la inversión.

Para el proyecto ESPOL también se visualizará ambas ópticas: financiera y económica. Enfatizamos que la relevante será la económica, pero por tratarse de un proyecto de autofinanciación es pertinente tener el otro enfoque.

7.2.1. Análisis desde la óptica Financiera

Perspectiva MIPRO – ESPOL

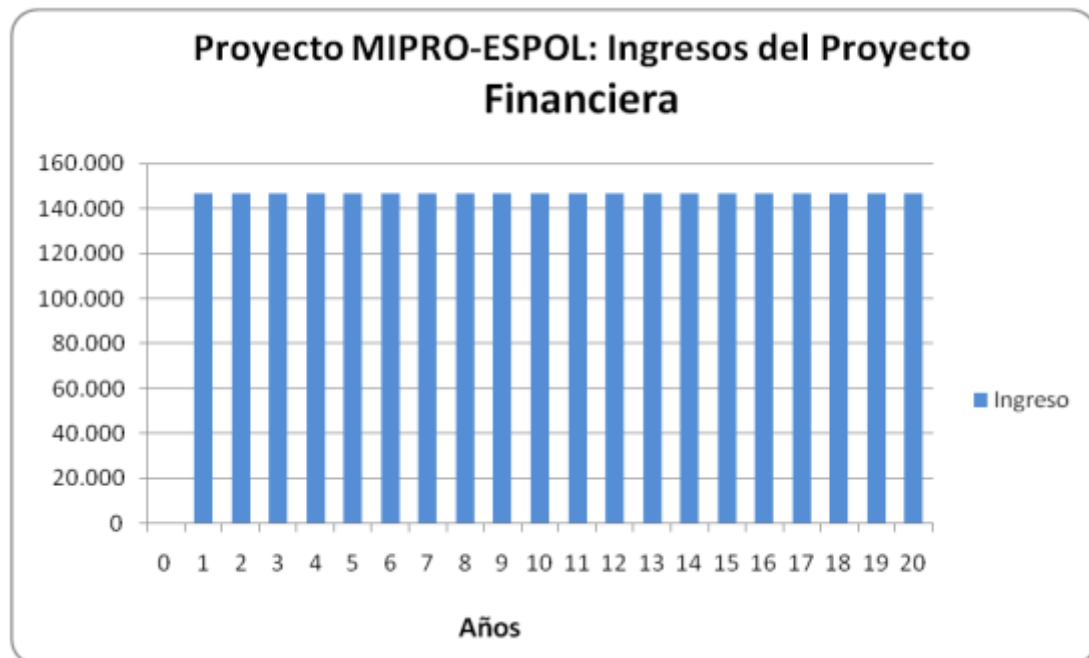
INGRESOS: Los ingresos generados por la venta de servicios.

COSTOS: Los costos del proyecto corresponden a: costos de Inversión más costos de operación.

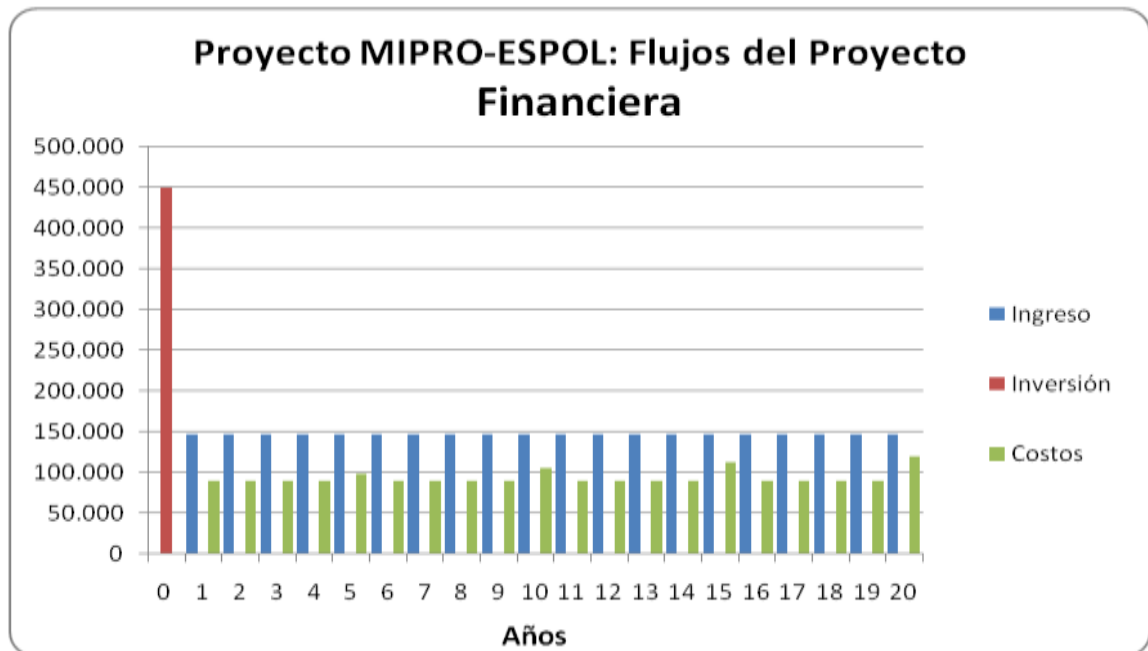
COSTOS DE INVERSIÓN: Valor total de la inversión: \$449.550,83.

COSTOS DE OPERACIÓN: El costo total de los desembolsos presentados en el cuadro del acápite 7.1.2., ajustados por la depreciación del equipo. Adicionalmente los costos de mantenimiento de la infraestructura.

Los flujos son los siguientes:



ELABORACION: El Autor



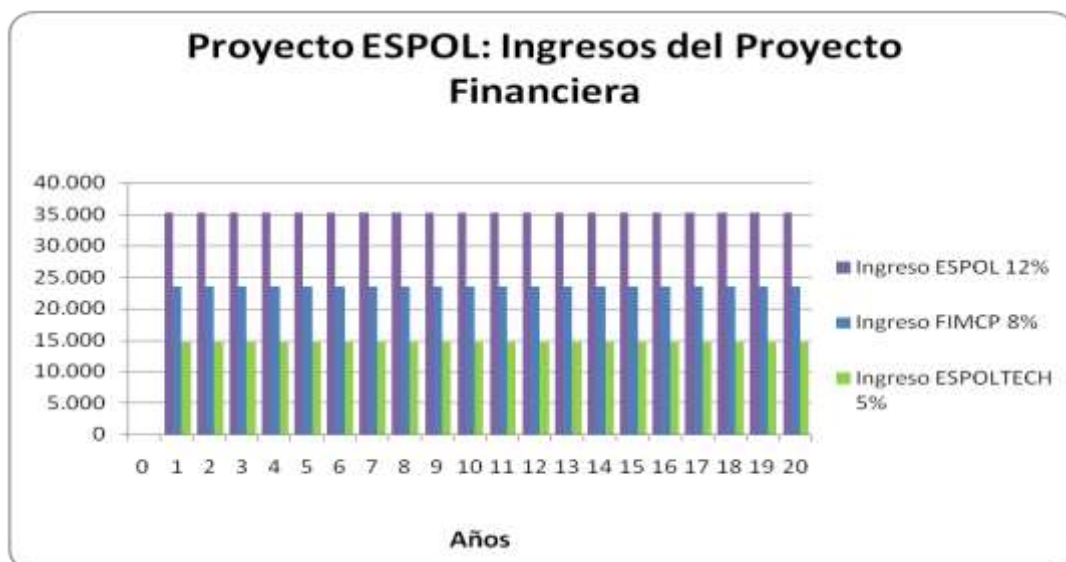
ELABORACION: El Autor

Perspectiva ESPOL

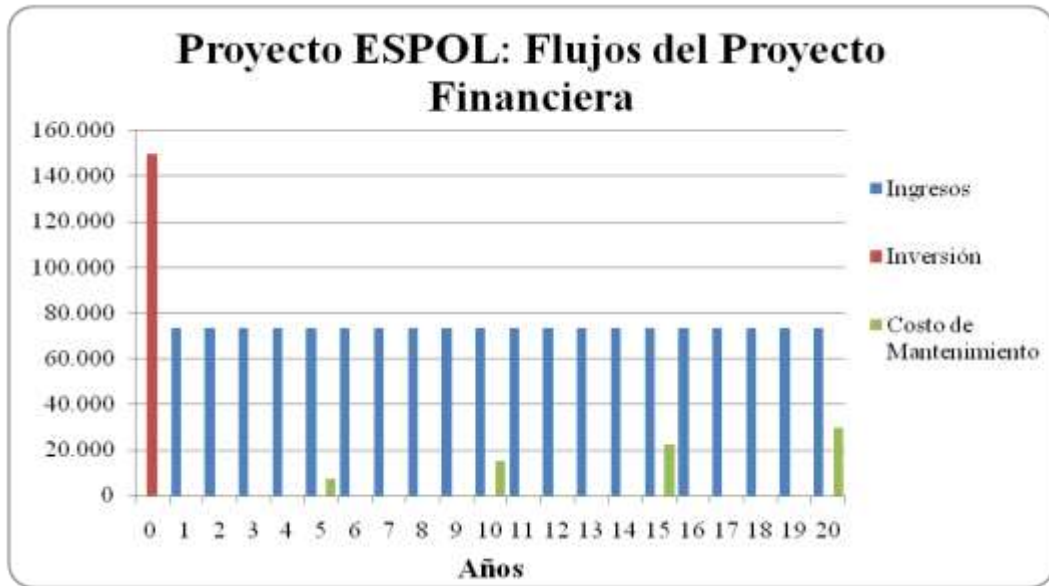
INGRESOS: Los ingresos explícitos de la ESPOL lo constituyen el 12% que se transfieren a la administración central, el 8% para la FIMCP y el 5% para la ESPOLTECH.

COSTOS: Los costos para la ESPOL corresponden al aporte que realiza (Inversión \$ 149.550,83) más el mantenimiento de inversión en el tiempo.

Los flujos son los siguientes:



ELABORACION: El Autor



ELABORACION: El Autor

7.2.2. Análisis desde la óptica Económica

Perspectiva ESPOL

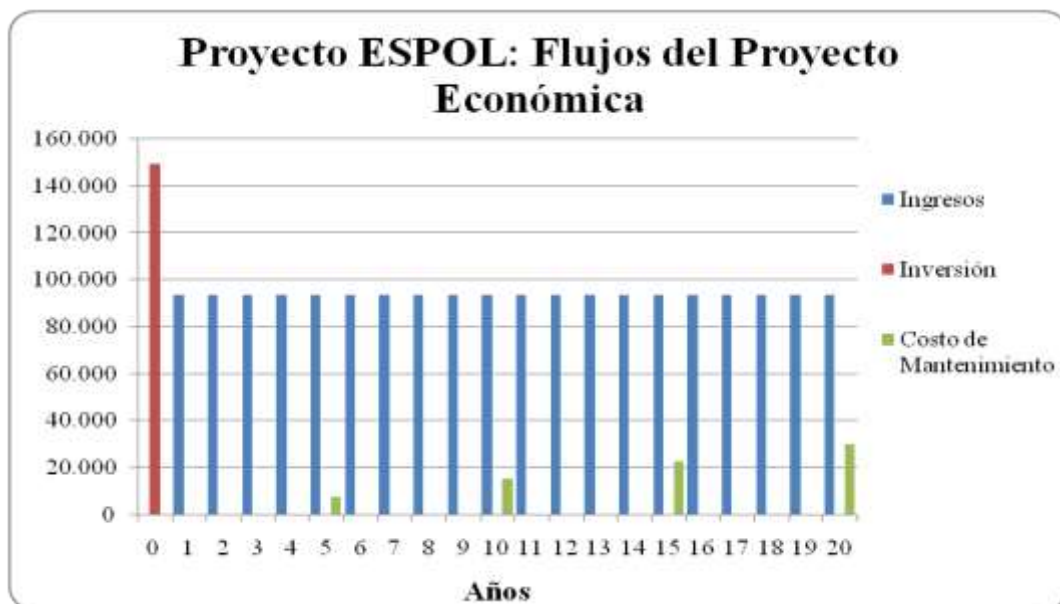
INGRESOS: A más de los ingresos financieros, se incorpora la estimación del aporte del funcionamiento del END a la actividad académica e investigativa de la institución (ESPOL) (\$ 20.000 anuales).

COSTOS: Los costos para la ESPOL seguirán siendo la inversión y el mantenimiento de esa inversión.

Los flujos son los siguientes:



ELABORACION: El Autor



ELABORACION: El Autor

7.3. Parámetros de Evaluación

A continuación revisaremos los parámetros que presenta cada alternativa. El lector debe estar atento para discriminar cada tipo de evaluación.

7.3.1. Evaluación Financiera de la opción MIPRO-ESPOL

Los parámetros son los siguientes:

Financiera MIPRO-ESPOL

| Indicador | | Valor |
|-----------|--------------|--------------|
| VAN 15% | | \$ (102.741) |
| VAN 25% | | \$ (228.091) |
| B/C 15% | \$ 918.713 | 0,90 |
| | \$ 1.021.445 | |
| B/C 25% | \$ 580.331 | 0,72 |
| | \$ 808.422 | |
| TIR | | 10,61% |

ELABORACION: El Autor

Este proyecto, si fuera una inversión privada, solo le rendiría un poco más del 10% anual (TIR 10.61%). Bajo esta perspectiva no sería viable recomendar este proyecto. Debe aclararse que el LEMAT no tendría pérdidas en su operación anual, si se cumplen los supuestos, pero ese flujo de ingresos solo aseguran un rendimiento del 10.61% a la inversión; lo que es bajo. Además es menor a las tasas que usamos para evaluar los proyectos de la ESPOL: 15% y 25%

7.3.2. Evaluación Financiera de la opción ESPOL

Los parámetros son los siguientes:

Financiera ESPOL

| Indicador | | Valor |
|-----------|------------|------------|
| Van 15% | | \$ 297.812 |
| Van 25% | | \$ 135.427 |
| B/C 15% | \$ 459.357 | 2,84 |
| | \$ 161.545 | |
| B/C 25% | \$ 290.166 | 1,88 |
| | \$ 154.739 | |
| TIR | | 48,60% |

ELABORACION: El Autor

Lo que recibe como resultado de inversión justifica plenamente participar en este proyecto. El TIR de 48.60% es superior a las tasas que se usan para la evaluación de los proyectos ESPOL.

Cabe aclarar que aunque es recomendable desde la perspectiva financiera, la decisión deberá tomársela desde la perspectiva económica.

7.3.3. Evaluación Económica de la opción ESPOL

Los parámetros son los siguientes:

Económica ESPOL

| Indicador | | Valor |
|-----------|------------|------------|
| VAN 15% | | \$ 422.999 |
| VAN 25% | | \$ 214.504 |
| B/C 15% | \$ 584.543 | 3,62 |
| | \$ 161.545 | |
| B/C 25% | \$ 369.243 | 2,39 |
| | \$ 154.739 | |
| TIR | | 62,11% |

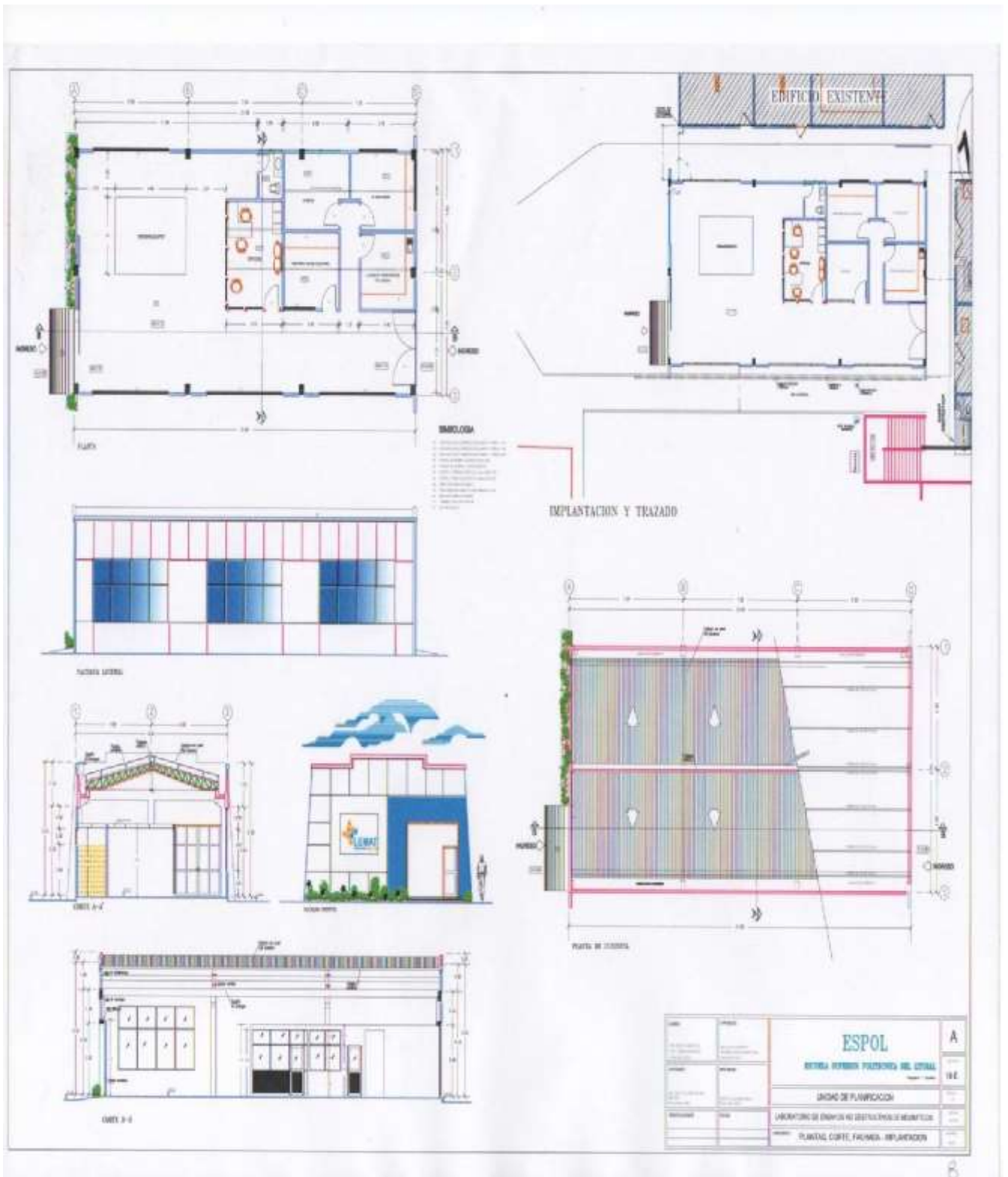
ELABORACION: El Autor

Este proyecto le genera un TIR económico del 62.11% a la ESPOL, lo que justifica plenamente la inversión en el proyecto END del LEMAT. El retorno económico para la ESPOL considera los efectos positivos en la actividad académica y de investigación.

8. RECOMENDACIONES

- a) Fortalecer la prestación de servicios a instituciones del sector público, organizaciones de la sociedad civil y a empresas del sector privado.
- b) Fortalecer y ampliar la cooperación con el MIPRO
- c) La ESPOL debe mantener y mejorar la posición que actualmente detenta en los rankings internacionales de calificación de universidades.
- d) Construir la ampliación y creación del laboratorio de Ensayos No Destructivos junto al LEMAT.
- e) Fortalecer la formación profesional de grado para mejorar las competencias y la productividad de los ingenieros que forma la FIMCP de la ESPOL.
- f) Fortalecer la formación de postgrado para mejorar las competencias y las capacidades técnicas de los profesionales que se preparan en maestrías profesionalizantes y los que se preparan en maestrías de investigación.
- g) Fortalecer significativamente la investigación, de base y aplicada.
- h) Fortalecer la interrelación con otras facultades y escuelas de la ESPOL para el aprovechamiento de las nuevas capacidades.
- i) Trabajar coordinadamente con otras facultades y escuelas de la ESPOL, otras universidades y centros de investigación del país y con organismos internacionales que apoyan la investigación para el desarrollo conjunto de proyectos de investigación.
- j) Trabajar coordinadamente con otras facultades y escuelas para el desarrollo conjunto de proyectos de prestación de servicios.
- k) Trabajar proyectos conjuntos de vinculación con la comunidad.
- l) Incrementar el número de alumnos que se preparan en grado en la FIMCP.
- m) Aumentar significativamente el número de profesionales que se preparan en postgrado en la FIMCP.

ANEXO 1



ANEXO 2

| INVERSIÓN | |
|---|------------------|
| RUBROS | MONTO (\$) |
| Estructura Física (ANEXO 3) | 134137,12 |
| Estudio de Factibilidad | 2000,00 |
| SUBTOTAL ESTRUCTURA FISICA Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD | 136137,12 |
| IMPREVISTOS 10% | 13413,71 |
| SUBTOTAL INVERSION | 149550,83 |
| IVA 12% | 17946,10 |
| REAJUSTE DE PRECIOS 10% | 14955,08 |
| TOTAL DE INVERSION | 182452,02 |

FUENTE: LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales)

ELABORACIÓN: El Autor

ANEXO 3

| ESTRUCTURA FISICA | |
|--------------------------------|------------------|
| COSTOS DE OBRA (\$) | |
| COSTO DIRECTO | 111086,64 |
| COSTO INDIRECTO | 16663,00 |
| SUBTOTAL | 127749,64 |
| OTROS COSTOS (\$) | |
| DIRECCION ARQUITECTONICA (2%) | 2554,99 |
| FISCALIZACION (3%): | 3832,49 |
| SUBTOTAL | 6387,48 |
| TOTAL ESTRUCTURA FISICA | 134137,12 |

FUENTE: LEMAT (Laboratorio de Ensayos Metrológicos y de Materiales)

ELABORACIÓN: El Autor

ANEXO 4

| INVERSION MIPRO | |
|---------------------------------|---------------|
| INVERSION | (\$) |
| EQUIPOS | 260000 |
| INSUMOS Y MATERIALES DE TRABAJO | 15000 |
| ACREDITACIÓN | 16000 |
| CERTIFICACIÓN | 9000 |
| TOTAL (\$) | 300000 |

ELABORACIÓN: El Autor

ANEXO 5

| MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA POR AMPLIACION DEL LEMAT PARA LA IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO DE ENSYOS NO DESTRUCTIVOS | | | | |
|---|---------|----------|----------|----------|
| CRITERIO DE CALCULO | AÑO 5 | AÑO 10 | AÑO 15 | AÑO 20 |
| | 5% | 10% | 15% | 20% |
| VALOR (\$) | 7477,54 | 14955,08 | 22432,62 | 29910,17 |

ELABORACIÓN: El Autor