

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA
EMPRESA DEDICADA AL MANTEAMIENTO INDUSTRIAL DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS EN EL SECTOR METALMECÁNICO**

ANDRÉS FELIPE ALFONSO MORENO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2017**

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA
EMPRESA DEDICADA AL MANTEAMIENTO INDUSTRIAL DE MÁQUINAS
HERRAMIENTAS EN EL SECTOR METALMECÁNICO**

ANDRÉS FELIPE ALFONSO MORENO

**Proyecto de Grado como requisito para optar por el título de Ingeniero
Mecánico**

Director

Ing. JAIRO DARÍO MURCIA MURCIA

Codirector

Ing. FRANCISCO JOSÉ CAMPOS LEÓN

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2017**

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES.....	12
1.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA.....	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.3. ALCANCE.....	12
1.4. LIMITACIONES	13
1.5. ANTECEDENTES.....	13
1.5.1 Documentales	13
1.5.2 Empíricos	14
1.6. OBJETIVOS.....	14
1.6.1 Objetivo General.....	14
1.6.2 Objetivos Específicos	14
1.7. MARCO TEÓRICO	15
1.7.1 Confiabilidad – Fallas.	15
1.7.2 Mantenibilidad – Reparaciones.	16
1.7.3 Clasificación de empresas.....	16
1.7.4 CIU.....	16
1.8. IMPACTO.....	17
2. ESTUDIO DE MERCADOS.....	18
2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	18
2.2. ZONA DE INFLUENCIA	19
2.3. PERFIL DEL CONSUMIDOR.....	19
2.4. ANÁLISIS DEL SECTOR	20
2.4.1 Producción, ventas y empleo	20
2.5. COMPETENCIA.....	21
2.6. DEMANDA HISTÓRICA.....	26
2.7. MERCADO POTENCIAL.....	26
2.7.1 Calculo de población	26
2.7.2 Diseño de encuesta.....	27
2.7.3 Tamaño de la muestra	29

2.7.4	Análisis de la encuesta.....	29
2.8.	DEMANDA PROYECTADA	33
2.9.	ESTRATEGIA COMERCIAL	35
2.9.1.	Divulgación	35
2.9.2.	Captación de clientes	35
2.9.3.	Fidelización	36
2.10.	DETERMINACIÓN DE PRECIOS	36
3.	ESTUDIO TÉCNICO.....	39
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	39
3.1.1	Diagnóstico inicial.....	39
3.1.2	Contratación	40
3.1.3	Determinación de tareas	40
3.1.4	Seguimiento y control.....	46
3.1.5	Planeación de cronograma	47
3.1.6	Proveedores, Servicios y costos.....	47
3.2.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	48
3.2.1.	Listado y detalle de insumos	48
3.3.	TAMAÑO DEL PROYECTO.....	54
3.3.1.	Mercado	54
3.3.2.	Capacidad de inversión	55
3.3.3.	Tecnología disponible	55
3.4.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	56
4.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES	59
4.1.	PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO.....	59
4.1.1.	Tipo de sociedad	59
4.1.2.	Logo	59
4.1.3.	Razón social.....	59
4.1.4.	Misión	60
4.1.5.	Visión	60
4.2.	ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA EMPRESA	60
4.2.1.	Organigrama	60
4.3.	LISTADO DE PERSONAL REQUERIDO	61

4.4.	CONTRATACIÓN DE PERSONAL	61
4.5.	MANUAL DE FUNCIONES	63
4.6.	CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA.....	65
5.	ESTUDIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA.....	66
5.1.	GENERALIDADES	66
5.1.1.	Ubicación en el tiempo	66
5.1.2.	Horizonte	66
5.1.3.	Criterio de proyección	66
5.1.4.	Herramientas de evaluación	66
5.2.	INVERSIONES DEL PROYECTO	67
5.2.1.	Gastos previos al inicio de la producción.....	67
5.2.2.	Inversiones fijas	68
5.2.3.	Capital de trabajo	70
5.3.	FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO	70
5.4.	COSTOS Y GASTOS DEL PROYECTO	71
5.4.1.	Costos fijos	71
5.4.2.	Costos variables.....	74
5.5.	COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN.....	75
5.6.	BENEFICIOS DEL PROYECTO	76
5.6.1.	Producción real	76
5.6.2.	Año base.....	77
5.6.3.	Ingresos por ventas	78
5.7.	PROYECCIONES DEL PROYECTO	79
5.7.1.	Metodología de proyección.....	79
5.7.2.	Estado de resultados proyectados	79
5.7.3.	Flujo neto de caja	80
5.8.	EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO	81
5.9.	PUNTO DE EQUILIBRIO	82
5.10.	BALANCE GENERAL DE ENTRADA	83
6.	CONCLUSIONES	84
7.	RECOMENDACIONES	85
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	86

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Empresas más dinámicas en el sector de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo	23
Cuadro 2. Matriz DOFA Ingeniería de Máquinas Eléctricas S.A	24
Cuadro 3. Matriz DOFA Servicios Electro-industriales Ramírez e Hijos SAS	25
Cuadro 4. Matriz DOFA Colombiana de Servicios Industriales Productivo Total Ltda.	26
Cuadro 5. Demanda histórica de máquinas herramientas	27
Cuadro 6. Importación anual de máquinas herramientas por tipo	28
Cuadro 7. Población total de máquinas herramientas por tipo	28
Cuadro 8. Presupuesto anual de mantenimiento	32
Cuadro 9. Pérdidas mensuales por un mal mantenimiento	33
Cuadro 10. Histórico de importaciones de máquinas herramientas	34
Cuadro 11. Demanda de máquinas proyectada	34
Cuadro 12. Participación de la empresa sobre la demanda total	35
Cuadro 13. Demanda de servicios proyectada	36
Cuadro 14. Precios del paquete por número de máquinas	38
Cuadro 15. Proveedores	49
Cuadro 16. Tipo y métodos del examen con penetrantes	51
Cuadro 17. Iluminación en lugares de trabajo	52
Cuadro 18. Categorías de corrosión	54
Cuadro 19. Pinturas anticorrosivas	54
Cuadro 20. Capital disponible	56
Cuadro 21. Participación de establecimientos manufactureros por localidad	57
Cuadro 22. Participación de empresas metalmecánicas por localidad	58
Cuadro 23. Listado de personal	62
Cuadro 24. Tipo de contrato y salario base para el personal	63
Cuadro 25. Carga prestacional	64
Cuadro 26. Manual de funciones Gerente	64
Cuadro 27. Manual de funciones Contador	64
Cuadro 28. Manual de funciones Ingeniero	65
Cuadro 29. Manual de funciones Técnico	65
Cuadro 30. Manual de funciones Vendedor	66
Cuadro 31. Inversiones totales del proyecto	68
Cuadro 32. Valor de maquinaria y equipos	70
Cuadro 33. Cotización de muebles y enseres	70
Cuadro 34. Cantidades monetarias a financiar	71
Cuadro 35. Cuadro de financiamiento	71

Cuadro 36. Costos fijos de producción	72
Cuadro 37. Amortización y depreciaciones	72
Cuadro 38. Participación de la depreciación	73
Cuadro 39. Distribución mensual de arrendamiento	73
Cuadro 40. Mano de obra operativa mensual por contrato laboral	73
Cuadro 41. Carga prestacional	74
Cuadro 42. Mano de obra administrativa mensual por contrato laboral	74
Cuadro 43. Mano de obra administrativa mensual por prestación de servicios	75
Cuadro 44. Costos variables de producción	75
Cuadro 45. Gastos operacionales de administración	76
Cuadro 46. Gastos operacionales de mercadeo y ventas	76
Cuadro 47. Costo unitario de producción	77
Cuadro 48. Producción real	78
Cuadro 49. Año base	79
Cuadro 50. Ingreso total por ventas	80
Cuadro 51. Estado de resultados proyectados	81
Cuadro 52. Flujo neto de caja	82
Cuadro 53. Conversión de tasas	82
Cuadro 54. Indicadores financieros	82
Cuadro 55. Punto de equilibrio proyectado	83
Cuadro 56. Balance general de entrada	84

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Figura 1. Servicio de mantenimiento	19
Figura 2. Número de máquinas por empresa	31
Figura 3. Encargados del mantenimiento	31
Figura 4. Tipos de mantenimiento utilizado	32
Figura 5. Interes por el servicio	33
Figura 6. Flujograma de procesos	40
Figura 7. Severidad de las vibraciones	50
Figura 8. Posible localizacion del proyecto	59
Figura 9. Logo empresarial	60
Figura 10. Organigrama	61
Figura 11. Punto de equilibrio	82

ANEXOS

- Anexo A. Diagnóstico inicial
- Anexo B. Contrato de prestación de servicios
- Anexo C. Seguimiento y control
- Anexo D. Cronograma trimestral de mantenimiento
- Anexo E. Minuta de constitución

GLOSARIO

- **Administración:** proceso a través del cual se coordinan los recursos de un grupo social con el fin de lograr la máxima eficiencia, calidad y productividad en el logro de sus objetivos.¹
- **Calidad:** aquellas características del producto que responden a la necesidad del cliente. Valía, excelencia de una cosa.²
- **Cliente:** cualquier persona sobre la que repercute el producto o proceso.³
- **Encuestas:** entrevistas con un gran número de personas utilizando un cuestionario prediseñado. El método de encuesta incluye un cuestionario estructurado que se da a los encuestados y que está diseñado para obtener información específica.⁴
- **Economía Global:** estudio del hombre tomado en su conjunto, en los asuntos ordinarios de la vida, en su búsqueda del bienestar material; así como de las causas y los efectos de las relaciones recíprocas entre la industria, el mercado de negocios, etcétera.⁵
- **Inversión:** son erogaciones en las que un inversionista incurre para crear una empresa nueva o para mejorar una existente. Estos costos se clasifican en los siguientes rubros generales: inversión en activos fijos, inversión en activos diferidos e inversión en capital de trabajo.⁶
- **Mantenimiento:** conjunto de acciones, operaciones y actitudes tendientes a restablecer un bien a un estado específico, que permita asegurar un servicio determinado.⁷
- **Plan de Negocios:** se define como un instrumento clave y fundamental para el éxito, el cual consiste en una serie de actividades relacionadas entre sí para el comienzo o desarrollo de una empresa. Así como una guía que facilita la creación o crecimiento de una empresa.⁸
- **Servicio:** trabajo realizado para otra persona. El servicio también incluye el trabajo que se realiza para otra persona dentro de la empresa; por ejemplo,

¹ GALINDO., Lourdes Münch. *Fundamentos de Administración: Casos y Prácticas*. Mexico : Trillas, 1997. 968-24-5497-2.

² *Ibíd.* p 267.

³ *Ibíd.* p 267.

⁴ MALHOTRA, Naresh K. *Investigacion de Mercados*. México. : Pearson Educación, 2008. 978-970-26-1185-1.

⁵ GALINDO, Op. Cit., p 268.

⁶ MURCIA, Op. Cit. P.27.

⁷ CAMPOS L, Francisco. *Principios de Mantenimiento*.

⁸ FLEITMAN, Jack. *Negocios Exitosos*. . s.l. : Mc. Graw Hill, 2000.

preparaciones de nómina, contratación de nuevos empleados, mantenimiento de la planta. A estos servicios a menudo se les llama *servicios auxiliares*.⁹

⁹ GALINDO, Op. Cit., p 270.

1. GENERALIDADES

1.1. SITUACIÓN PROBLÉMICA

En el sector metalmecánico colombiano existe gran cantidad de empresas medianas, quienes en su funcionamiento emplean diversidad de máquinas herramientas; el uso desmesurado de los equipos genera daños parciales o totales que afectan la productividad y a su vez la dinámica económica de la empresa, los equipos en cuestión y los más comunes de encontrar en las empresas bogotanas son: tornos, fresadoras, limadoras, mortajadoras, taladros, rectificadoras y brochadoras; teniendo en cuenta los costos de refacciones y reparaciones que requiere este tipo de maquinaria es vital acudir tempranamente a su mantenimiento.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El plan de negocio se visualiza a partir de determinar una posible brecha para la creación de una empresa exitosa en la industria colombiana, fortalecida con factores tecnológicos y emprendedores que faciliten su entrada en el mundo empresarial, aprovechando la gran demanda de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo en el sector metalmecánico¹⁰ en la ciudad de Bogotá.

Según el Ing. Francisco Campos, especialista en gerencia de mantenimiento, para garantizar una producción eficiente es importante la disponibilidad de los equipos en todo momento, esta es una meta difícil de alcanzar si no se programa un adecuado plan de mantenimiento, lo cual disminuye significativamente los riesgos de paradas de emergencia en la maquinaria, además de mejorar la utilidad de la empresa.

1.3. ALCANCE

Este proyecto abarca la planeación y estructuración de una empresa buscando, estudiar detalladamente aspectos de: mercado, técnicos, financieros, administrativos y legales, con el fin de dar respuesta a la viabilidad y factibilidad del

¹⁰ OSPINA, Diana y OVALLE, Alex. *Caracterización del Mantenimiento Industrial en Algunas Empresas de Manizales y Municipios Aledaños*. En: ACOFI. 2010. vol. 9.

mismo. La formalización de la empresa ante una Cámara de Comercio no será contemplada.

1.4. LIMITACIONES

- El tiempo requerido para la formulación y desarrollo de las encuestas se limita a un semestre académico.
- El proyecto está pensado para la ciudad de Bogotá donde existen varias zonas industriales dedicadas a tareas metalmecánicas; el estudio de mercado se realizará a empresas de dos de estas, como máximo.
- El proyecto se enfocará específicamente a empresas medianas, lo que por consiguiente limitará su tamaño.

1.5. ANTECEDENTES

1.5.1 Documentales

- En Colombia, aunque el mantenimiento industrial ha cobrado importancia en las empresas durante los últimos cinco años, la falta de tecnificación, el desconocimiento que el personal tiene sobre el tema y la ausencia de información sistematizada son los factores que más han afectado su evolución¹¹.
- El director de la Cámara de Fedemetal de la Andi, Juan Manuel Lemes, asegura, que el sector metalmecánico del país ha registrado alzas desde el año 2014 donde tuvo un incremento del 3,5% hasta lo que va corrido del año 2016 donde muestra alzas del 10%, lo que representa una dinamización del sector. “*Somos uno de los mayores generadores de empleo industrial en Colombia y representamos el 12% del valor agregado que el país genera*”, explicó el ejecutivo quien señaló que además cuentan con unos 95.000 empleos directos a nivel nacional¹².
- Los costos por máquina están alrededor de los \$400.000 por mantenimientos programados semestralmente, además de brindar visitas para realizar limpieza

¹¹ CASTRO, Luisa. *El Mantenimiento Industrial: La Columna Vertebral de su Empresa*. En: *Metal Actual*. Agosto, 2009. vol 13, p. 28-32.

¹² Redación Economía. Industria metalmecánica aumentó 10%, dice la Andi. *EL HERALDO*. 2016.

profunda de todos los sistemas de la máquina, lubricación completa y diagnóstico de fallas, entre otros servicios¹³.

- Está comprobado que el mantenimiento industrial incide básicamente en seis puntos: los costos de producción, la calidad del producto o servicio, la capacidad operacional (importante para los plazos de entrega), la seguridad e higiene industrial, la calidad de vida de los colaboradores de la empresa y la imagen y seguridad ambiental de la compañía¹⁴.

1.5.2 Empíricos

- La mayoría de emprendedores colombianos fracasan con su negocio en los primeros 5 años, esto se debe a la temprana incursión en el mundo empresarial, sin realizar previamente análisis de factibilidad para el proyecto.
- Las pequeñas y medianas empresas por desconocimiento y falta de interés al mantenimiento preventivo y predictivo no los emplean, lo cual a la larga resulta más costoso por paradas inesperada que demoran la producción y daños colaterales de la falla.
- En muchas empresas colombianas el mismo operario es el encargado de realizar reparaciones y cambios de refacciones a las máquinas herramientas sin tener en cuenta que el personal encargado de estas actividades debe ser capacitado y tener experiencia en el tema.
- La contratación de personal de mantenimiento fijo es realizada generalmente por grandes empresas, las PYMES subcontratan el servicio o como se mencionó anteriormente son los mismos operarios los encargados del mantenimiento.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Elaborar un plan de negocios que permita determinar la factibilidad en la creación de una empresa dedicada al mantenimiento industrial en máquinas herramientas de medianas empresas del sector metalmecánico en la ciudad de Bogotá.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de mercados con el fin de determinar la viabilidad del proyecto.

¹³ ROJAS, María Cristina. *Mantenimiento Industrial: Vital para la Competitividad*. *En*: M&M. 2007. p 112-119.

¹⁴ *Ibíd.*, p.113

- Plantear un estudio técnico que responda a las expectativas del proyecto, teniendo en cuenta:
 - ✓ Ingeniería del proyecto.
 - ✓ Tamaño del proyecto.
 - ✓ Localización.
- Plantear una estructura administrativa y legal que responda a las expectativas de la empresa planteada.
- Realizar estudio, análisis y evaluación financiera de la empresa planteada.

1.7. MARCO TEÓRICO

En el presente proyecto es importante conocer los pasos a seguir para la construcción de un plan de negocios enfocado en el mantenimiento industrial en máquinas herramientas, por tal motivo es necesario dar a conocer algunos conceptos y teorías con el fin de adaptar una serie de conocimiento y modelos administrativos y matemáticos en la realización de la investigación logrando un enfoque serio y ordenado.

1.7.1 Confiabilidad – Fallas.

La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo (ESReDa, 1998). Si no hay fallas, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia de fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aun aceptable, pero si es muy alta, el equipo es poco confiable. Un equipo con un muy buen diseño, con excelente montaje, con adecuadas pruebas de trabajo en campo y con un apropiado mantenimiento nunca debe fallar (en teoría); sin embargo, la experiencia demuestra que incluso los equipos con mejores diseños, montajes y mantenimientos fallan alguna vez. La confiabilidad está estrechamente relacionada con la calidad de un producto y es con frecuencia considerada un componente de ella. La calidad se define cualitativamente como la cantidad de satisfacción en cuanto a los requerimientos de los usuarios de un producto. La confiabilidad se interesa por cuanto tiempo el producto continúa en funcionamiento después de entrar en operación. Una baja calidad del producto implica disminución de su confiabilidad, de la misma manera que una calidad alta implica confiabilidad elevada¹⁵.

¹⁵ MORA, Alberto. *Mantenimiento planeacion, ejecución y control*. México D.F. : Alfaomega Grupo Editor, 2009. 978-958-682-769-0.

1.7.2 Mantenibilidad – Reparaciones.

Se denomina mantenibilidad a la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva (funcional o de servicio), mediante una reparación que implica realizar unas tareas de mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que generan la interrupción. La normalidad del sistema al restaurarse su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función¹⁶.

1.7.3 Clasificación de empresas.

En el presente proyecto es importante definir el tamaño de la empresa según su número de empleados y los activos que posea, gracias a esos parámetros se podrá identificar el cliente potencial a quien se le prestará el servicio. El Congreso de Colombia mediante la ley 905 de 2004 estipula: Para todos los efectos, se entiende por micro incluidas las Famiempresas pequeñas y medianas empresas, toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana, que responda a los siguientes parámetros¹⁷.

- **Mediana empresa:**
 - a) Planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores, o
 - b) Activos totales por valor entres cinco mil uno (5.001) y treinta mil (30.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- **Pequeña empresa:**
 - a) Planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajadores, o
 - b) Activos totales por valor entres cinco mil uno (501) y menos de cinco mil (5.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- **Microempresa:**
 - a) Planta de personal no superior a diez (10) trabajadores, o
 - b) Activos totales excluida la vivienda por valores inferiores a quinientos (500) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

1.7.4 CIU.

La cadena siderúrgica y metalmecánica se divide en dos grandes ramas, metalurgia y metalmecánica. Y según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) revisión 4, esta cadena comprende las agrupaciones 281, 282, 291, 292, 293, 300 y 310.

¹⁶ Ibíd., p. 104.

¹⁷ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. *Ley 905 de 2004*. Bogotá D. C. : s.n., 2 de agosto de 2004.

La clasificación 271 se refiere la siderurgia que abarca a la producción de productos primarios en hierro y acero, barras y varillas, ángulos y perfiles, chapas de hierro o acero laminadas, galvanizada, tubería de acero y sus acoples. También incluye la producción de ferroníquel. La Metalmecánica por su parte abarca los subsectores de fabricación de maquinaria y equipo de uso general (281), vehículos automotores y sus motores (291), piezas y accesorios para vehículos automotores (293), aparatos de uso doméstico (311), fabricación de maquinaria de oficina (300) y otras industrias manufactureras (329).¹⁸

1.8. IMPACTO

La influencia que este proyecto espera generar, se puede observar desde tres puntos de vista: social, empresarial y ambiental. Mientras que la creación de la empresa busca generar empleos sostenibles para algunos miembros de la comunidad. Por otro lado se presenta la posibilidad de motivar e incentivar a las empresas de la importancia del mantenimiento en sus niveles de producción, esto piensa conseguirse a través de diálogos de concientización con el personal encargado del área, como ya se ha mencionado el mantenimiento está estrechamente relacionado con alta productividad, factor que es imprescindible para generar ventajas competitivas e impulsar el desarrollo económico del sector metalmeccánico en general. Finalmente la empresa intentará implementar acciones ecológicas para el tratamiento de los residuos potencialmente peligrosos al medio ambiente, ejemplo de ello se tiene el ofrecimiento de los aceites deteriorados a empresas especializadas en desechar este tipo de compuestos.

¹⁸ *LA CADENA DE VALOR SIDERÚRGICA Y METALMECÁNICA EN COLOMBIA*. RAMIREZ P, Ana Carolina, SUAREZ C, Juliana y LESMES P, Juan Manuel. Bogota D. C. : ILAFA.

2. ESTUDIO DE MERCADOS

2.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El producto que aborda este proyecto, se refiere al servicio que involucra un paquete de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. El sistema que se ofrece consiste inicialmente en la realización de un diagnóstico general de todas las máquinas incluidas en el plan de mantenimiento; ya sea que la máquina se encuentre en total deterioro o que aparentemente funcione de manera óptima se debe realizar el diagnóstico, éste tiene como propósito conocer los factores defectuosos en la máquina y de ahí generar un plan de mantenimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante.

Figura 1. Servicio de mantenimiento



Fuente: <https://www.emaze.com/@AllIRZWC/>

Se tendrá como propósito inicial reparar las partes defectuosas de la máquina que interrumpen su adecuado funcionamiento y por lo tanto afectan la productividad de la misma; en segundo lugar, determinar las fechas y frecuencia de las paradas programadas que se realizarán a las máquinas con el fin de efectuar las refacciones que se hagan necesarias. Finalmente se plantean visitas periódicas para la realización del mantenimiento predictivo en el cual se tomarán datos de funcionamiento para verificar y evaluar aquellas variables que pueden llegar a generar paradas inesperadas en la producción, algunas de ellas son: temperatura de funcionamiento, vibraciones y sonidos.

De otro lado, se ofrece a los clientes la opción de realizar modificaciones estructurales a los equipos, estas reformas van desde la instalación de paneles de visualización por coordenadas, modificación en la potencia del motor, rediseño del sistema de transmisión o la implementación de elementos de seguridad, estas variaciones se realizan con el fin de mejorar el número de unidades producidas, eficiencia energética, costos unitarios de producción y seguridad de los operarios.

2.2. ZONA DE INFLUENCIA

El proyecto está previsto para su realización en la ciudad de Bogotá.

2.3. PERFIL DEL CONSUMIDOR

El servicio que será prestado, está dirigido a las medianas empresas dedicadas a labores en el sector metalmecánico. Dichas empresas se encuentran distribuidas en varias zonas industriales de la ciudad de Bogotá.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística “DANE” la distribución por tamaño de establecimientos manufactureros en Bogotá, el 50% son de tamaño mediano, seguido en participación por pequeños con el 24%¹⁹.

El DANE, mediante su herramienta virtual: Directorio estadístico de empresas. De las 158.314 empresas constituidas legalmente en la ciudad de Bogotá, existen 1.727 empresas dedicadas a la fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo, este último grupo a su vez se subdivide en: 968 empresas dedicadas a la fabricación de productos elaborados de metal y actividades de servicio relacionadas con el trabajo de metales, mientras que 757 empresas se dedican a la fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor. De estas 1.727 empresas se puede determinar mediante código CIIU versión 4 que: 686 basan su actividad económica en fabricación de productos metálicos para uso estructural; 61 fabrican tanques, depósitos y recipientes de metal, excepto los utilizados para el envase o transporte de mercancías; 10 fabrican generadores de vapor, excepto calderas de agua caliente para calefacción central; 2 se dedican a la fabricación de armas y municiones; 38 se dedican a forja, prensado estampado y laminado de metal, también pulvimetalurgia; 293 realizan tratamientos y revestimientos de metales, así

¹⁹ Departamento Administrativo Nacional de Estadística. *Encuesta Anual Manufacturera*. Bogotá, D.C. : s.n., 2006.

como también mecanizado; 61 fabrican artículos de cuchillería, herramientas de mano y artículos de ferretería; 576 son fabricantes de productos elaborados de metal no clasificadas en los grupos anteriores.²⁰

2.4. ANÁLISIS DEL SECTOR

2.4.1 Producción, ventas y empleo²¹

La producción de este sector se centra en artículos metálicos elaborados y en maquinaria no eléctrica los primeros son el resultado de cambios en la forma y/o volumen de los metales, generados por un proceso de deformación mecánica, el cual generalmente se da en frío. El segundo grupo se dedica a la construcción de máquinas no eléctricas para usos industriales a través del ensamble de piezas en su gran mayoría metálicas.

Durante el año 2011, la producción del sector registró una clara desaceleración que se agudizó en el primer trimestre del año 2012, cuando la industria decreció a ritmos del -1,3% en el acumulado en doce meses a marzo. No obstante, durante los meses restantes del año el sector exhibió una recuperación, regresando al plano positivo en julio (+1,5% en el acumulado en doce meses) y alcanzando crecimientos del 3,3% al corte de diciembre. Este buen comportamiento continuó a lo largo del 2013, donde se observaron tasas relativamente estables. Sin embargo, para finales de dicho año y durante 2014, la producción se desaceleró de nuevo. En 2015 se observó un comportamiento similar, con un leve repunte a inicios del año, pero finalmente descendiendo a tasas del -0,8% anual al corte de octubre frente al -1,3% de un año atrás.

Por el lado de las ventas, la situación fue similar a la de la producción. Hacia el segundo semestre del año 2011, los crecimientos fueron de menor magnitud. Esta dinámica de descenso continuó durante los primeros meses del año 2012, donde la mayor caída fue del -1,5% anual acumulado en doce meses en el mes de marzo. Posteriormente, las ventas comenzaron a dar débiles señales de recuperación, creciendo a una tasa del 2,8% anual acumulado en doce meses al cierre del 2012, para luego presentar un comportamiento relativamente volátil, tendiendo a una recuperación hacia finales del 2013 e inicios del 2014. Sin embargo luego de

²⁰ Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Geoportal . [En línea] 28 de Marzo de 2016. [Citado el: 21 de Marzo de 2016.] <https://geoportal.dane.gov.co/v2/?page=elementoDirectorio>.

²¹ Asociación Nacional de Instituciones Financieras. *Riesgo Industrial 2016*. s.l. : Prisma Impresores, 2016.

alcanzar un pico del 5,3% anual en marzo de 2014, dicha dinámica se reversó, registrando una marcada tendencia descendente que concluyo con una tasa mínima histórica (desde 2010) del -2,5% en marzo de 2015. En los meses posteriores las ventas del sector exhibieron una recuperación importante, regresando al plano positivo en octubre con crecimientos del 1,1% frente al -1,2% de un año atrás.

En cuanto al empleo del sector, su trayectoria durante el 2011 y 2012 mostro un desempeño descendente, indicando con una tasa del 3,0% anual acumulando doce meses a junio del 2011, para caer a variaciones del -3,2% anual al corte de septiembre de 2012. Posteriormente se registraron señales de recuperación, las cuales continuaron a lo largo del año 2013. Sin embargo, para el año 2014 dichas señales desaparecieron y las variaciones regresaron al plano negativo, cayendo a tasas del -0,6% en el mes de diciembre. En 2015, esta tendencia descendente se estabilizó, registrando contracciones entre el -0,5% y el -1,0%, para todos los meses. Así, al corte de octubre de 2015, el empleo del sector de productos metálicos se contrajo al -1,0% superior al -1,8% de un año atrás.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística, “DANE”, reportó que entre mayo de 2015 y mayo de 2016, la producción real vario 18,8% para productos elaborados en metal, mientras que las ventas crecieron 11,7%. Adicionalmente, los básicos de metales preciosos y no ferrosos registraron una variación positiva de 18,8% en la producción real y las ventas aumentaron 13,1%.

Por otra parte, las exportaciones de hierro, acero y ferroníquel mostraron dígitos positivos en mayo de 2016. La exportación de hierro y acero tuvo una variación de 14,2%: pasó de US\$32,4 millones FOB en 2015 a US\$37,0 millones FOB en 2016. Y, aunque no tan alta, la variación de ferroníquel también fue considerable y le dio un aliento positivo al sector: 7,0%. Estos hechos se debieron a que las exportaciones de toneladas métricas de los tres metales subieron de forma atractiva; además, pueden resultar esperanzadores para lo que resta de 2016 y para 2017.

2.5. COMPETENCIA

Empleando nuevamente la herramienta virtual: Directorio Estadístico de Empresas, proporcionado por el “DANE” en su página web, se puede concluir que las empresas dedicadas al mantenimiento en la ciudad de Bogotá, y reconocidas mediante el código CIIU, revisión 4 adaptada para Colombia son: 823 empresas con código CIIU

3312, dedicadas al mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo. Sin embargo el análisis de estas empresas es bastante complejo no solamente por la cantidad de ellas, sino además porque al analizarlas detalladamente, existen muchas cuya actividad económica no se relaciona directamente con la que este proyecto abarca. Debido a esto es necesario analizar la información presentada por la revista MisiónPyme donde se listan las empresas que más se destacan en su sector económico. MisiónPyme analizó al grupo de pequeñas y medianas empresas que registraron el mayor dinamismo en sus ventas durante el último año. Esta información fue procesada con base en el registro de la Superintendencia de Sociedades correspondiente a 24.751 compañías²².

En el cuadro siguiente se muestra un fragmento de las empresas más dinámicas en el sector de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo, el motivo de omitir algunas de ellas es que unas de varias realizan mantenimientos diferentes al que se refiere este proyecto.

Cuadro 1. Empresas más dinámicas en el sector de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo

Razón Social	Activo 2015(\$)	Ventas 2015(\$)	Utilidad Operacional 2015(\$)	Utilidad Neta 2015(\$)	Variación Ventas 2014-2015(%)	R. Endeudamiento 2015(\$)
Q & C Ingeniería SAS	7.650.993	14.045.862	2.388.960	1.572.407	57	59
Cía. Colombiana de Servicios Industriales Productivo Total Ltda. SIPT	5.679.571	9.907.326	1.028.057	104.532	7	53
Ime Ingeniería de Máquinas Eléctricas S.A	4.347.910	7.268.422	268.819	127.618	48	39
Electrónica Industrial Colombiana Group SAS	1.973.269	4.456.832	185.264	218.475	94	77
Imétales SAS	3.166.379	4.378.209	297.396	305.249	7	68
Proyectos y Servicios de Ingeniería Gas y Petróleo SAS	1.816.908	3.579.788	103.008	113.503	84	46
Talleres Wersin SAS	1.780.331	3.416.859	724.586	443.806	8	55
Vibro-montajes SCA	2.084.889	1.911.525	406.900	258.886	21	16
Metalmecánica Mebum SAS	761.935	1.658.592	99.185	9.376	4	62

²² 5.000 mas dinamicas. MisiónPyme. 91, Bogotá : Media Solutions, 2016.

Servicios Electro-industriales Ramírez e Hijos SAS	688.874	1.301.853	96.853	65.105	10	42
Oleohitec Ltda.	1.054.267	1.255.187	99.396	58.346	13	46
Maimon SAS	1.566.465	1.128.313	125.115	76.161	19	15
Mantenimiento Proyectos Industriales Ltda.	685.108	950.129	162.362	143.529	1	42
Productos de Ingeniería Pieme SAS	479.470	642.110	66.771	18.467	21	49

Fuente: MisiónPyme y autor

Se han escogido tres de las empresas listadas anteriormente, con el fin de realizar una matriz DOFA a cada una de ellas y observar detalladamente sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas. Al realizar este análisis se comprenderá los cambios que deben plantearse y algunas estrategias al momento de que la empresa surja en el mundo empresarial, con la intención que sea más productiva y llamativa para el cliente y de esta manera tener más posibilidades de ser líder en el sector.

Cuadro 2. Matriz DOFA Ingeniería de Máquinas Eléctricas S.A

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
• Aunque realizan mantenimiento a maquinas herramientas, se enfocan primordialmente en sistemas eléctricos, rebobinado de motores. • Sus tiempos de reacción son demasiado altos.	• Ampliar sus ventas en empresas de otros países. • Ampliar su catálogo de servicios. • Al tener experiencia en el extranjero puede crear sedes en otros países. • Crear una nueva sede en la ciudad de Bogotá, atraerá más cliente gracias a sus muchas fortalezas.
FORTALEZAS	AMENAZAS
• Cuentan con una amplia planta de personal, lo que agiliza las operaciones de mantenimiento. • Permanente actualización e innovación. • Implementan un sistema de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad. • Tiene sedes en países sudamericanos como: Ecuador y Perú. • Ofrece soluciones a países de la región. • Tecnología de punta.	• El tiempo de desplazamiento de la empresa hasta la ciudad de Bogotá podría ser contraproducente, ya que el cliente necesita soluciones rápidas. • Al estar ubicada en otra ciudad, y teniendo en que Bogotá cuenta con el mayor número de empresas del sector metalmecánico, sus ventas podrían no ser las esperadas.

• Amplios conocimientos técnicos. • Atención al cliente las 24 horas del día. • Servicio postventa. • Cuenta con certificación de calidad ISO 9001.	
--	--

Fuente: Autor

Cuadro 3. Matriz DOFA Servicios Electro-industriales Ramírez e Hijos SAS

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
• No cuentan con un valor agregado que los diferencie de la competencia. • No se realizan algunas pruebas como lo son END. • Falta de personal certificado en áreas como los END.	• Ampliar sus ventas en empresas de otros países. • Darse a conocer a los clientes mediante charlas de concientización de los beneficios del mantenimiento.
FORTALEZAS	AMENAZAS
• Experiencia de más de varios años en el sector. • Buena relación con los clientes. • Sus clientes los recomiendan. • Cuentan con certificaciones en marcas líderes del mercado. • Diversos canales de ventas. • Amplios conocimientos técnicos. • Cuentan con un amplio catálogo de servicios. • Realizan los tres tipos de mantenimiento básico, abarcando así más clientes y generando mayor utilidad. • Tienen servicios adicionales como: montajes electromecánicos automatización de maquinaria, fabricación y diseño de tableros de control. • Está ubicado entre dos de las localidades con mayor participación en el sector manufacturero.	• Existencia de empresas internacionales que se dedican a prestar este servicio, ofreciendo mayor tecnología lo que conlleva mejores resultados. • Pierden muchos clientes por el desconocimiento de los empresarios a cerca de la influencia positiva del mantenimiento en sus procesos productivos. • La falta de comunicación con la competencia genera descensos en los precios que perjudica a todas las empresas del sector.

Fuente: Autor

Cuadro 4. Matriz DOFA Colombiana de Servicios Industriales Productivo Total Ltda.

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
- Se encuentra ubicada en el sector de Usaquén donde hay pocas empresas del sector manufacturero. - No prestan un servicio de 24 horas.	- Crear un mercado con pequeñas y medianas empresas, ya que al parecer SIPT se enfoca en grandes proyectos. - Abrir una sede cerca de una zona industrial donde existen muchas empresas manufactureras.
FORTALEZAS	AMENAZAS
- Certificación ISO 9001 e ISO 14001. - Prestan un servicio de capacitación para los clientes. - Amplia experiencia trabajando con empresas hidroeléctricas y algunas reconocidas empresas como Coca-Cola. - Cuenta con modelos de gestión de mantenimiento como: PdM, TPM y RCM. - Experiencia de aproximadamente 18 años. - Innovan en el mercado con procesos como: limpiezas criogénicas.	- La competencia cuenta con más experiencia en el sector. - La competencia cuenta con tecnología de punta y se actualiza constantemente.

Fuente: Autor

Como extensión de lo anterior se establece como política empresarial, la cual se gestará durante el proyecto, que las debilidades de la competencia deberán ser las fortalezas de la empresa y por consiguiente las fortalezas de la competencia no deberán ser las debilidades de la misma; es evidente que no se puede competir con factores como la experiencia de varios años con la que cuentan los competidores, sin embargo la implementación de los demás ítems será vital para que la empresa tenga gran acogida en el sector durante sus primeros años.

A partir de esto se piensa que el proyecto debe contemplar una buena ubicación, en zonas donde se encuentren gran cantidad de empresas del sector metalmecánico, esto para mejorar los tiempos de respuesta para los clientes;

también debe existir personal con disponibilidad 24 horas al día para asistir a aquellas empresas cuyos horarios de trabajos son extendidos; otra de las características con las que deberá contar la empresa es el tipo de tecnología a utilizar, teniendo en cuenta que algunas de las empresas de la competencia emplean procesos y tecnologías algo deterioradas para la fecha.

2.6. DEMANDA HISTÓRICA

El siguiente cuadro, proporcionado por la entidad Legiscomex muestra el número de máquinas herramientas que llegaron al país desde el año 2007, las cifras que se exponen hacen referencia a la suma de los diferentes tipos de máquina que abarca este proyecto, se debe tener en consideración que además del número de máquinas que fueron importadas cada año se adicionarán las cantidades de los diez últimos años, esto último al considerar que el promedio de vida útil para este tipo de equipos es de diez años.

Cuadro 5. Demanda histórica de máquinas herramientas

AÑO	TOTAL MERCADO
2007	2.007
2008	4.173
2009	8.117
2010	10.458
2011	17.154
2012	22.414
2013	26.307
2014	29.987
2015	35.365
2016	44.255

Fuente: Legiscomex y autor

2.7. MERCADO POTENCIAL

2.7.1 Cálculo de población

Teniendo como referente la información brindada por Legiscomex, entidad que entre sus tantas actividades lleva un informe detallado de las importaciones de maquinaria y equipos, se pudo determinar el número total de máquinas herramientas que ingresaron al país desde el año 2007, en el siguiente cuadro se muestran los valores antes mencionados para tornos, fresadoras, rectificadoras y

taladros, se debe señalar que la información brindada por Legiscomex engloba todas las ciudades del país, por tal motivo se tendrá en consideración la participación de la ciudad de Bogotá en el sector manufacturero, este dato corresponde al 42% según la Encuesta Anual Manufacturera del año 2015.

Cuadro 6. Importación anual de máquinas herramientas por tipo

AÑO	TORNOS	FRESADORAS	RECTIFICADORAS	TALADROS
2007	459	60	1.089	399
2008	781	42	930	413
2009	2.247	49	1.299	349
2010	529	92	1.258	462
2011	3.581	85	2.548	482
2012	3.796	53	845	566
2013	1.565	83	1.713	532
2014	660	61	2.409	550
2015	481	56	4.350	491
2016	417	54	7.989	430

Fuente: PROCOLOMBIA y Autor

Teniendo en cuenta que la vida útil de este tipo de equipos supera los diez años, todos serán tenidos en consideración para determinar la población, en el siguiente cuadro se observa la suma de todos los equipos durante los años en cuestión.

Cuadro 7. Población total de máquinas herramientas por tipo

EQUIPO	TOTAL DE MÁQUINAS	MÁQUINAS EN BOGOTÁ
Tornos	14.516	6.097
Fresadoras	635	267
Rectificadoras	24.430	10.261
Taladros	4.674	1.963
TOTAL	44.255	18.587

Fuente: PROCOLOMBIA y Autor

Según lo expuesto anteriormente la población total de máquinas herramientas en medianas empresas y que serán potencialmente clientes del proyecto, para la ciudad de Bogotá corresponde a 18.587.

2.7.2 Diseño de encuesta

Ante el desconocimiento de algunos datos que son indispensables para la continuación del estudio de mercado, es apropiado realizar una encuesta que responda a dichas incógnitas. A continuación se muestra la estructura de dicha

encuesta, esta se realizará vía telefónica intentando contactar con el jefe de mantenimiento o en su efecto el jefe de producción.

<i>Empresa Encuestada</i>	
<i>Nombre del Encuestado</i>	
<i>Cargo que ocupa.</i>	
<i>Ubicación de la Empresa</i>	

1. ¿Cuál es el número de máquinas con el que cuenta su empresa?

- Tornos: _____
- Fresadoras: _____
- Limadoras: _____
- Mortajadoras: _____
- Taladros: _____
- Rectificadoras: _____
- Brochadoras: _____
- Otras _____ ¿Cuáles?: _____

2. ¿En su empresa, quién realiza el mantenimiento a las máquinas?

- Un equipo de mantenimiento. _____
- El mismo operario mantiene la máquina. _____
- Mediante contrato con una empresa externa. _____
- ¿Cuál?: _____
- Otro. _____
- ¿Cuál?: _____

3. ¿Cuál es el presupuesto anual que su empresa destina a realizar el mantenimiento de su maquinaria? \$ _____

4. ¿Cuenta su empresa con uno o varios de los siguientes planes de mantenimiento?

- Correctivo _____
- Preventivo _____
- Predictivo _____
- Otro. _____ ¿Cuál?: _____

5. ¿Cuál es el valor estimado por usted, que pierden las empresas debido a un mal mantenimiento en su maquinaria?

- Valor estimado: \$ _____

6. Luego de conocer el servicio que prestará este proyecto y sus beneficios. ¿Cree usted que la empresa estaría dispuesta a contratar el servicio sí se le ofreciera?

Si. _____ No. _____ Tal vez. _____

2.7.3 Tamaño de la muestra

Para determinar el número de encuestas a realizar se tendrá en consideración la cantidad de empresas metalmecánicas en Bogotá y el porcentaje de ellas que corresponden a las medianas empresas, se concluye que existen 864 empresas de este tipo. Pero realizar tal cantidad de encuestas ocupa demasiado tiempo y recursos, por tal motivo debe realizarse un muestreo con un número de encuestas significativo para así obtener datos lo suficientemente cercanos a la realidad. Se utilizó la siguiente ecuación para determinar dicho valor:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2(N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

- **n:** Tamaño de la muestra.
- **N:** Es el tamaño de la población, es decir las 864 empresas.
- **k:** Es una constante que depende del nivel de confianza asignado, para el caso se busca un valor del 90%, por lo que la constante será equivalente a 1,65.
- **e:** Es el margen de error permitido. El que para el caso en particular ha sido del 5%.
- **p:** Este valor indica la probabilidad de acertar y su valor es de 0,5.
- **q:** Este valor indica la probabilidad de acertar y su valor es de 0,5.
- **n:** Tamaño de la muestra (número de encuestas que se deben realizar).

Al resolver la anterior ecuación se tiene:

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 864}{(0.05^2(864 - 1)) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = 63 \text{ encuestas}$$

Se concluye que deben realizarse como mínimo 63 encuestas.

2.7.4 Análisis de la encuesta

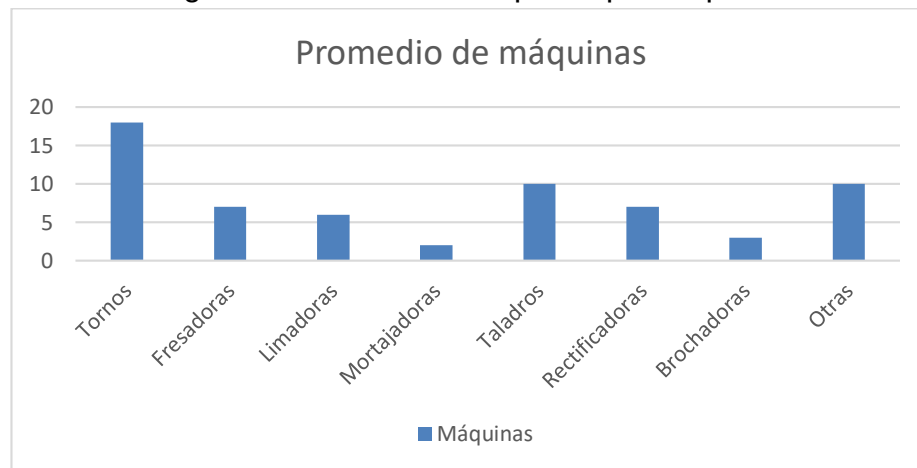
A continuación se lleva a cabo un análisis de los datos obtenidos en la encuesta realizada.

¿Cuál es el número de máquinas con el que cuenta su empresa?

La siguiente figura indica el número de máquinas con el que cuentan las empresas encuestadas, según su tipo. La información obtenida destaca que la mayoría de

máquinas existentes en el sector metalmecánico corresponde a tornos, seguido por taladros; en promedio las empresas encuestadas poseen ocho maquinas herramientas.

Figura 2. Número de máquinas por empresa

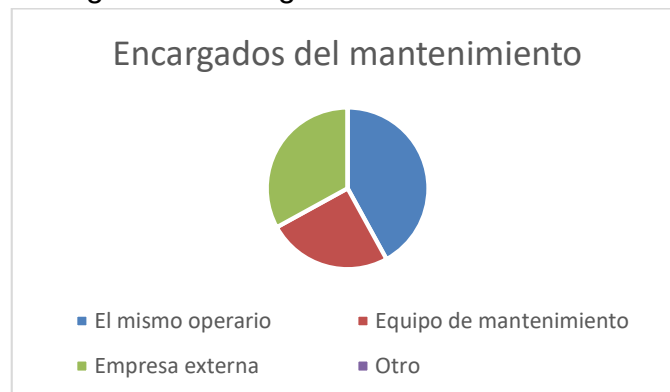


Fuente: Autor

¿En su empresa, quién realiza el mantenimiento a las máquinas?

Los resultados obtenidos acerca del personal encargado de realizar las labores de mantenimiento indican que gran cantidad de operarios están capacitados para realizar las tareas básicas del mantenimiento; seguido por un 33% de los encuestados, quienes contestaron que contratan empresas externas para llevar a cabo dichas actividades.

Figura 3. Encargados del mantenimiento



Fuente: Autor

¿Cuál es el presupuesto anual que su empresa destina a realizar el mantenimiento de su maquinaria?

Al realizar un estudio del valor esperado, el cual hace referencia a una técnica de análisis estadístico para determinar valores teniendo en cuenta el promedio y la frecuencia en que se producen los datos, se determinó que las empresas destinan un promedio de \$9.414.087 para realizarle mantenimiento a sus máquinas.

Cuadro 8. Presupuesto anual de mantenimiento

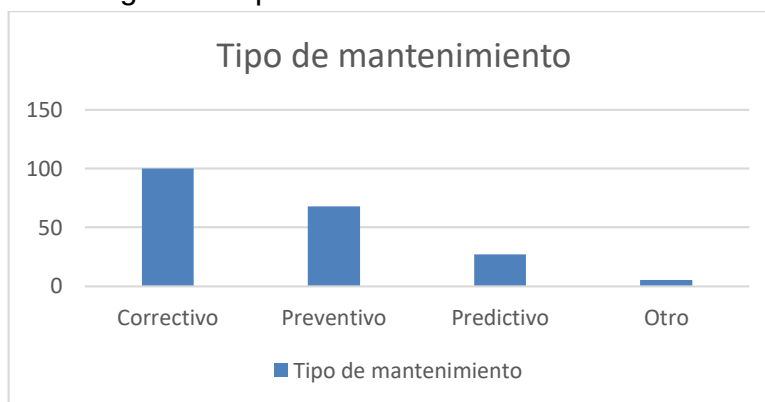
VALOR	FRECUENCIA	PARTICIPACIÓN	RESULTADO
3.562.500	13	20,63%	735.119
6.087.500	11	17,46%	1.062.897
8.612.500	15	23,81%	2.050.595
11.137.500	8	12,70%	1.414.286
13.662.500	6	9,52%	1.301.190
16.187.500	6	9,52%	1.541.667
18.712.500	1	1,59%	297.024
21.237.500	3	4,76%	1.011.310
TOTALES	63	100,00%	9.414.087

Fuente: Autor

¿Cuenta su empresa con uno o varios de los siguientes planes de mantenimiento?

Según la información obtenida la totalidad de los encuestados realizan mantenimiento correctivo, lo que era de esperarse ya que no pueden permitirse dejar las máquinas inoperables; el mantenimiento predictivo es utilizado por 68% de los encuestados y finalmente las empresas que llevan a cabo labores predictivas suman tan solo el 27%.

Figura 4. Tipos de mantenimiento utilizado



Fuente: Autor

¿Cuál es el valor estimado por usted, que pierden las empresas debido a un mal mantenimiento en su maquinaria?

En el siguiente cuadro se expone el análisis de valor esperado que se realizó para definir las pérdidas monetarias mensuales que presentan las empresas al tener maquinas inoperables o en falla parcial. El resultado indica que en promedio las empresas pierden \$4.612.401 por el factor antes mencionado.

Cuadro 9. Pérdidas mensuales por un mal mantenimiento.

VALOR	FRECUENCIA	PARTICIPACIÓN	RESULTADO
1.406.250	17	26,98%	379.464
2.818.750	12	19,05%	536.905
4.231.250	5	7,94%	335.813
5.643.750	10	15,87%	895.833
7.056.250	9	14,29%	1.008.036
8.468.750	6	9,52%	806.548
9.881.250	3	4,76%	470.536
11.293.750	1	1,59%	179.266
TOTALES	63	100,00%	4.612.401

Fuente: Autor

Luego de conocer el servicio que prestará este proyecto y sus beneficios. ¿Cree usted que la empresa estaría dispuesta a contratar el servicio si se le ofreciera?

Al indagar a las 63 empresas sobre su interés por adquirir el paquete de mantenimiento que contiene este proyecto, el 16% de ellos dieron una respuesta afirmativa, mientras que otro 21% objetaron que desearían conocer más información sobre el servicio y los costos del mismo. El 63% restante manifestaron no estar interesados en la adquisición del servicio.

Figura 5. Interes por el servicio



Fuente: Autor

2.8. DEMANDA PROYECTADA

Para determinar el número de máquinas que posiblemente serán atendidas por este proyecto se tendrá nuevamente en cuenta la investigación realizada mediante Legiscomex y se sumarán todas las máquinas herramientas que hacen parte de sus bases de datos desde el año 2007 hasta el año 2016, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Histórico de importaciones de máquinas herramientas

AÑO	TOTAL EQUIPOS
2007	2.007
2008	4.173
2009	8.117
2010	10.458
2011	17.154
2012	22.414
2013	26.307
2014	29.987
2015	35.365
2016	44.255

Fuente: Legiscomex y Autor

Los datos antes expuestos serán útiles para determinar el número de máquinas que se espera llegaran al país en los próximos seis años. En el siguiente cuadro se observan los valores obtenidos para la demanda que se espera en los futuros años, también se debe considerar que el promedio de vida útil para esta maquinaria ronda los diez años. Por lo tanto además del número de equipos que se espera serán importados anualmente, se tomará la suma de los últimos diez años.

Cuadro 11. Demanda de máquinas proyectada

AÑO	TOTAL DEMANDA
2017	45.215
2018	49.776
2019	54.336
2020	58.896
2021	63.456
2022	68.017

Fuente: Legiscomex y Autor

Al graficar los próximos 6 años contra el total de la demanda esperada para ese mismo periodo de tiempo se obtienen la siguiente relación:

$$y = 4.560,25x - 9.152.809$$

La gráfica también proporciona el valor de R cuadrado que para este caso es de 0,995 por lo tanto se concluye que la confiabilidad de este modelo es bastante alta. Al analizar los datos de la encuesta realizada a algunas empresas del sector metalmecánico acerca de si estaban o no interesados en adquirir el servicio de mantenimiento, se estableció que la participación que podrá tener la empresa en el mercado es de aproximadamente el 16%. Se ha generado el siguiente cuadro donde se plasman los datos de la demanda futura en los años 2017 hasta 2022, referente al número de máquinas.

Cuadro 12. Participación de la empresa sobre la demanda total

AÑO	DEMANDA	
	SECTOR	PROYECTO
2017	45.215	7.234
2018	49.776	7.964
2019	54.336	8.694
2020	58.896	9.423
2021	63.456	10.153
2022	68.017	10.883

Fuente: Legiscomex y Autor

Sin embargo la empresa buscará vender el servicio como un paquete de mantenimiento en el que se incluyan varias máquinas y a la vez varias visitas durante los doce meses en que es válido el contrato. De la encuesta realizada se puede concluir que las medianas empresas de Bogotá cuentan con un promedio de ocho máquinas herramientas; además se determinan seis visitas anuales, que corresponden a tres visitas programadas y otras tres visitas para asistencia de fallas y algunos análisis periódicos. De la anterior información se genera el siguiente cuadro, donde se muestra la demanda esperada para los próximos seis años, referente al número de servicios a realizar.

Cuadro 13. Demanda de servicios proyectada

AÑO	DEMANDA		
	MÁQUINAS	CLIENTES	SERVICIOS
2017	7.234	904	5.426

2018	7.964	996	5.973
2019	8.694	1.087	6.520
2020	9.423	1.178	7.068
2021	10.153	1.269	7.615
2022	10.883	1.360	8.162

Fuente: Autor

2.9. ESTRATEGIA COMERCIAL

A continuación se plantean una serie de acciones que serán útiles en el fortalecimiento comercial de la empresa, cuando ésta se encuentre constituida y en operación será de vital importancia reaccionar al mercado con diferentes estrategias en tres etapas del proyecto que son: la divulgación del servicio prestado, captación de los clientes y finalmente la fidelización.

2.9.1. Divulgación

Hace referencia a la forma en que se llamará la atención de la industria, en cómo los clientes conocerán de la existencia y el servicio de la empresa.

- **Publicaciones especializadas.** La publicación de anuncios en revistas que atañen a los empresarios del sector metalmecánico, es la principal estrategia de entrada al mercado, en dichos anuncios se indicarán los detalles del servicio prestado y destacando aspectos llamativos para el futuro cliente. Algunos ejemplos de las revista donde posiblemente se publicitará son: ACIEM, ANDI, Portafolio, Metal Actual, entre otros.
- **Llamadas telefónicas.** Empleando nuevamente la base de datos proporcionada por el “DANE”, donde se facilita información de las empresas metalmecánicas de la ciudad de Bogotá, entre ella: sus direcciones, correos y teléfonos de contacto; se ubicaran con el fin de darles a conocer el servicio prestado por la empresa, posteriormente se propone visitar a aquellos que se han interesado por contratar los servicios.

2.9.2. Captación de clientes

- **Diagnóstico inicial.** La propuesta inicial que buscará llamar la atención de los interesados es el ofrecimiento del diagnóstico inicial de forma gratuita, este tiene como fin hacer más llamativa la propuesta desde el punto de vista económico, además de mostrar las capacidades y conocimientos que tendrá el personal de la empresa, posteriormente se presentará un informe del estado en que se encuentran los equipos y una propuesta económica.

- **Oferta por número de máquinas.** Como se mencionó en el estudio de mercado el número promedio de máquinas herramientas con el que cuenta una mediana empresa del sector metalmecánico corresponde a 8, sin embargo al darse el caso que un cliente cuente con un número diferente de equipos el precio evidentemente variará. La empresa ofrecerá el servicio con el precio base de \$3.300.000 para clientes que cuenten con entre 8 y 10 máquinas, en el cuadro 14 se aprecian los diferentes precios dependiendo del número de equipos a intervenir.

2.9.3. Fidelización

Con el propósito de mantener estable la relación con los clientes, se proponen varias estrategias que no solo permitirán la contratación por periodos de tiempo prolongados, sino además la continuidad de dichos contratos, entre ellas se tienen: ofrecer paquetes de mantenimiento que corresponden a varias visitas realizadas durante un año, todas estas serán incluidas en un único pago por el paquete; además de esto se proponen charlas de capacitación o información para operarios y personal administrativos relacionadas con el mantenimiento. Finalmente se facilitará material informativo como es el caso de folletos, revistas o periódicos que expongan temas útiles para el personal antes mencionado.

2.10. DETERMINACIÓN DE PRECIOS

El precio de venta del servicio resulta luego de determinar cuál es el costo de producción, este se compone de los costos fijos de producción, que contempla: amortización de diferidos, costos de arrendamiento, depreciaciones, salarios, mantenimiento de la maquinaria propia y otros costos de producción como el combustible de los vehículos; al igual que los costos variables de producción, donde se agrupan las materias primas o insumos necesarios para llevar a cabo los servicios y otros costos variables. Según el estudio financiero realizado e ilustrado en el cuadro 48, los costos de producción del proyecto para el año base alcanzarán la suma de \$199.037.070. Además se ha establecido una demanda proyectada de 143 paquetes de servicios como se indica en el cuadro 13, al dividir los costos de producción en la demanda proyectada se determina que el costo de prestar el servicio a cada cliente es de \$1.391.868, es decir \$231.978 por cada una de las asistencias.

Se ha establecido un margen de ganancia del 78% en base a los costos de producción, se empleó la siguiente relación para determinar el precio de venta del servicio.

$$Precio = \frac{\text{Costo unitario de producción}}{(1 - \text{Utilidad esperada})}$$

Al reemplazar los datos en la anterior ecuación, se obtiene.

$$Precio = \frac{\$1.391.868}{(1 - 58\%)} = \$6.326.671$$

Al redondear la anterior cifra se determina un precio de venta por paquete de mantenimiento de \$6.300.000.

En el siguiente cuadro se observa el precio que se ofrecerá para aquellos clientes que cuenten con un número de máquinas diferente al promedio en medianas empresas, también se indica el precio que pagará el cliente por cada máquina intervenida.

Cuadro 14. Precios del paquete por número de máquinas.

MÁQUINAS	VALOR PAQUETE	VALOR MÁQUINA
1	\$ 787.500	\$ 131.250
2	\$ 1.575.000	\$ 131.250
3	\$ 2.362.500	\$ 131.250
4	\$ 3.150.000	\$ 131.250
5	\$ 3.937.500	\$ 131.250
6	\$ 4.725.000	\$ 131.250
7	\$ 5.512.500	\$ 131.250
8	\$ 6.300.000	\$ 131.250
9	\$ 6.300.000	\$ 116.667
10	\$ 6.300.000	\$ 105.000
11	\$ 8.662.500	\$ 131.250
12	\$ 9.450.000	\$ 131.250
13	\$ 10.237.500	\$ 131.250
14	\$ 11.025.000	\$ 131.250
15	\$ 11.812.500	\$ 131.250
16	\$ 12.600.000	\$ 131.250
17	\$ 13.387.500	\$ 131.250
18	\$ 14.175.000	\$ 131.250
19	\$ 14.962.500	\$ 131.250
20	\$ 15.750.000	\$ 131.250

21	\$	16.537.500	\$	131.250
22	\$	17.325.000	\$	131.250
23	\$	18.112.500	\$	131.250
24	\$	18.900.000	\$	131.250
25	\$	19.687.500	\$	131.250
26	\$	20.475.000	\$	131.250
27	\$	21.262.500	\$	131.250
28	\$	22.050.000	\$	131.250
29	\$	22.837.500	\$	131.250
30	\$	23.625.000	\$	131.250

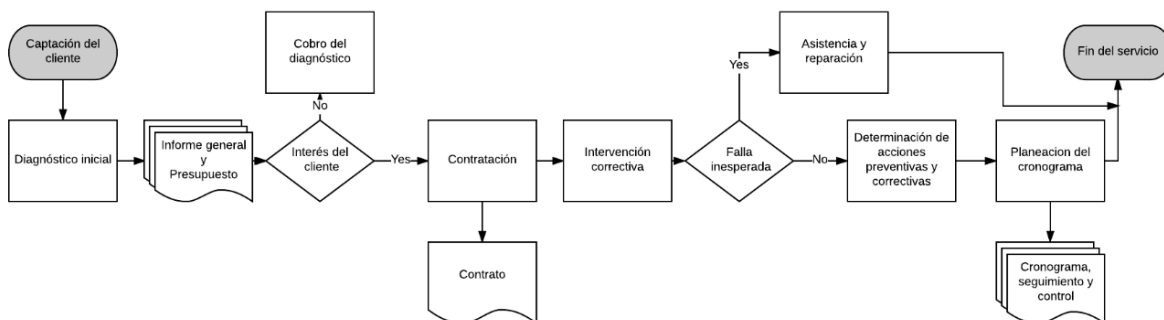
Fuente: Autor.

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la siguiente figura se indican los procesos y documentos empleados durante la prestación del servicio, con el fin de que el lector tenga una mejor comprensión acerca del procedimiento a seguir.

Figura 6. Flujograma de procesos.



Fuente: Autor

A continuación se describen los diferentes procedimientos que la empresa estará en capacidad de llevar a cabo, en ellos se especifican las diferentes tareas de mantenimiento, el método que se empleará para la fabricación o compra de las refacciones y cómo se realizará el proceso de instalación.

3.1.1 Diagnóstico inicial

La primera tarea para el equipo es hacer un diagnóstico inicial del estado de todas y cada una de las máquinas del cliente, haciendo uso de los equipos de medición, análisis e inspección visual. En esta actividad se observará si la máquina se encuentra trabajando en óptimas condiciones, si existe algún componente defectuoso, el tiempo en que deben ser cambiadas algunas refacciones o si las máquinas aun cuentan con garantía por parte del fabricante. El tiempo que conlleva esta evaluación depende del estado de la máquina y su complejidad, generalmente se deben inspeccionar varias características de los equipo como lo son: las partes principales, caja de velocidades, motor, sistema de transmisión, sistema de refrigeración, sistema de iluminación, entre otros. En el anexo A se detalla el modelo de evaluación por tipo de máquina que se implementará para llevar a cabo esta primera etapa.

3.1.2 Contratación

En el anexo B se ilustra el contrato de prestación de servicios que firmarán tanto el cliente como la empresa que realizará las labores de mantenimiento, en él se ilustran los términos y condiciones que deben cumplirse durante la prestación del servicio, así como la vigencia y el costo del mismo.

3.1.3 Determinación de tareas

Guiados por la evaluación inicial se pueden determinar las acciones a seguir con cada una de las máquinas, en caso de ser necesario un cambio de refacción, se listarán todas y cada una de estas piezas para que la persona encargada pueda realizar la cotización de compra o manufactura. Al terminar el cambio del componente el operario deberá constatar el buen funcionamiento del mismo y pedir el visto bueno del ingeniero que representa a la empresa contratista; si en cambio el componente no ha llegado aún al límite de vida útil se indagará si existe algún registro de horas de trabajo, de ser así se determinará cual será la próxima fecha de cambio, en caso de no tener dicho dato se estimará una fecha aproximada de cambio; también se debe establecer fechas para el cambio de componentes que pueden fallar repentinamente como lo son: rodamientos, aceites, lubricantes, correas y poleas, entre otros. Lo que se conoce como mantenimiento preventivo.

Luego de realizar cualquier cambio de componente, reparación o modificación, el operario debe entregar la máquina en óptimas condiciones, además de realizar lubricación y limpieza total, para finalmente recibir o no el visto bueno del ingeniero quien será el encargado de dar información del servicio y entrega al cliente.

Teniendo como referente que la mayoría de las máquinas herramientas emplean los mismos principios para su funcionamiento este listado será generalizado, en caso de existir algún sistema diferente, es deber del ingeniero investigar mediante el respectivo catálogo los principios y especificaciones de dicho sistema para generar una solución que no afecte el funcionamiento del equipo u otros componentes del mismo. A continuación se indican detalladamente algunas de las especificaciones en las tareas ya sean: correctivas, preventivas, predictivas o modificativas.

- **Tareas correctivas.** Actividades de reparación que se deben realizar a corto plazo, la persona encargada de dar reporte de la falla es el operario y es indispensable una pronta asistencia del equipo de mantenimiento. Dentro del mantenimiento correctivo existen dos tipos de tareas no planeadas: **el desvare**, el cual consiste en realizar una reparación inmediata del equipo con el fin de

que este recobre su funcionamiento, al ser una reparación urgente no puede garantizarse que vuelva a sus condiciones de funcionamiento óptimo; **reparación correcta y definitiva**, este tipo de reparación se realiza cuando se conocen las causas concretas de la avería, puede tomar un tiempo de intervención mayor y se caracteriza por devolver el equipo a sus condiciones estándar de producción. El equipo de mantenimiento está en capacidad de realizar los dos tipos de tareas antes mencionados, según las necesidades de producción que tenga el cliente. Una labor característica de mantenimiento correctivo se realiza en el siguiente orden: detección de la falla, localización de la falla, desmontaje, recuperación o sustitución, montaje, pruebas y verificación. A continuación se listan algunas de estas labores de mantenimiento.

- ✓ **Cambio de rodamientos:** esta tarea se debe realizar bien sea cuando el mantenimiento predictivo sugiere el cambio del rodamiento al acercarse al límite de su vida útil o cuando se produce una falla repentina del componente encontrándose el equipo en operación, luego de realizar el desmontaje del rodamiento el técnico determinara las características del mismo para su posterior compra o manufactura, el costo del mismo será asumido por el cliente.
- ✓ **Rebobinado de motores:** los motores eléctrico por lo general se deterioran internamente con el transcurrir de los años, en algunas ocasiones siendo tan grave como para quemar sus bobinas las cuales se constituyen básicamente de alambre de cobre, existen establecimientos especializados en realizar este tipo de reparaciones, por lo tanto este servicio será subcontratado, y de igual manera se ofertara con un porcentaje de ganancia.
- ✓ **Reparaciones eléctricas:** el técnico debe realizar una inspección detallada de todos los componentes eléctricos de la máquina y en caso de existir alguna falla debe ser detenida cualquier operación que se esté realizando con el equipo para su reparación, debido a la diversidad de componentes eléctricos el técnico debe llevar consigo refacciones como lo son: fusibles, cable, obturadores, resistencias, bombillos, entre otros. La empresa ofrecerá la venta de dichas piezas obteniendo así un porcentaje de ganancia.
- ✓ **Cambio de engranajes:** en caso de que los análisis realizados a los engranajes ya sea inspección visual o tintas penetrantes concluyan el cambio inminente del engranaje, se realiza el desmontaje, se determinaran sus características para su futura compra o manufactura. El costo de esta refacción será asumido por el cliente.
- ✓ **Fallas comunes en sistemas CNC:** Las máquinas herramientas con un sistema de control numérico, son sistemas modernos de procesamiento que permiten al usuario mejorar los tiempos y costos de producción además de

manufacturar productos de mayor calidad empleando menos recursos. Este tipo de sistemas se pueden presentar en máquinas tales como: tornos, fresadoras, taladros, dobladoras y centros de mecanizado. Las averías en este tipo de sistemas generalmente se presentan en: la fuente, circuito de control, circuito de potencia o circuito de señalización; estas fallas van desde: cortocircuitos, fallas en los fusibles y filtros, diodos con resistencias fuera del rango de funcionamiento, variación en la entrega de voltaje por el diodo zener, defectos de programación, daños en compuerta, memoria o flipflop, fallas de pantalla o indicadores, averías en señales lumínicas, entre otros. Para dar solvencia a estos casos la empresa debe contratar técnicos con conocimientos en electrónica y programación.

- ✓ **Ajuste general:** se deben inspeccionar algunos componentes como las palancas de avance, husillo, bancadas y en general todos aquellos componentes que puedan presentar desajustes que alteren las características de las piezas a maquinar. En caso de presentarse dichas anomalías se desmontará el componente en busca del problema que generalmente se debe a viruta almacenada, falta de sujeción o ausencia de piezas.

- **Tareas modificativas**

Este tipo de acciones se realizan cuando se ha intervenido en múltiples ocasiones el equipo sin obtener la recuperación de funciones o las características mínimas requeridas por el cliente; esto conlleva a la modificación total o parcial de uno o varios de los sistemas que componen el equipo haciendo uso de la ingeniería de diseño. Dentro de este grupo de acciones también se incluyen las modificaciones que se realizan con el fin de mejorar la productividad o aumentar la confiabilidad aunque no exista falla alguna.

- ✓ **Panel de visualización:** muchas de las máquinas existentes en la industria colombiana carecen de tecnologías avanzadas, lo que puede conllevar a que las piezas mecanizadas en ocasiones presenten errores en su dimensionamiento, al implementar un panel de visualización esto le permitirá al operario observar la trayectoria de la herramienta de corte y tener un control más vigoroso de los avances de la misma. Una de las ventajas de esta modificación es que impide los choques entre el cabezal y la herramienta de corte lo que puede generar desajustes o daños en la herramienta.
- ✓ **Cambio de motor:** en ocasiones el motor de una máquina herramienta no se encuentra capacitado para realizar las acciones que requiere el cliente, esto puede deberse a la antigüedad del motor y en algunos casos a que los equipos de bajo costo por lo general vienen con motores de baja potencia y

propensos a adquirir altas temperaturas en periodos cortos de trabajo, aspectos como estos no son considerados por algunos clientes a la hora de elegir un equipo y optan por comprar la opción más económica del mercado; cuando esto sucede se hace indispensable el cambio del motor y de existir la posibilidad realizar un cambio en los sistemas de transmisión. La empresa se encargará del desmontaje, análisis del motor necesario según las condiciones de trabajo, compra, transporte, ensamble y mantenimientos.

- ✓ **Modificaciones de seguridad:** estas modificaciones permiten adicionar elementos de seguridad para los operarios de la máquina, entre ellos se destacan: el freno de emergencia que permite detener abruptamente el motor en caso de presentarse un accidente, este dispositivo se instala en forma de pedal o palanca de fácil acceso; por otro lado existe la posibilidad de agregar compuertas de seguridad sobre los componentes en movimiento que permitan el accionamiento del motor solo cuando se encuentren cerradas. Es evidente que muchas de las máquinas herramientas modernas cuentan con estas características, sin embargo muchas de ellas en especial las que tienen varios años de antigüedad aún carecen de estos sistemas de seguridad.

- **Tareas preventivas**

- ✓ **Cambio de aceite:** al determinarse mediante el analizador de aceite, que el fluido utilizado en la máquina se encuentra en malas condiciones, obligatoriamente debe ser sustituido por aceite nuevo; posteriormente se determina el tipo de aceite y su tiempo de vida útil con el fin de programar visitas periódicas para llevar a cabo dicho cambio. Esta tarea se realiza con todos los sistemas apagados y luego de realizar un drenaje del líquido en mal estado, este último debe tener un tratamiento especial pues es un contaminante ambiental, el técnico encargado de mantenimiento almacenará el líquido en un recipiente hermético, el cual será entregado posteriormente a empresas que realicen un adecuado reciclaje. El costo del aceite nuevo será asumido por el cliente.
- ✓ **Cambio de rodamientos:** al detectarse vibraciones o altas temperaturas en los rodamientos mientras se encuentren en funcionamiento, estos deben ser reemplazados para evitar posibles averías que afecten la producción u otros sistemas del equipo. También se determinará el tiempo de vida útil del rodamiento y se programarán fechas para ser reemplazados. Esta tarea se realiza con todos los sistemas apagados para evitar accidentes en el área de producción. La empresa ofrecerá la venta de dicha pieza ya sea que esta deba ser manufacturada o comprada, en ambos casos se ofertará con un pequeño porcentaje de ganancia.

- ✓ **Cambio de refrigerante:** algunas empresas implementan Sistemas de Gestión Ambiental por lo tanto deben cumplir con algunas especificaciones para el tratamiento de sus residuos y productos contaminantes, la norma ISO 14001 determina algunas de estas especificaciones. Teniendo en cuenta lo antes mencionado, fluidos como la taladrina empiezan a tener menor influencia en la industria, ya sea por mejorar condiciones ambientales, como la salud del operario. En reemplazo de estos fluidos se implementan los refrigerantes sintéticos que tienen menores impactos ambientales, por lo tanto se sugerirá el uso del mismo a los clientes. En caso contrario se recomienda el cambio de la taladrina trimestralmente.
No es posible asegurar una reutilización total de este fluido por lo tanto es indispensable verificar periódicamente los niveles y en caso de encontrar variaciones significativas se debe llenar totalmente los depósitos de la máquina.
- ✓ **Cambio de correas y poleas:** una polea debe ser reemplazada en caso de existir sonidos, vibraciones o temperaturas que se encuentren fuera del rango recomendado por el fabricante, es importante verificar periódicamente las dimensiones de la polea para determinar su grado de desgaste. En el caso de las correas se debe realizar una inspección visual y verificar que no exista desgaste o fibras expuesta, ya que esto indica que su vida útil ha terminado. Se verificará además la tensión de las correas y el paralelismo de los ejes que dan movimiento a este tipo de componentes, ya que en caso de existir anomalías la degradación de correas y poleas se dará con mayor prontitud. La empresa ofrecerá la venta de dichas piezas con la intención de obtener un porcentaje de ganancia.
- ✓ **Control de corrosión:** en algunos casos las máquinas se encontrarán expuestas a factores que faciliten la corrosión y por ende la degradación de los materiales que la componen, dichos factores suelen ser de proceso o ambientales, en ambos casos las consecuencias serán las mismas sobre los componentes de la máquina, por lo tanto es imprescindible que en caso de presentarse corrosión la zona afectada sea intervenida, retirándola mecánicamente mediante pulidora y a continuación se realizará el proceso de decapado, seguido por la aplicación de pintura. La zona industrial bogotana se puede considerar según la categoría de corrosión como C3 o media.
- ✓ **Limpieza y lubricación:** esta tarea debe ser realizada a diario para asegurar el óptimo funcionamiento de la máquina, el operario lubrica la máquina al momento de iniciar labores y al terminar su turno es su obligación realizar

limpieza general con el fin de evitar que la viruta forme oxidaciones o que se generen rayones indeseados en las bancadas.

- ✓ **Stock de repuestos:** en caso de encontrar máquinas que por sus características de fabricación poseen componentes que no son vendidos en la industria debido a la singularidad de la máquina, se realizará un estudio en el que determinan las características de la pieza y la periodicidad de sus averías. De esta manera se podrá manufacturar dicho componente con anterioridad a su falla, esto evitará que la máquina deba permanecer inoperable por largos periodos de tiempo mientras se fabrica el componente.

- **Tareas predictivas**

- ✓ **Análisis de sonido:** en este proyecto no se hace exclusiva la adquisición de equipos que realicen estos análisis, sin embargo es de vital importancia que el operario de la maquina exprese al equipo de mantenimiento si ha surgido alguna indicación auditiva durante el funcionamiento de la máquina, de ser así el técnico debe buscar el componente ya sea mecánico o eléctrico que este presentando dicho sonido y verificar con otro tipo de análisis la integridad del componente.
- ✓ **Análisis Termográfico:** este análisis se debe realizar en las fechas en que se ha establecido una visita programada o cuando lo indique el calendario trimestral. Se verificará si existe alguna variación de la temperatura que exceda los límites que el fabricante ha establecido para su funcionamiento, lo que indicaría la existencia del mal funcionamiento del componente. Este análisis se realiza generalmente a los rodamientos, ejes, engranes y el sistema eléctrico.
- ✓ **Análisis de corrosión:** Existen diferentes formas de llevar a cabo un análisis de corrosión, entre ellas se destacan: elementos eléctricos, resistencia de polarización y potencial de corrosión, probeta de hidrogeno, perforaciones con taladro, probetas de corrosión y ultrasonido. Para el presente proyecto se implementará el método de ultrasonido debido su simplicidad de realización, además se destaca su efectividad y el hecho de tratarse de un ensayo no destructivo. El proceso es similar al de medición de espesores sin embargo para este caso se utiliza una sonda diferente, especial para detectar corrosión, el ensayo es capaz de percibir 0,5 milímetros de pérdida de espesor.
- ✓ **Análisis de aceites:** para realizar este análisis se debe tomar una muestra del aceite con el que la máquina se encuentra operando e introducirlo en el depósito del analizador, luego de un tiempo se análisis este facilitará datos acerca de las impurezas que presenta el fluido ya sea: infiltraciones de agua

o algunas partículas metálicas, la adición de un tipo de aceite diferente y la oxidación del lubricante. Después de conocer el resultado el técnico definirá si es hora de reemplazar el aceite o si aún puede ser utilizado por un tiempo.

- ✓ **Análisis de vibraciones:** este análisis se debe realizar generalmente a los componentes que presenten movimientos a altas velocidades, ya sean longitudinales o movimientos circulares y busca determinar si se excede el límite de vibraciones estándar en dicho componente, de ser así esto puede acarrear futuros desgastes indeseados o alteraciones en el acabado superficial de la pieza a maquinar. El análisis se realiza mediante la ubicación de un acelerómetro en la carcasa de la pieza ya sea: ejes, rodamientos o motores eléctricos. Posteriormente se toma la lectura en el analizador de vibraciones portátiles.
- ✓ **Tintas penetrantes:** algunos componentes expuestos a la fatiga y otros tipos de desgaste se analizarán por este método, el cual busca exponer algunas imperfecciones superficiales que posiblemente pueden generar rupturas inesperadas en los componentes, este tipo de análisis generalmente se realiza a los elementos soldados en caso de que exista dicha característica en la maquina o también se puede realizar en engranajes, bancadas y ejes. Este método de ensayos no destructivos se puede realizar empleando penetrantes fluorescentes o visibles, para este caso se utilizará exclusivamente los penetrantes visibles ya que su análisis es más simple y económico.
- ✓ **Visitas periódicas:** existen algunas operaciones que pueden ser realizadas por el mismo operario de la maquina ejemplo de ello es la lubricación y limpieza que es una tarea diaria, sin embargo algunas operaciones tanto correctivas como preventivas deben ser realizadas por el servicio de mantenimiento, para ello se ha definido un plan trimestral en el que se definen las tareas a realizar y su periodicidad, el paquete de mantenimiento como ya se mencionó será contratado para llevarse a cabo durante un año, la primera visita será diagnostica y posteriormente se plantean tres visitas programadas adicionales.

3.1.4 Seguimiento y control

Con el fin de llevar un control estricto de las tareas diarias que deben ser realizadas por los operarios de las máquinas se hace necesario estructurar un formato donde se constate la realización de dichas actividades. Debido a que muchos operarios hacen caso omiso de las recomendaciones de uso y protocolos a seguir para el mantenimiento antes, durante y después del trabajo en la máquina se hace necesaria esta documentación, es tarea del superior al operario llevar dicho control.

Esta medida será benéfica tanto para el cliente como para la empresa, el cliente confirmará así que sus empleados están realizando todas las recomendaciones del equipo de mantenimiento y reducirá significativamente las posibilidades de presentarse fallas y por ende que se vea obligado a detener su producción; por otro lado al cumplirse todas estas actividades diarias la empresa deberá realizar menos visitas por fallas repentinas. El formato utilizado para llevar este control es presentado en el anexo C, entre estas actividades se destacan la limpieza y lubricación, medición de amperajes y ajuste en general.

3.1.5 Planeación de cronograma

Para que el buen funcionamiento de la maquinaria sea constante es importante realizar una serie de actividades por parte del personal que hace uso de ella. Para tal fin la empresa llevará a cabo un cronograma trimestral en el que se define las acciones diarias que debe realizar el operario y de ser necesaria la utilización de equipos de medición o tareas netamente de mantenimiento será labor del técnico dirigirse al domicilio de la empresa y llevar a cabo dichas actividades, un ejemplo de ello es la limpieza del equipo luego de terminar cada turno de trabajo o la lubricación general del equipo al iniciar a operarlo. En el anexo D se muestra el formato que se implementará inicialmente para llevar constancia de dichas actividades, la adquisición de un software dedicado de mantenimiento que facilite este procedimiento se hace indispensable para su futura compra.

3.1.6 Proveedores, Servicios y costos

Como anteriormente se mencionó, existen algunos servicios que la empresa no estará capacitada a realizar, por tal motivo se ve la necesidad de subcontratar estas labores; la empresa se ofrecerá como intermediaria para la compra de algunas refacciones y servicios agilizando así el proceso y optimizando los recursos de los clientes. Por tal motivo se ve la necesidad de tener establecidos algunos proveedores para una eficaz adquisición de dichos productos o servicios. En el siguiente cuadro se muestra un análisis donde se destacan aquellos posibles proveedores, así mismo se indagó acerca de los precios ofrecidos.

Cuadro 15. Proveedores

PRODUCTO	CONCEPTO	PROVEEDOR	PRECIO
Aceite	Compra	Lubricantes av. sexta	\$50.000 - \$70.000 / Gal
	Reciclaje	ECOLCIN	N/A
Rodamientos	Compra	Bearings Transmission	\$5.000- \$120.000
	Manufactura	Tecnomaquinados	\$50.000-\$800.000
Rebobinado	Manufactura	Embobinados Industriales J.F.	\$120.000-\$320.000

Correas	Compra	Cadenas y Correas	\$15.000-\$55.000
Poleas	Compra	Nacional de poleas	\$45.000-350.000
Refrigerante	Compra	Lubrisol	\$25.000-120.000 / Gal
Engranajes	Compra	Bearings Transmission	\$12.000-\$250.000
Motores	Compra	Reducmotor	\$220.000-\$1.300.000
Visualizador	Compra	Elec Mall (Ebay.com)	\$434.000-\$1.681.000
Pinturas anticorrosión	Compra	Hempel	\$40.000-\$120.000 Gal
Tornillería	Compra	Central de Tornillos y Remaches 7777777	\$300-\$8.000

Fuente: Autor

3.2. INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.2.1. Listado y detalle de insumos

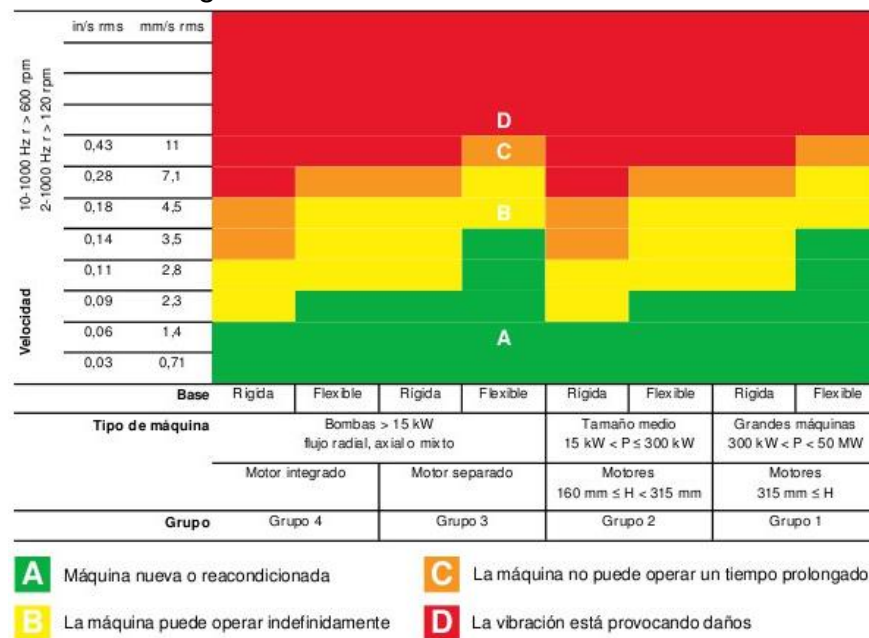
A continuación se listan los insumos necesarios para realizar las diferentes tareas de mantenimiento, en el caso de las prendas de vestir estas deben ser costeadas completamente por la empresa a cada trabajador y será parte de su dotación.

- **Equipo de seguridad.** El operario encargado de realizar el mantenimiento debe proteger su salud física utilizando los elementos de protección sugeridos para seguridad industrial, para cualquier caso especial será indispensable verificar la Resolución 2400 de 1979, donde se especifican detalladamente las disposiciones de higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo; a continuación se listan los implementos básicos, necesarios para llevar a cabo las actividades de mantenimiento:
 - ✓ Casco
 - ✓ Guantes
 - ✓ Overol
 - ✓ Tapa oídos
 - ✓ Botas industriales
- **Analizador de vibraciones.** Pueden existir varios tipos de vibración al analizar una máquina, entre ellos encontramos: las vibraciones simples, compuestas y finalmente las aleatorias y golpeteos intermitentes. Todas son percibidas como movimientos oscilatorios de pequeña amplitud pero algunas tienen mayor impacto en la vida útil de los componentes de un equipo. Es común encontrar vibraciones en la mayoría de las máquinas, por ejemplo en los sistemas de bombeo son producidos por turbulencias, en los elementos rodantes se producen por falta de lubricación o el desgaste de algunos componentes. El

análisis de vibraciones genera espectros electromagnéticos del comportamiento de algunos componentes de la máquina para determinar si existen vibraciones, sus amplitudes y su origen. Algunos de los factores que producen este fenómeno son: desbalanceo, desalineación, holgura mecánica entre eje y agujero, soldadura estructural, excentricidad, pandeo, resonancias, pulsaciones y fallas en engranes, bandas o rodamientos.

Respecto a la realización de este tipo de prueba se tomará como referencia la norma ISO 10816, la cual instituye las características y procedimientos referentes a la medición y evaluación de las vibraciones en componentes no rotativos de las máquinas. Haciendo uso de la siguiente figura se podrá determinar el estado de la máquina respecto a las vibraciones presentadas.

Figura 7. Severidad de las vibraciones.



Fuente: Norma ISO 10816-3.

La tercera parte de la ya mencionada norma engloba algunas de las máquinas herramientas referentes a este proyecto, es decir con potencias superiores a 15 kW y velocidades nominales entre 120 rpm y 15.000 rpm. Existen varios criterios para la evaluación de las vibraciones, entre ellos se destacan: magnitud de las vibraciones, cambio en las magnitudes de vibración y límites operacionales. Se pondrá en práctica el criterio que más se adapte a las tecnologías adquiridas por la empresa.

- **Tintas penetrantes.** Algunos elementos de las máquinas herramientas pueden ser sometidas a un ensayo no destructivo para comprobar que no existan discontinuidades severas, por lo tanto es indispensable la adquisición de un kit de tintas penetrantes que permita llevar a cabo este procedimiento. Se analizan básicamente las piezas soldadas o las que son sometidas a cargas cíclicas. Es decisión del ingeniero definir el tipo de ensayo a realizar ya sea que emplee tintas visibles o fluorescentes y la forma en que se removerán dichos líquidos, siempre en búsqueda de la mayor eficacia y practicidad de la prueba. Según la norma ASTM E165-02, este método de análisis se realiza con el fin de detectar discontinuidades superficiales como: fisuras, costuras, traslapes, laminaciones, entre otras; son aplicables en exámenes de mantenimiento a materiales metálicos no porosos. En la siguiente figura se observan los métodos existentes para llevar a cabo este procedimiento.

Cuadro 16. Tipo y métodos del examen con penetrantes

Tipo I – Examen Penetrante Fluorescente
Método A – Lavable con agua (ver Método de ensayo E 1209)
Método B – Post emulsificable Lipofílico (ver Método de ensayo E 1208)
Método C – Removible con Solvente (ver Método de ensayo E 1219)
Método D – Post-emulsificable Hidrofílico (ver Método de ensayo E 1210)
Tipo II – Examen con Penetrantes Visibles
Método A – Lavable con agua (ver el Método de ensayo E 1418)
Método B – Removible con Solvente (ver Método de ensayo E 1220)

Fuente: Norma ASTM E165-02

Los protocolos, tiempos e instrumentos varían según el método seleccionado y el fabricante, como anteriormente se menciona es criterio del ingeniero definir el método a implementar según convenga, será indispensable su certificación de nivel I en tintas penetrantes, por tal motivo se requerirá la contratación de un ingeniero con dicha especialidad.

- **Cámara Termográfica.** Todos los cuerpos emiten energía infrarroja, la cual al ser analizada con un equipo de termografía se traduce en imágenes, donde cada pixel se puede ver como una medida de temperatura, el análisis es rápido y muy asertivo, este tiene como propósito determinar si las temperaturas de operación de algunos componentes de la máquina se encuentran en el rango de temperaturas recomendado por el fabricante. Los documentos guía para llevar a cabo el análisis Termográfico son la hoja de especificación del componente y la norma ISO 18436-7, donde se especifican las condiciones para

el monitoreo de estado y diagnóstico de máquinas además de los requisitos para la calificación y evaluación del personal.

- **Análisis del sistema eléctrico**

- ✓ **Luxómetro:** Este tipo de análisis es importante para determinar el nivel de iluminación o luminancia en las áreas de trabajo, además ayudará en la verificación del sistema de iluminación artificial incorporado en la máquina. Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo la iluminación en las zonas de trabajo se deberá adaptar a las características de la actividad que se lleve a cabo, teniendo en cuenta los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores dependientes de las condiciones visuales y por otro lado a las exigencias visuales de las actividades desarrolladas. Los niveles mínimos de iluminación para lugares de trabajos se establecen en la siguiente figura.

Cuadro 17. Iluminación en lugares de trabajo

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO	NVEL MINIMO DE ILUMINACIÓN (Lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
• Bajas exigencias visuales	100
• Exigencias visuales moderadas	200
• Exigencias visuales altas	500
• Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

- ✓ **Multímetro:** Este instrumentos es útil para realizar comprobaciones y mediciones en circuitos ya sean eléctricos o electrónicos. Algunos de los valores compatibles son: amperaje, voltaje, continuidad en líneas, entre otros.
- **Analizador de aceites.** La lubricación de una máquina puede verse afectada si se presentan algunos de los problemas más comunes en los aceites que son: contaminación, desgaste, mezcla con otro lubricante o degradación. Ya sea porque la vida útil del aceite ha culminado o porque existen fragmentos metálicos o líquidos en él que afectan sus propiedades es imprescindible su análisis periódico. El instrumento que se implementará para llevar a cabo dichas

mediciones es un mini-laboratorio Oilview Quick-Check, este es un equipo multifuncional que permite un sencillo y rápido análisis de aceite respecto a: degradación del aceite, entradas de contaminantes y desgaste de componentes mecánicos. La norma NTC 1399 establece las características que deben cumplir y los exámenes que se realizarán a los aceites lubricantes utilizados en transmisiones manuales.

- **Medidor de aislamiento (Mega-óhmetro).** Este análisis se realiza con el fin de detectar el envejecimiento y degradación prematura de las características de aislamiento en algunos equipos rotativos como los motores. Se trata de una práctica preventiva que se puede realizar por varios métodos, en este caso se abordara el método: Índice de Polaridad (PI), el cual consiste en aplicar tensiones durante uno y diez minutos. La lectura adimensional de la resistencia de aislamiento a 10 minutos dividida en la lectura a un minuto se conoce como índice de polarización. Según la recomendación de IEEE 43-2000 el índice de polarización mínimo para motores corresponde a 2.
Algunos de los factores que alteran el aislamiento son: fatiga de origen eléctrico, mecánico, químico, térmico y la contaminación ambiente.
- **Nivelador láser.** Algunas de las máquinas herramientas pierden su propiedad de planitud, esto se puede producir por diversos factores entre ellos: fallas estructurales, golpes indebidos y choque de piezas sensibles. Teóricamente todos los puntos de algunas superficies deben estar en el mismo plano y este análisis se lleva a cabo para comprobar si la tolerancia de planitud está en el rango recomendado por el fabricante.
- **Analizador de corrosión.** La humedad presente en el ambiente afecta las estructuras de metales y aleaciones, una pequeña capa de humedad se ubica sobre las superficies expuesta de la máquina lo que irá generando corrosión que con el transcurrir del tiempo puede resultar con la degradación o daño permanente de algunos componentes, se pueden presentar tres tipos de corrosión atmosféricas: corrosión seca, corrosión húmeda y corrosión por mojado. Se planea la compra de un medidor de corrosión PT-6000 Advanced, el cual tiene como principio la detección de discontinuidades por ultrasonido, lo cual facilita el análisis en zonas de difícil acceso, cuenta con un rango de mediciones que van desde los 0.5 μm hasta los 13 mm según la sonda utilizada. Según la norma ISO 12944-5, la zona industrial de Bogotá se puede catalogar como C3 o media respecto a la corrosión atmosférica como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 18. Categorías de corrosión

CATEGORÍA DE CORROSIÓN	EXTERIOR	INTERIOR
------------------------	----------	----------

C1 Muy baja	-	Edificios con calefacción y atmósferas limpias.
C2 Baja	Atmósfera con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales.	Edificios sin calefacción con posibles condensaciones.
C3 Media	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de SO ₂ .	Naves de fabricación con elevada humedad y con alguna contaminación.
C4 Alta	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Industrias químicas y piscinas.
C5-I Muy alta (industrial)	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes y contaminación elevadas
C5-M Muy alta (marítima)	Áreas costeras y marítimas con elevada salinidad.	Edificios con áreas con condensaciones permanentes y contaminación elevada.

Fuente: Norma ISO 12944 y Coração Industrial do Norte CIN

- **Pinturas anticorrosivas.** El tratamiento a realizar sobre las partes afectadas por la corrosión incluyen la limpieza y proceso de pintura, esta última mantendrá la zona protegida de diversos factores desencadenantes de la corrosión, muchos fabricantes aseguran una durabilidad en condiciones normales de aproximadamente 15 años, sin embargo este tiempo puede variar según las condiciones de trabajo, el espesor y el número de capas. En el siguiente cuadro se observan sistemas de pintura que cumplen la normatividad ISO 12944 para la categoría de corrosión atmosférica C3.

Cuadro 19. Pinturas anticorrosivas.

TIPO DE PINTURA	SISTEMA	ESPESOR SECO (micrómetros)
Epoxi fosfato de zinc Poliuretano de gran espesor	1 X C-Pox Primer ZP200 HP 1 X C-Thane S700 HB	100 µm 100 µm Espesor total 200 µm
Epoxi tolerante aluminio Intermedio epoxi Poliuretano	1 X C-Pox ST180 AL 1 X C-Pox S100 1 X C-Thane S250	80 µm 80 µm 40 µm Espesor total 200 µm
Epoxi tolerante de superficie	1 X C-Pox ST 160 MP	165 µm Espesor total 165 µm

Fuente: Norma ISO 12944 y Coração Industrial do Norte CIN

- **Ajuste y reparación.** Es indispensable para llevar a cabo cualquier actividad de mantenimiento la utilización de herramienta en general, ya sea para cambiar alguna refacción, ajustar y desajustar pernos o tornillos, cortar cables, reparaciones eléctricas, entre otras tantas actividades. Al tener en cuenta la diversidad de equipos existente en la industria colombiana también es necesaria gran variedad de herramienta, ya sea en forma como en tamaño. Por lo tanto se hace indispensable que el técnico encargado de realizar el mantenimiento, al visitar un cliente siempre lleve con él una caja de herramientas en la que se incluyan: calibrador, alicates, kit de destornilladores, kit llaves fijas, llave inglesa, kit de llaves Allen, dispensador de mano para aceite, cable calibre 14, fusibles, cinta aislante, cortafríos, mazo de goma y estopa.

3.3. TAMAÑO DEL PROYECTO

Para determinar el tamaño óptimo que debe tener la empresa en el momento de iniciar actividades existen básicamente cinco aspectos que se deben considerar: el mercado disponible para ofrecer el servicio, el capital disponible para invertir ya sea propio u otras fuentes, disponibilidad de materias primas, la mano de obra y la tecnología. Sin embargo para este proyecto no serán tenidos en cuenta dos de estos aspectos: la disponibilidad de materias primas debido a que como ya se ha mencionado este proyecto no está dirigido a la fabricación de un producto por lo tanto no serán necesarias, la mano de obra tampoco se considerará debido a la gran cantidad de técnicos que existen en la ciudad de Bogotá, muchos de ellos en busca de oportunidades laborales.

3.3.1. Mercado

Como se mencionó en el capítulo anterior el número de medianas empresas existentes en la ciudad de Bogotá para el año 2016 es de aproximadamente 864, al tener en cuenta el porcentaje de la posible participación de este proyecto en el mercado dicho valor se reduce a 143 empresas. Partiendo de la base que cada empresa será asistida anualmente tres veces para visitas programadas y como mínimo otras tres para asistir paradas de emergencia y algunos análisis periódicos, según lo anterior resulta un total de asistencias de 860, al dividir este valor en los 360 días que la empresa trabajará cada año, resultan 2 asistencias por día.

Teniendo en cuenta que cada grupo de mantenimiento podrá realizar un servicio al día se define que deben ser contratados cinco técnicos, de los cuales cuatro harán

parte de dos grupos de mantenimiento y cada grupo asistirá una empresa diariamente, mientras que el técnico restante se ocupará de acudir a empresas que requieran asistencia inmediata, de no ser este el caso debe unirse a uno de los grupos para agilizar sus actividades. También se ve necesaria la contratación de un solo ingeniero que supervisará y dirigirá los dos grupos.

3.3.2. Capacidad de inversión

El tamaño del proyecto también estará restringido por el monto de capital que pueda ser aportado por el autor del mismo, como segunda opción se tiene la financiación por parte de socios que serán acreedores de una participación en la compañía, finalmente y de ser necesario se acudirá a otras fuentes de financiación como la ofrecida por bancos. En el siguiente cuadro se muestran algunos de los aspectos relevantes del proyecto, el monto que se supone será designado y finalmente quien aportara dichos valores.

Cuadro 20. Capital disponible

ASPECTO	AUTOR	SOCIOS	FINANCIAMIENTO BANCARIO
Maquinaria	\$10.000.000	\$10.000.000	\$10.000.000
Instalaciones	\$10.000.000	\$10.000.000	\$10.000.000
Transporte	\$5.000.000	\$5.000.000	\$10.000.000
Imprevistos	\$0	\$0	\$20.000.000

Fuente: Autor

Las anteriores son cifras tentativas que serán analizadas más profundamente en el estudio financiero y están basados netamente en la capacidad de inversión por parte de los socios y el autor del proyecto, por lo tanto estos datos podrán variar según la realización del proyecto.

3.3.3. Tecnología disponible

Se debe destacar el gran progreso que se ha venido presentado en cuanto a la tecnología que se observa en los equipos empleados para llevar a cabo el servicio de mantenimiento, como ejemplo se tiene el caso del análisis termográfico, análisis de vibraciones y análisis de aceites los que hace algunos años requería equipos de gran volumen para realizar sus respectivas pruebas, hoy en día es común encontrar equipos en el mercado que además de ser relativamente económicos también son portátiles y de uso simple. Esto permite que el transporte de los equipos pueda realizarse en pequeños espacios, lo que permite la adquisición de medios de transporte simples como la motocicleta.

3.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La localización del proyecto como anteriormente se mencionó está prevista para la ciudad de Bogotá, sin embargo se debe realizar un estudio más detallado acerca de la zona donde mayor influencia tendrá sobre las empresas a las que se espera prestar el servicio de mantenimiento, para esto se debe determinar las zonas de Bogotá donde mayor número de empresas dedicadas al sector metalmecánico se encuentran ubicadas. Según el DANE en su Encuesta Anual Manufacturera para la ciudad de Bogotá, las medianas empresas es decir que cuentan con entre 51 y 200 empleados tienen un porcentaje de participación en la mayoría de las localidades encuestadas. Por otro lado las pequeñas y micros empresas encabezan la lista en las localidades de: Candelaria, Usme y Ciudad Bolívar. En la misma encuesta se refleja el número de establecimientos por localidad, como se aprecia en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Participación de establecimientos manufactureros por localidad

NOMBRE	NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PARTICIPACIÓN	PARTICIPACIÓN ACUMULADA
PUENTE ARANDA	652	26,22	26,22
FONTIBON	345	13,87	40,09
KENNEDY	223	8,97	49,06
LOS MARTIRES	216	8,69	57,74
ENGATIVA	215	8,64	66,39
BARRIOS UNIDOS	178	7,16	73,54
USAQUEN	102	4,10	77,64
SUBA	91	3,66	81,30
TEUSAQUILLO	90	3,62	84,92
ANTONIO NARIÑO	83	3,34	88,26
CHAPINERO	75	3,02	91,27
SANTA FE	41	1,65	92,92
RAFAEL URIBE	38	1,53	94,45
TUNJUELITO	36	1,45	95,90
BOSA	33	1,33	97,23
SAN CRISTOBAL	26	1,05	98,27
CIUDAD BOLIVAR	25	1,01	99,28
USME	9	0,36	99,64
CANDELARIA	9	0,36	100,00
TOTAL	2.487	100,00	

Fuente: DANE Encuesta anual Manufacturera 2004

Teniendo en consideración que la participación de empresas manufactureras por localidad es la misma que la participación de empresas del sector metalmecánico por localidad y reconociendo la existencia de 1.727 empresas metalmecánicas en

Bogotá para el año 2016, se genera un listado de empresas que basan su actividad económica a la transformación del acero como materia prima por localidad y mediante este método se definirá una posible ubicación, cercana a las localidades que acojan el mayor número de empresas.

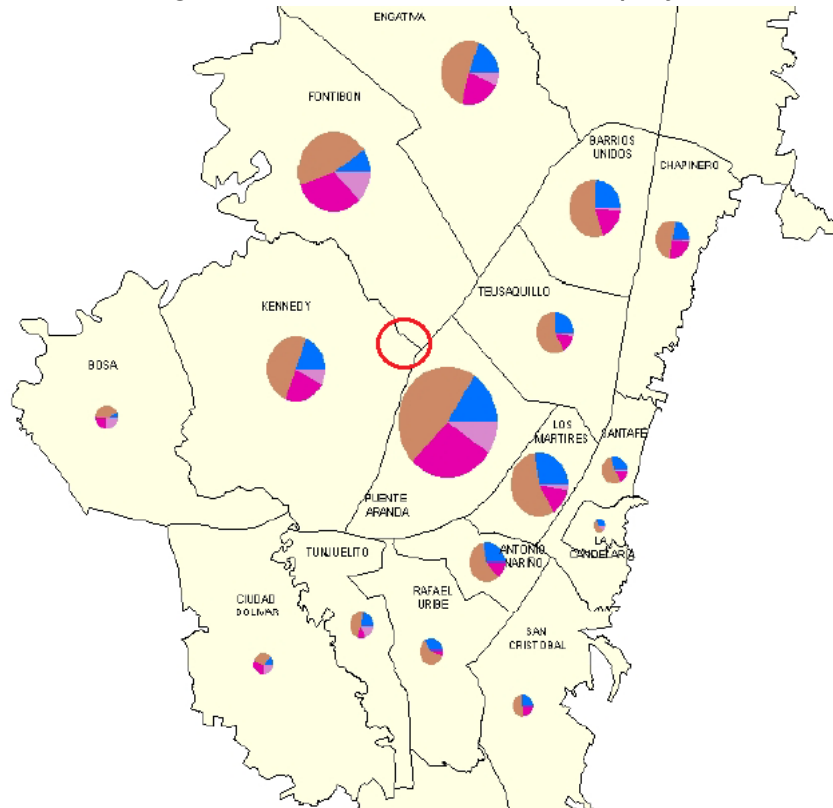
Cuadro 22. Participación de empresas metalmecánicas por localidad

NOMBRE	PARTICIPACIÓN	EMPRESAS METALMECANICAS 2016
PUENTE ARANDA	26,22	453
FONTIBON	13,87	240
KENNEDY	8,97	155
LOS MARTIRES	8,69	150
ENGATIVA	8,64	149
BARRIOS UNIDOS	7,16	124
USAQUEN	4,10	71
SUBA	3,66	63
TEUSAQUILLO	3,62	63
ANTONIO NARIÑO	3,34	58
CHAPINERO	3,02	52
SANTA FE	1,65	28
RAFAEL URIBE	1,53	26
TUNJUELITO	1,45	25
BOSA	1,33	23
SAN CRISTOBAL	1,05	18
CIUDAD BOLIVAR	1,01	17
USME	0,36	6
CANDELARIA	0,36	6
TOTAL	100,00	1.727

Fuente: Autor

Como se observa en el cuadro anterior, las localidades con mayor participación son: Puente Aranda, Fontibón y Kennedy. Por tanto la ubicación más favorable para el proyecto es un lugar que se encuentre en los límites de estas tres localidades y sea de fácil acceso para las mismas. En el siguiente mapa se ubica tentativamente con un círculo de color rojo la zona del proyecto.

Figura 8. Posible localización del proyecto



Fuente: DANE Encuesta anual Manufacturera y autor

Para la determinación de lo antes mencionado se tiene en cuenta específicamente la cercanía del mercado, es decir la cercanía a las empresas que posiblemente serán clientes. Aun así existen otros factores como lo son: medios y costos de transporte, disponibilidad y costos de mano de obra, cercanía a las fuentes de abasto, factores ambientales y climáticos, costos y disponibilidad de los requerimientos de propiedad raíz, facilidad para el desprendimiento de los desechos, factores del tipo social, grado perecedero del producto terminado o materias primas, disponibilidad y cercanía de entidades bancarias, disponibilidad y cercanía del servicio sanitario, médico y hospitalario, beneficios fiscales y legales y finalmente las políticas de desarrollo regional. Sin embargo para este proyecto estos últimos ítems no se tendrán en cuenta ya sea porque algunos de ellos corresponden a la fabricación de un producto o porque no tienen la relevancia necesaria para ser tenido en cuenta, como ejemplo se tienen: los costos y disponibilidad de los requerimientos de propiedad raíz ya que al ser un sector industrial los valores de arrendamiento y de servicios públicos no serán muy variables de un lugar a otro.

4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES

4.1. PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO

4.1.1. Tipo de sociedad

Para determinar el tipo de sociedad que tendrá la empresa al ser constituida ante la cámara de comercio se tienen en cuenta aquellos factores que agilicen y economicen su constitución. En este caso se ha elegido una sociedad de tipo S.A.S es decir una sociedad anónima por acciones simplificada ya que tiene varios beneficios en comparación a las demás opciones, a continuación se listan algunos de ellos:

- Los socios podrán fijar el reglamento que se mantendrá en el funcionamiento de la sociedad.
- La responsabilidad de los socios corresponde al mismo valor de sus aportes.
- La distribución de las acciones tiene diversas opciones teniendo entre ellas acciones privilegiadas o acciones con voto múltiple.
- La duración de la empresa puede ser indefinida.
- Tiene la opción de diferir los pagos de capital hasta por dos años después de su constitución.
- No es obligada a tener revisor fiscal.
- Los trámites para su liquidación son simples y rápidos.

4.1.2. Logo

Figura 9. Logo empresarial



Fuente: Autor

4.1.3. Razón social

Para determinar la razón social es indispensable indagar si existe homonimia, es decir si la razón social de esta empresa es idéntica a otra ya inscrita, de llegar a existir dicha homonimia la Cámara de Comercio donde será inscrita la empresa se abstendrá de realizar la correspondiente matrícula. Luego de corroborar esta

información mediante la cámara de comercio de Bogotá se asegura la no existencia de similitud y se define la razón social: *Effi Mantenimiento S.A.S.*

4.1.4. Misión

La empresa se orienta a ofrecer servicio de mantenimiento industrial a empresas del sector metalmeccánico en la ciudad de Bogotá, en búsqueda de mejorar su productividad y competitividad.

4.1.5. Visión

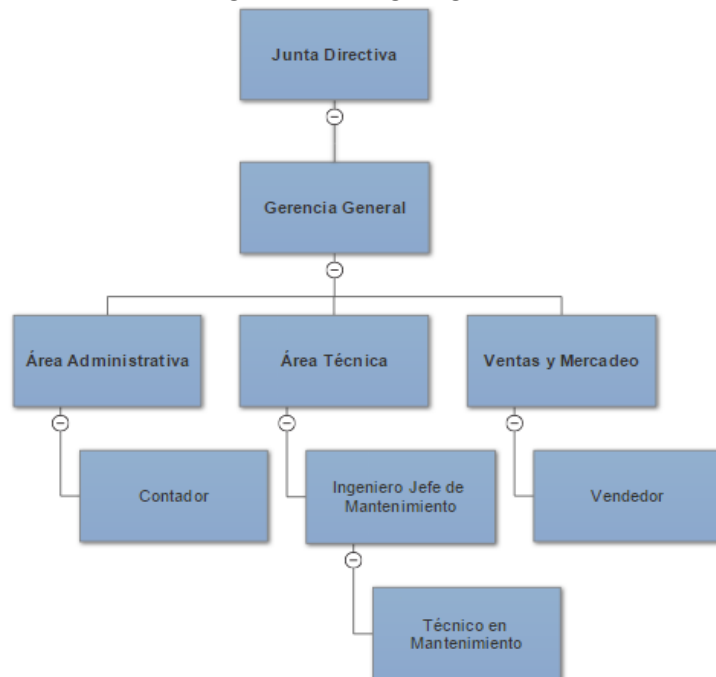
La empresa se perfila para competir con empresas reconocidas en el sector, implementando el servicio de mantenimiento a maquinaria en general y siendo reconocida a nivel nacional por la calidad del servicio y el buen trato a sus clientes.

4.2. ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA EMPRESA

4.2.1. Organigrama

En el siguiente grafico se señala todo el personal que hará parte de la empresa y su lugar en la organización, también se observa al área al que cada uno corresponde y su jefe inmediato.

Figura 10. Organigrama



Fuente: Autor

4.3. LISTADO DE PERSONAL REQUERIDO

Cuadro 23. Listado de personal

UNIDAD	N ^a DE PERSONAS	CARGO	FUNCIONES	TIEMPO
Administrativa	1	Gerente	Gestionar y administrar las dependencias y empleados con el fin de potenciar los recursos y obtener mayores utilidades.	Completo
	1	Contador publico	Analizar información contable y buscar estrategia para potenciar la empresa.	
	1	Secretaria	Atender clientes, comunicarse con clientes y actividades varias.	Completo
	1	Aseador	Mantener las instalaciones de la empresa aseadas.	Cuarto
Operativa	1	Ingeniero	Dirigir, inspeccionar y certificar los mantenimientos, conocer y aplicar los procedimientos normalizados, entregar un informe al cliente del estado inicial de la maquinaria y el procedimiento realizado.	Completo
	5	Técnico certificado	Llevar a cabo las labores de mantenimiento.	Completo
Ventas	1	Vendedor	Visitar empresas, ofrecer servicios, generar estrategias de marketing.	Completo

Fuente: Autor

4.4. CONTRATACIÓN DE PERSONAL

Teniendo como base el Código Sustantivo del Trabajo se podrá determinar el tipo de contrato asignado a cada uno de los empleados de la empresa, ya sea contrato a término fijo, término indefinido, por prestación de servicios, contrato de aprendizaje o temporal. Esto variará teniendo en cuenta los aspectos más favorables para el proyecto. En el siguiente cuadro se aprecia el cargo que desempeñara el empleado, el tipo de contrato asignado, su sueldo base y finalmente el periodo en que se liquidará el sueldo.

Cuadro 24. Tipo de contrato y salario base para el personal

CARGO	TIPO DE CONTRATO	SALARIO BASE	PERIODO
Gerente	Término Indefinido	\$3.500.000	Mes
Contador	Prestación de Servicios	\$40.000	Hora
Ingeniero	Término Indefinido	\$2.000.000	Mes

Técnico	Término Indefinido	\$1.350.000	Mes
Vendedor	Término Indefinido	\$1.300.000	Mes
Secretaria	Término Indefinido	\$1.100.000	Mes
Aseador	Término Indefinido	\$737.717	Mes

Fuente: Autor

Dependiendo del tipo de contrato el empleador estará o no en la obligación de realizar algunos pagos adicionales al de su salario base, A continuación se definen cada uno de los aspectos a tener en cuenta al liquidar la nómina del empleado.

- **Pensión:** el aporte para pensión corresponde al 16% del salario devengado para el empleado, el empleador aportara un 12% mientras que el empleado aportara el 4% de su salario. Este valor deber ser consignado mensualmente al fondo de pensiones que la empresa haya escogido.
- **Salud:** Para este concepto se aportara el 12,5% del salario del empleado, 4% por parte del empleado mientras que el empleador aportara el 8,5% del salario asignado.
- **Riesgos laborales:** Este valor será aportado exclusivamente por el empleador y dependerá del grado de riesgo que tendrá el empleado en sus labores asignadas. Existen cinco clases de riesgo: para el primer nivel se aportara el 0,522% del salario; en el segundo nivel debe ser el 1,044%; para el tercer nivel se aportará 2,436% del salario del empleado; si es el caso del cuarto nivel el aporte será del 4,350% y finalmente si el empleado estará expuesto al nivel más alto de riesgo es decir el nivel cinco el empleador aportará el 6,960% del sueldo asignado.
- **Parafiscales:** este aporte corresponde al 12% del salario del empleado y será designado a tres diferentes entidades las cuales se explican a continuación: el 2% estará dirigido al SENA, el 3% corresponderá al aporte para el ICBF, el 4% restante será dirigido a la Caja de Compensación. Este aporte será pagado en su totalidad por el empleador.
- **Auxilio de transporte:** Este aporte está dirigido exclusivamente a empleados que devenguen menos de dos salarios mínimos y su finalidad es colaborar con gastos de transporte desde o hacia su lugar de trabajo. El monto asignado será establecido anualmente por el Gobierno Nacional, para el año 2017 este subsidio corresponde a la suma de \$83.140.

Cuadro 25. Carga prestacional

CARGO	SALARIO	AUX. TRANSPORTE	SUELDO TOTAL	PRESTACIONES SOCIALES	PARAFISCALES	SEGURIDAD SOCIAL
Gerente	\$3.500.000	\$0	\$3.500.000	\$618.334	\$315.000	\$754.040
Contador	\$40.000	\$0	\$40.000	\$0	\$0	\$0
Ingeniero	\$2.000.000	\$0	\$2.000.000	\$353.334	\$180.000	\$430.880
Técnico	\$1.350.000	\$83.140	\$1.433.140	\$253.187	\$121.500	\$290.844
Vendedor	\$1.300.000	\$83.140	\$1.383.140	\$244.355	\$117.000	\$273.286

Secretaria	\$1.100.000	\$83.140	\$1.183.140	\$209.021	\$99.000	\$231.242
Aseador	\$737.717	\$83.140	\$820.857	\$145.019	\$66.395	\$155.083

Fuente: Autor

4.5. MANUAL DE FUNCIONES

Cuadro 26. Manual de funciones Gerente

Designación del Cargo: Gerente.
Perfil: Hombre o mujer de entre 30 y 45 años.
Finalidad: Mantener el orden y buen funcionamiento de la empresa.
Funciones: • Asignar y controlar los cargos de trabajo. • Proponer y poner en práctica estrategias que ayuden al posicionamiento de la compañía. • Dar o no aprobación sobre compras, ventas o cualquier actividad que involucre los activos de la empresa. • Elaborar y entregar los documentos obligatorios para el funcionamiento de la compañía por ejemplo: licencias o certificaciones. • Responder ante un cliente insatisfecho. • De existir conflictos entre empleados intentar dar solución.
Requisitos Obligatorios: • Ingeniero industrial, administrador de empresas o afines. • Experiencia mínima de un año como gerente. • Conocimiento en sistemas de información y alta gerencia. • Inglés mínimo nivel B2.

Fuente: Autor

Cuadro 27. Manual de funciones Contador

Designación del Cargo: Contador.
Perfil: Hombre o mujer de entre 25 y 60 años.
Finalidad: Asesorar a la compañía en asuntos contables y de ser necesario emitir documentos que sirven como soporte en materia judicial.
Funciones: • Cumplir con las obligaciones fiscales de la empresa. • Gestionar la información financiera mediante de registros contables. • Guardar los recursos financieros de la empresa mediante el análisis y toma de decisiones en cuanto a opciones de financiamiento, análisis de riesgos e inversiones.
Requisitos Obligatorios: • Contador público. • Experiencia mínima de un año como contador. • Conocimientos básicos en manejo de sistemas de información.

Fuente: Autor

Cuadro 28. Manual de funciones Ingeniero

Designación del Cargo: Ingeniero jefe de mantenimiento.
Perfil: Hombre de entre 25 y 50 años.
Finalidad: Dirigir, supervisar y aprobar las labores de mantenimiento.
Funciones: • Generar los formatos que se diligenciarán durante el proceso. • Supervisar el trabajo realizado por los técnicos. • Asegurar los procedimientos y reglamentos impuestos por la empresa para los técnicos como el uso de los implementos de seguridad industrial. • Verificar el estado en que el cliente entrega la máquina y de la misma manera en que los técnicos deben entregarla. • Realizar los informes al término del servicio y dar entrega al cliente.
Requisitos Obligatorios: • Ingeniero mecánico. • Inspector en líquidos penetrantes Nivel I • Opcional: técnico en mantenimiento. • Conocimientos básicos en seguridad industrial. • Experiencia mínima de un año en el sector metalmecánico.

Fuente: Autor

Cuadro 29. Manual de funciones Técnico

Designación del Cargo: Técnico en mantenimiento.
Perfil: Hombre de entre 25 y 50 años.
Finalidad: Llevar a cabo las tareas de mantenimiento.
Funciones: • Analizar todos los componentes de la máquina para determinar su estado. • Diligenciar la evaluación inicial para cada máquina. • Diligenciar el calendario trimestral para cada máquina. • Realizar los cambios de componentes requeridos.
Requisitos Obligatorios: • Técnico en mantenimiento. • Experiencia mínima de tres años en el sector metalmecánico. • Opcional: técnico en tintas penetrantes.

Fuente: Autor

Cuadro 30. Manual de funciones Vendedor

Designación del Cargo: Vendedor.
Perfil: Hombre o mujer de entre 25 y 40 años.
Finalidad: Dar a conocer el servicio y concretar ventas.
Funciones:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Ofrecer el servicio a las empresas metalmecánicas ya sea mediante llamadas telefónicas, internet o visitas.• Generar estrategias de marketing para que la empresa sea reconocida por más clientes.• Llevar seguimiento de los antiguos clientes, manteniendo un contacto periódico con ellos.• Seleccionar el tipo de publicidad más adecuado para la compañía. |
|--|

Requisitos Obligatorios:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Experiencia mínima de un año como vendedor.• Conocimientos básicos de la industria metalmecánica.• Inglés mínimo nivel B2. |
|--|

Fuente: Autor

4.6. CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

En el anexo E se ha plasmado el documento legal en que se pactan algunas especificaciones legales de la empresa entre ellas se tiene: el número de acciones en que se divide la compañía, el capital pagado, autorizado y suscrito, así como los medios de conciliación, la vigencia de la empresa y el nombre del representante legal. Este documento fue elaborado por un abogado para luego será estudiado por un notario quien validara su legalidad mediante una escritura pública.

5. ESTUDIO, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA

5.1. GENERALIDADES

5.1.1. Ubicación en el tiempo

Este proyecto fue desarrollado a precios del mes de mayo del año 2017, por lo tanto todas las cotizaciones, tasas de interés, cifras de mercado y otras consideraciones para el respectivo Estudio, Análisis y Evaluación Financiera están basadas en los datos de esta fecha.

5.1.2. Horizonte

Se ha definido para el Estudio, Análisis y Evaluación Financiera del proyecto, un horizonte de cinco (5) años y no queriendo decir que este tiempo es el tiempo en que la empresa permanecerá en el mercado.

5.1.3. Criterio de proyección

El criterio que he definido para la Evaluación Financiera del proyecto, está previsto que sea a precios constantes (Sin considerar la modificación de los valores por efecto de la inflación).

5.1.4. Herramientas de evaluación

Para evaluar algunas de las variables financieras del proyecto que serán útiles al momento de definir entre otras cosas si este es viable o no se tendrán en cuenta varias herramientas de evaluación las cuales se mencionan a continuación.

- **Valor Presente Neto “VPN”.** Este indicador define el valor del proyecto, considerando sus ingresos y egresos a precios de hoy; debiendo establecer cuál es la Tasa Costo de Oportunidad “TCO”, la cual hace referencia al costo de la inversión en el proyecto comparado con el costo que tendría si la inversión es destinada para otros fines.
- **Tasa Interna de Retorno TIR.** Es un indicador que señala cual es la rentabilidad del proyecto suponiendo que los ingresos serán reinvertidos directa y automáticamente, empleando la misma TCO. Al aplicar esta de descuento al flujo de caja producirá un Valor Presente Neto igual a cero.
- **Relación beneficio/costo.** Se deben separar los valores de ingresos y egresos del proyecto por cada periodo definido, posteriormente se deben calcular sus valores presentes y finalmente determina la razón entre ellos.

5.2. INVERSIONES DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta los tres aspectos más relevantes que son: gastos previos a la producción, inversiones fijas y el capital de trabajo se logró determinar los recursos financieros necesarios y su proyección en el tiempo, en el siguiente cuadro se recoge los valores para la inversión requerida durante los cinco años planeados.

Cuadro 31. Inversiones totales del proyecto

CUENTA	PERÍODO				
	0	1	2	3	4
GASTOS PREVIOS A LA PRODUCCIÓN	15.686.000	686.000	686.000	686.000	686.000
• Registro Mercantil	686.000	686.000	686.000	686.000	686.000
• Iniciación y puesta en marcha	10.000.000				
• Costos de promociones	5.000.000				
INVERSIONES FIJAS	62.311.500	0	0	0	0
• Terrenos	0				
• Construcciones en general	0				
• Maquinaria y equipo	46.386.500				
• Muebles y enseres	5.425.000				
• Vehículos	10.500.000				
CAPITAL DE TRABAJO	22.002.500				
TOTAL PLAN DE INVERSIÓN	100.000.000	686.000	686.000	686.000	686.000

Fuente: Autor

A continuación se realiza una descripción detallada de todos los valores mostrados en el cuadro anterior.

5.2.1. Gastos previos al inicio de la producción

- **Registro mercantil.** Este registro es una obligación de todo empresario que le permite llevar a cabo su actividad comercial legal y públicamente, la Cámara de Comercio de Bogotá ha fijado la tarifa para el año 2017 por un monto de \$686.000, este valor basado en los activos de la empresa. El pago debe realizarse anualmente antes del 31 de marzo.
- **Iniciación y puesta en marcha.** Se deben tener en cuenta algunos valores de iniciación como lo son: adecuaciones en infraestructura, capacitaciones o imprevistos, por esto es importante tener una cifra destinada a todos aquellos gastos que se pueden generar antes de darse inicio de actividades en la empresa, se ha definido un valor de \$10.000.000 para este fin.

- **Costos de promociones.** Para dar inicio al proyecto y que este logre tener mejor acogida por los empresarios del sector metalmecánico es vital la implementación de promociones, estas podrán verse reflejadas en descuentos parciales o totales en el precio de los servicios. Se ha definido un valor destinado para este fin que corresponde a \$5.000.000.

5.2.2. Inversiones fijas

Son todas aquellas inversiones que tiene una vida útil superior a un año, además de esto no están exentas de depreciación en el tiempo, se denomina inversión fija debido a la complejidad que tiene el proyecto para desligarse de ellas sin que su producción se vea perjudicada.

- **Maquinaria, equipos y herramental requerido.** Toda aquella maquinaria y equipo que serán indispensables para buena realización de las labores de mantenimiento que abarca este proyecto. En el siguiente cuadro se ilustra dicho listado, la cantidad y su precio en el mercado.

Cuadro 32. Valor de maquinaria y equipos

ÍTEM	CANT	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
Analizador de aceites	1	22.000.000	22.000.000
Cable Cal. 14 Rollo de 150 m	1	230.000	230.000
Caja de herramientas	3	700.000	2.100.000
Calibrador digital	3	90.000	270.000
Multímetro digital	3	85.000	255.000
Cámara termográfica fluke Vt04	2	1.750.000	3.500.000
Cinta aislante	3	1.500	4.500
Dispensador de mano para aceite	3	120.000	360.000
Estopa	3	15.000	45.000
Kit alicates y cortafríos	4	35.000	140.000
Kit destornilladores	3	75.000	225.000
Kit líquidos penetrantes	3	120.000	360.000
Kit llaves allen	3	40.000	120.000
Kit llaves fijas	3	140.000	420.000
Pulidora	2	260.000	520.000
Motocicleta	3	3.500.000	10.500.000
Kit llaves inglesas	3	65.000	195.000
Mazo de goma	3	15.000	45.000
Sonómetro	1	280.000	280.000

Galón pintura Anticorrosiva	5	100.000	500.000
Nivelador láser	3	80.000	240.000
Luxómetro	1	77.000	77.000
Analizador de corrosión	1	5.700.000	5.700.000
Medidor de aislamiento megóhmetro	1	1.800.000	1.800.000
Medidor de vibraciones fluke 805	2	3.500.000	7.000.000
TOTAL			56.886.500

Fuente: Proveedores varios y Autor

- **Muebles y enseres.** El siguiente cuadro detalla el mobiliario necesario para ubicar en las instalaciones de la empresa y que ayuden ya sea a la realización de algunas tareas administrativas de la empresa o para recepción y confort del cliente.

Cuadro 33. Cotización de muebles y enseres

ÍTEM	CANT	VALOR	
		UNITARIO	TOTAL
Silla giratoria	4	260.000	1.040.000
Mesa de junta	1	800.000	800.000
Mueble de recepción	1	480.000	480.000
Sillas empleados y clientes	4	90.000	360.000
Sillas de espera	1	300.000	300.000
Archivador	1	110.000	110.000
Computador	2	750.000	1.500.000
Impresora	1	570.000	570.000
Resma papel de impresora	2	10.000	20.000
Implementos de papelería	1	25.000	25.000
Botiquín de primero auxilios	1	140.000	140.000
Extintor.	1	80.000	80.000
TOTAL			5.425.000

Fuente: Proveedores varios y autor

- **Vehículos.** Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología existente permite la portabilidad de todos los equipos que se emplearan para llevar a cabo las labores de mantenimiento. Esto ayuda a que toda la herramienta y equipos sean llevados por el operario en un medio de transporte simple como el caso de la motocicleta.

5.2.3. Capital de trabajo

Esta inversión hace referencia a los gastos que se generaran con la realización del proyecto, es decir con la normalidad de actividades una vez se ha dado apertura a la empresa. Se ha definido un monto de \$22.002.500 para la realización de estas actividades.

5.3. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Debido a la falta de fondos del autor y de los socios del proyecto para la inversión total del mismo, se ve necesaria la financiación por fuentes externas, en este caso un banco, para ello se ha establecido una tasa del servicio del 18% anual vencida con el que se espera obtener un crédito de \$50.000.000. En el siguiente cuadro se muestra la distribución de capital necesario para el proyecto y su ubicación en el tiempo.

Cuadro 34. Cantidades monetarias a financiar

ÍTEM	VALORES
TOTAL PLAN DE INVERSIÓN	100.000.000
CANT. DISPONIBLES PARA INVERTIR	50.000.000
TOTAL FINANCIAMIENTO	50.000.000
TASA DE INTERES: 18,00% Anual	

Fuente: Autor

En todo plan de financiamiento se debe definir la forma en la cual la deuda será saldada, teniendo en cuenta los periodos financiados, el interés cobrado por la entidad, el valor de las amortizaciones y el saldo de cada periodo se ha definido el siguiente cuadro de financiamiento.

Cuadro 35. Cuadro de financiamiento

n (Años)	SALDO	AMORTIZACIÓN DEUDA	INTERÉS
0	50.000.000		
1	40.000.000	10.000.000	9.000.000
2	30.000.000	10.000.000	7.200.000
3	20.000.000	10.000.000	5.400.000
4	10.000.000	10.000.000	3.600.000
5	0	10.000.000	1.800.000
TOTAL		50.000.000	

Fuente: Autor

5.4. COSTOS Y GASTOS DEL PROYECTO

5.4.1. Costos fijos

Teniendo en cuenta todos los costos que se generaran para garantizar la operación, se destacan entre ellos: la amortización de los diferidos; el costo de arrendamiento para un local en la zona ya especificada, este valor al ser cotizado resulta ser de \$2.300.000 en promedio mensualmente, sin embargo debe ser dividido dependiendo la dependencia a que se esté refiriendo; el sueldo del personal de servicio; el mantenimiento de los equipos utilizados por los técnicos, para este ítem se define un valor mensual de \$150.000 y finalmente se plantea un valor de \$500.000 mensuales para otros costos fijos relacionados con la producción, en este caso referentes a la compra de fusibles, obturadores, estopa, entre otros. A continuación se presenta un cuadro con los valores antes mencionados.

Cuadro 36. Costos fijos de producción

ÍTEM	VALOR	
	MENSUAL	ANUAL
Amortización de Diferidos	307.167	3.686.000
Arriendos	460.000	5.520.000
Depreciación	853.298	10.239.570
Mano de Obra	13.460.125	161.521.500
Mantenimiento	150.000	1.800.000
Otros costos fijos de producción	500.000	6.000.000

Fuente: Autor

En el siguiente cuadro se observa el origen del ítem amortización de diferidos, como resultado de las inversiones requeridas y presentadas en el cuadro 31, paralelamente se exponen los valores en que incurren aquellos activos depreciables.

Cuadro 37. Amortización y depreciaciones

ÍTEM	AMORTIZABLES	DEPRECIABLES
Valor	18.430.000	62.311.500
Vida útil (años)	5	5
Valor de salvamento		6.231.150
Depreciación		11.216.070
Amortización	3.686.000	

Fuente: Autor

El cuadro que se ilustra en seguida hace referencia a los costos generados por la depreciación y su influencia tanto en el área administrativa, como en la técnica

Cuadro 38. Participación de la depreciación

DEPRECIACIÓN	PARTICIPACIÓN	CANTIDAD
Producción	91,29%	10.239.570
Administración	8,71%	976.500
TOTAL	100,00%	11.216.070

Fuente: Autor

De igual manera se debe determinar la participación de cada área en la empresa respecto a los precios del arrendamiento inmobiliario, dichas cifras son mostradas a continuación.

Cuadro 39. Distribución mensual de arrendamiento

VALOR ARRIENDO	PARTC	VALORES
Administración	50%	1.150.000
Mercadeo y ventas	30%	690.000
Producción	20%	460.000
TOTAL	100%	2.300.000

Fuente Autor

Teniendo en cuenta el tipo de contrato laboral y el cargo que se desempeñara, se pueden definir los costos que se tendrán respecto al pago de nómina; en el siguiente cuadro se aprecian los sueldos que serán pagados al personal que se desempeñe exclusivamente en el área técnica, es decir; el ingeniero y los técnicos, se adiciona también el valor prestacional que hace referencia a la suma de: auxilio de transporte, pensión, salud, riesgos laborales y parafiscales.

Cuadro 40. Mano de obra operativa mensual por contrato laboral

CARGO	CANT	NOMINAL	TOTAL
Ingeniero	1	2.000.000	2.000.000
Técnico	5	1.350.000	6.750.000
Subtotal			8.750.000
Carga prestacional			4.710.125
TOTAL			13.460.125

Fuente: Autor

Como se mencionó anteriormente la carga prestacional hace referencia a la suma de todos los auxilios y subsidios que se obligan a ser pagados a cada empleado, la determinación de dichos valores se basan en el salario del trabajador y su porcentaje se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 41. Carga prestacional

ÍTEM	VALOR
Cesantías	8,33%
Interese a las cesantías	1,00%
Primas	8,33%
Vacaciones	4,17%
Pensiones	12,00%
Salud	8,50%
ARP	2,50%
Parafiscales	9,00%
TOTAL	53,83%

Fuente: Autor

La anterior información fue obtenida directamente del Ministerio del Trabajo y está actualizada con fecha de mayo del año 2017, también se debe mencionar que todos los sueldos que aquí se describen fueron datos obtenidos de la misma entidad con su herramienta virtual: Calculadora Laboral.

De igual manera que se han clasificado los sueldos para el personal técnico, debe realizarse el mismo ejercicio con el personal requerido en el área administrativa, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 42. Mano de obra administrativa mensual por contrato laboral

CARGO	CANT	NOMINAL	TOTAL
Gerente	1	3.500.000	3.500.000
Secretaria	1	1.100.000	1.100.000
Servicios varios	1	737.717	737.717
Subtotal			5.337.717
Carga prestacional			2.873.293
TOTAL			8.211.010

Fuente: Autor

Finalmente se tiene en cuenta los costos de mano de obra que se tendrán para los funcionarios del área administrativa con quienes se firmará un contrato por prestación de servicios, en este caso corresponde únicamente el cargo del Contador, a continuación se ilustran los costos antes mencionados.

Cuadro 43. Mano de obra administrativa mensual por prestación de servicios

CARGO	CANT	NOMINAL	TOTAL
Contador	1	400.000	400.000
TOTAL			400.000

Fuente: Autor

5.4.2. Costos variables

Se tendrá en cuenta también otros costos de producción, los que para este caso son variables, inicialmente se define un costo de \$50.000 que se empleará para insumos y otras refracciones utilizadas en cada equipo a intervenir. También se define la cifra de \$260.000 mensuales para otros gastos que puedan estar relacionados con la producción, lo anterior descrito se plasmas en el siguiente cuadro.

Cuadro 44. Costos variables de producción

ÍTEM	VALOR	
	UNITARIO	ANUAL
Materias primas e insumos	50.000	7.150.000
Otros costos variables de producción	260.000	3.120.000

Fuente: Autor

Finalmente se definen los gastos operacionales tanto de administración como de mercadeo y ventas, en ambos casos como se comentó anteriormente se tienen en cuenta los valores de arrendamiento y depreciación, según su respectiva participación. En el siguiente cuadro se indica todos los gastos operacionales administrativos, se define una tarifa de \$390.000 mensuales para pago de servicios públicos, otra tarifa de \$200.000 mensuales para gastos de papelería que involucra: resmas de papeles de impresión, tintas de impresión, entre otros. Y finalmente se propone un gasto de \$200.000 mensuales para todos los implementos de limpieza que utilizará el aseo con el fin de mantener las instalaciones en óptimas condiciones.

Cuadro 45. Gastos operacionales de administración

ÍTEM	VALOR	
	MENSUAL	ANUAL
Arriendos	1.150.000	13.800.000
Depreciación	81.375	976.500
Mano de Obra	8.611.010	103.332.121
Implementos de aseo	200.000	2.400.000
Papelería	200.000	2.400.000
Servicios públicos	390.000	4.680.000
Otros gastos operacionales	500.000	6.000.000
TOTAL		133.588.621

Fuente: Autor

A continuación se plasman los gastos operacionales referentes a mercadeo y ventas.

Cuadro 46. Gastos operacionales de mercadeo y ventas

ÍTEM	VALOR	
	MENSUAL	ANUAL
Arriendos	690.000	8.280.000
Mano de Obra	1.300.000	15.600.000
Publicidad y promoción	1.500.000	18.000.000
Otros gastos operacionales de Mercadeo	1.000.000	12.000.000
TOTAL		53.880.000

Fuente: Autor

5.5. COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción son todos aquellos valores en los que incurre la empresa al momento de llevar a cabo el servicio, esta cifra se compone de los costos fijos de producción destacando: amortizaciones, depreciaciones, arriendos, mantenimiento y mano de obra; además de los costos variables de producción donde se reconocen: las materias primas y otros costos de producción. La diferencia entre los dos valores antes mencionando radica en la dependencia que tienen los costos variables respecto a los servicios realizados, mientras que los costos fijos serán independientes de este concepto.

Según el estudio financiero evidenciado en el cuadro 47 se concluye que los costos de producción ascienden hasta los \$ 199.037.070, para la realización de 143 paquetes que podrá llevar a cabo la empresa anualmente. En el siguiente cuadro se expone el costo en que incurre la empresa con la realización de cada paquete.

Cuadro 47. Costo unitario de producción

ÍTEM	VALOR	
	MENSUAL	ANUAL
Costos fijos		
Amortización de Diferidos	307.167	3.686.000
Arriendos	460.000	5.520.000
Depreciación	853.298	10.239.570
Mano de Obra	13.460.125	161.521.500
Mantenimiento	150.000	1.800.000
Otros costos fijos de producción	500.000	6.000.000
Costos variables		
Materias primas e insumos	50.000	7.150.000
Otros costos variables de producción	260.000	3.120.000
Costos totales de producción	16.040.589	199.037.070
Costos unitarios de producción	112.172	1.391.868

Fuente: Autor.

Del anterior cuadro se puede concluir que el costo de realizar todas las actividades requeridas en un paquete de mantenimiento, suma \$1.391.868 anualmente.

5.6. BENEFICIOS DEL PROYECTO

5.6.1. Producción real

En el siguiente cuadro se aprecia la relación existente entre la capacidad instalada y la demanda del mercado en los años proyectados, de igual manera es calculado el factor de proyección, teóricamente este valor debe acercarse en lo posible a uno, indicando así que toda la capacidad instalada será aprovechada eficientemente. Se espera por lo tanto que el personal de la empresa realice asistencias todos los días del año.

Cuadro 48. Producción real

AÑO	DEMANDA	PRODUCCIÓN REAL	"FP"
-----	---------	-----------------	------

2018	996	143	1,000
2019	1.087	143	1,000
2020	1.178	143	1,000
2021	1.269	143	1,000
2022	1.360	143	1,000

Fuente: Autor

Según la información antes mostrada se puede concluir que los 143 paquetes que ofrece la empresa corresponden al 2,5% del mercado total para la ciudad de Bogotá, por otro lado el proyecto estaría en la capacidad de cubrir tan solo el 15,8% de aquellas empresas que mostraron la intención de compra según la encuesta.

5.6.2. Año base

Consiste en definir todos los valores de ingresos y egresos del año presente, con el único fin de determinar el indicador “UNE” *Utilidad Neta del Ejercicio*. Se debe trabajar bajo tres suposiciones: se producen cantidades iguales a la capacidad instalada; todas las unidades producidas son vendidas; se produce y se vende a precios de hoy. En el siguiente cuadro se ilustra lo antes mencionado.

Cuadro 49. Año base

ESTADO DE RESULTADOS	AÑO BASE
Ingresos por ventas	900.900.000
Costos de producción	199.037.070
Costos fijos de Producción	188.767.070
Amortización de Diferidos	3.686.000
Arriendos	5.520.000
Depreciación	10.239.570
Mano de Obra	161.521.500
Mantenimiento	1.800.000
Otros costos de producción	6.000.000
Costos variables de Producción	10.270.000
Materias primas e insumos	7.150.000
Otros costos variables de producción	3.120.000
Utilidad Bruta	701.862.930
Gastos operacionales	187.468.621
Gasto anual de administración	133.588.621
Arriendos	13.800.000
Depreciación	976.500

Mano de Obra	103.332.121
Implementos de aseo	2.400.000
Papelería	2.400.000
Servicios públicos	4.680.000
Otros gastos operacionales de Administración	6.000.000
Mercadeo y Ventas	53.880.000
Arriendos	8.280.000
Mano de Obra	15.600.000
Publicidad y promoción	18.000.000
Otros gastos operacionales de Mercadeo	12.000.000
Utilidad operacional	514.394.309
Gastos financieros	0
Utilidad Antes de Impuesto	514.394.309
Impuestos	163.606.179
Utilidad neta del ejercicio "UNE"	349.788.130

Fuente: Autor

5.6.3. Ingresos por ventas

Se ha establecido un precio de venta de \$6.300.000 por paquete de mantenimiento, esto incluye: el diagnóstico inicial y las visitas que se sean necesarias para la revisión, desvare o mantenimientos, se han fijado como base seis asistencias; como ya se mencionó el precio de fabricación y compra de las refacciones será asumido por el cliente, de igual forma aquellos servicios que no se incluyan en el contrato.

Como se indicó anteriormente la capacidad instalada es de 858 servicios, lo cual corresponde a las posibles asistencias para 143 empresas del sector. Sin embargo este es un valor teórico, teniendo en consideración que el personal a contratar es de 5 técnicos, y serán necesarios dos por empresa, resulta un total de 2,38 empresas por día. Por lo tanto el valor real de asistencias será de 723 anualmente, se espera que al realizar eficientemente las actividades de mantenimiento los operarios no se vean obligados a asistir fallos repentinos, de darse el caso contrario surgirá la necesidad de contratar personal técnico adicional. En el cuadro que se ilustra a continuación se muestran los ingresos totales por ventas.

Cuadro 50. Ingreso total por ventas

Total mercado	885	Paquetes
Capacidad Instalada:	143	Paquetes

Precio Unitario de venta	6.300.000	\$
Total Servicios	143	Paquetes
Ingreso total por ventas	900.900.000	\$

Fuente: Autor

5.7. PROYECCIONES DEL PROYECTO

5.7.1. Metodología de proyección

El objetivo de realizar una proyección para los años venideros de la empresa es obtener información específica de los movimientos financieros que se deben realizar además de ser una herramienta útil al momento de evaluar la conveniencia en términos de rentabilidad financiera. Los pasos a seguir para realizar la proyección de estado de resultados se mencionan a continuación.

- Establecer año base.
- Clasificación de cuentas según su naturaleza.
- Establecer el horizonte del proyecto.
- Determinar el factor de proyección
- Definir el criterio de proyección.

5.7.2. Estado de resultados proyectados

A continuación se busca realizar una proyección de todas las cifras monetarias del proyecto referentes ya sea a ingresos o egresos con el fin de determinar la utilidad neta del ejercicio para los años futuros. En el siguiente cuadro se observan dichos valores.

Cuadro 51. Estado de resultados proyectados

ESTADO DE RESULTADOS	PERÍODOS				
	1	2	3	4	5
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ingresos por ventas	900.900.000	900.900.000	900.900.000	900.900.000	900.900.000
Costos de producción	199.037.070	199.037.070	199.037.070	199.037.070	199.037.070
Costos fijos de Producción	188.767.070	188.767.070	188.767.070	188.767.070	188.767.070
Amortización de Diferidos	3.686.000	3.686.000	3.686.000	3.686.000	3.686.000
Arriendos	5.520.000	5.520.000	5.520.000	5.520.000	5.520.000
Depreciación	10.239.570	10.239.570	10.239.570	10.239.570	10.239.570
Mano de Obra	161.521.500	161.521.500	161.521.500	161.521.500	161.521.500
Mantenimiento	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000

Otros costos de producción	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000
Costos variables de Producción	10.270.000	10.270.000	10.270.000	10.270.000	10.270.000
Materias primas e insumos	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000	7.150.000
Otros costos variables de producción	3.120.000	3.120.000	3.120.000	3.120.000	3.120.000
Utilidad Bruta	701.862.930	701.862.930	701.862.930	701.862.930	701.862.930
Gastos operacionales	187.468.621	187.468.621	187.468.621	187.468.621	187.468.621
Gasto anual de administración	133.588.621	133.588.621	133.588.621	133.588.621	133.588.621
Arriendos	13.800.000	13.800.000	13.800.000	13.800.000	13.800.000
Depreciación	976.500	976.500	976.500	976.500	976.500
Mano de Obra	103.332.121	103.332.121	103.332.121	103.332.121	103.332.121
Implementos de aseo	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000
Papelería	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000
Servicios públicos	4.680.000	4.680.000	4.680.000	4.680.000	4.680.000
Otros gastos operacionales de Admón	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000
Mercadeo y Ventas	53.880.000	53.880.000	53.880.000	53.880.000	53.880.000
Arriendos	8.280.000	8.280.000	8.280.000	8.280.000	8.280.000
Mano de Obra	15.600.000	15.600.000	15.600.000	15.600.000	15.600.000
Publicidad y promoción	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000
Otros gastos operacionales de Mercadeo	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000
Utilidad operacional	514.394.309	514.394.309	514.394.309	514.394.309	514.394.309
Gastos financieros	19.000.000	17.200.000	15.400.000	13.600.000	11.800.000
Utilidad Antes de Impuesto	495.394.309	497.194.309	498.994.309	500.794.309	502.594.309
Impuestos	158.246.179	159.102.179	159.678.179	160.254.179	160.830.179
Utilidad neta del ejercicio "UNE"	336.868.130	338.092.130	339.316.130	340.540.130	341.764.130

Fuente: Autor

5.7.3. Flujo neto de caja

Luego de conocer el valor de la UNE proyectada, también es indispensable determinar el flujo neto de caja que se tendrá en los años futuros, este flujo neto de caja no es otra cosa que la acumulación neta de activos en la compañía en cada uno de los años proyectados, su análisis es funcional para determinar problemas de liquidez, la viabilidad del proyecto o medir el crecimiento que tendrá la empresa. A continuación se expone lo antes mencionado.

Cuadro 52. Flujo neto de caja

FLUJO NETO DE CAJA	PERÍODOS					
	0	1	2	3	4	5
Utilidad neta del ejercicio "UNE"		336.868.130	338.092.130	339.316.130	340.540.130	341.764.130

Inversión	-100.000.000	-686.000	-686.000	-686.000	-686.000	0
Capital trabajo						22.002.500
Amortización de diferidos		3.686.000	3.686.000	3.686.000	3.686.000	3.686.000
Depreciación		11.216.070	11.216.070	11.216.070	11.216.070	11.216.070
Valor de salvamento						6.231.150
R A F N D						0
Amortización a la deuda		-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000	-10.000.000
FNC	-100.000.000	341.084.200	342.308.200	343.532.200	344.756.200	374.899.850

Fuente: Autor

5.8. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

La tasa costo de oportunidad hace referencia a la totalidad de los beneficios que se dejan de percibir al realizar la inversión en el proyecto, sin embargo la inflación como era de esperarse afecta estos valores por lo tanto es indispensable realizar un ajuste para convertir la TCO de corriente a constante, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 53. Conversión de tasas

ÍTEM	VALOR
Tasa costo de oportunidad corriente	18,00%
Tasa de tendencia inflacionaria	4,03%
Tasa costo de oportunidad constante	13,42%

Fuente: Autor

Como anteriormente se mencionó existen varios indicadores que responden a la mayor incógnita del proyecto, si este es viable o no. A continuación se presenta un cuadro indicando los resultados del proyecto, la tasa interna de retorno, el valor presente neto y finalmente la evaluación del beneficio respecto al costo

Cuadro 54. Indicadores financieros

INDICADOR	VALOR
TIR	341,29% Anual
VPN	\$ 1.110.221.498
B/C	12,10

Fuente: Autor

5.9. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es una herramienta utilizada para conocer el valor que una empresa debe vender para costear el valor del proyecto, en otras palabras se busca determinar el número de unidades que generen una utilidad igual a cero. Este cálculo estará influenciado por los costos tanto fijos como variables, la cantidad y el precio de ventas. En el cuadro mostrado en seguida se observa el punto de equilibrio proyectado para los próximos cinco años.

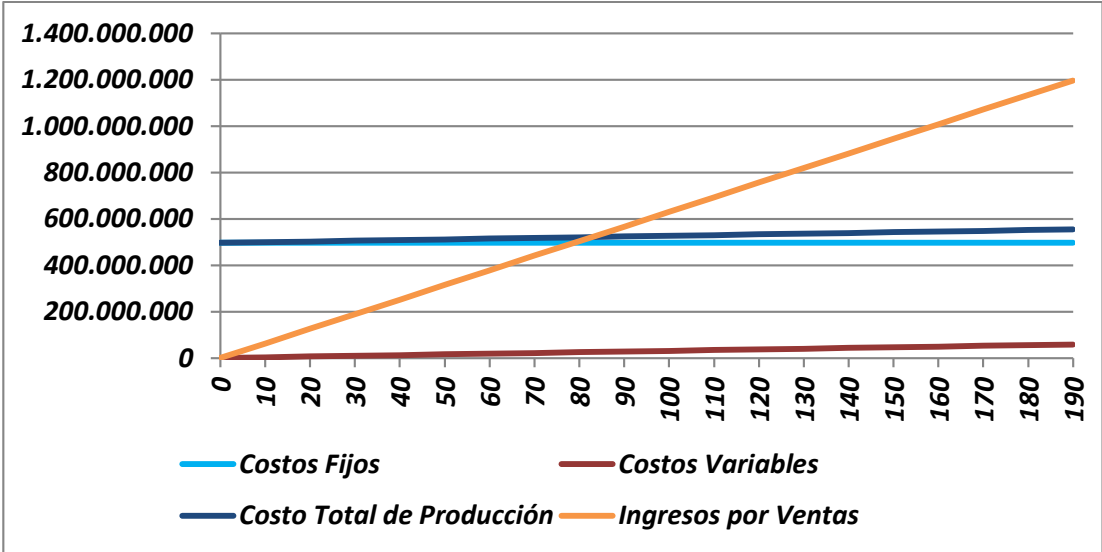
Cuadro 55. Punto de equilibrio proyectado

PERIODO	1	2	3	4	5
Costo Fijo	496.161.870	494.937.870	493.713.870	492.489.870	491.265.870
Cantidades	143	143	143	143	143
Precio Unitario de Venta	6.300.000	6.300.000	6.300.000	6.300.000	6.300.000
Costo Unitario Variable	306.783	306.783	306.783	306.783	306.783
PUNTO DE EQUILIBRIO	83	83	82	82	82

Fuente: Autor

A continuación se ilustra gráficamente el punto de equilibrio necesario para que la empresa no pierda ni gane dinero, esta consideración es específicamente para el primer periodo proyectado.

Figura 11. Punto de equilibrio



Fuente: Autor

5.10. BALANCE GENERAL DE ENTRADA

Cuadro 56. Balance general de entrada

BALANCE GENERAL (De inicio) EFFI MANTENIMIENTO SAS 31 de Mayo de 2017			
ACTIVOS			100.000.000
ACTIVOS CORRIENTES		22.002.500	
Caja y Bancos	22.002.500		
ACTIVOS FIJOS		62.311.500	
• Terrenos	0		
• Construcciones en general	0		
• Maquinaria y equipo	46.386.500		
• Muebles y enseres	5.425.000		
• Vehículos	10.500.000		
ACTIVOS DIFERIDOS		15.686.000	
Gastos previos a la producción	15.686.000		
PASIVOS			50.000.000
PASIVOS CORRIENTES		10.000.000	
Obligaciones Bancarias CP	10.000.000		
PASIVOS CORRIENTES		40.000.000	
Obligaciones Bancarias LP	40.000.000		
PATRIMONIO			50.000.000
CAPITAL SOCIAL		50.000.000	
Aportes socios	50.000.000		
PASIVOS + PATRIMONIO			100.000.000

Fuente: Autor

6. CONCLUSIONES

El estudio técnico comprueba la viabilidad del proyecto, teniendo en consideración aspectos de ingeniería, tamaño y localización.

Según la encuesta realizada se puede concluir que solo un 16% de las empresas del sector están dispuestas a contratar el servicio, no obstante se debe tener en consideración que la encuesta fue realizada vía telefónica, sin profundizar en las características del servicio y además la persona que realizó la encuesta no es un vendedor experto, por lo tanto es de esperar que al estar la empresa en operación este porcentaje aumente.

El estudio financiero demuestra que el proyecto es financieramente atractivo, lo cual es validado por la lectura de los indicadores financieros, sin embargo es tarea de los gestores generar estrategias ya sean administrativas, técnicas o de ventas para garantizar su estabilidad durante los primeros años.

El estudio de mercados demostró el desconocimiento de algunas empresas acerca de la importancia que tiene el mantenimiento en sus procesos productivos y financieros. Al mismo tiempo se evidencio el gran número de equipos en el mercado y la existencia de empresas competidoras.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda que meses después de la puesta en marcha de la empresa se realicen inversiones en procesos investigativos e innovadores ya sea en aspectos tecnológicos, ventas o administrativos con el fin de hacerla más llamativa para el cliente y poder ofrecer aspectos diferenciables a los brindados por la competencia. Para tal fin será conveniente la apertura de un área con personal especializado que puedan generar ideas y proyectos innovadores basados en nuevas tecnologías, necesidades del cliente y estrategias comerciales.

Gestionar nuevas estrategias de marketing que permitan identificar nuevos mercados y procesos, de esta manera se estaría aportando a la visión de la empresa, la que consiste en convertirse en una organización que preste el servicio de mantenimiento a maquinaria en general.

Se recomienda llevar a cabo un estudio de mercado para determinar qué tan factible será la incursión de la empresa en la importación y venta de máquinas herramientas en el sector. La hipótesis es basada en el estudio de mercados realizado para el presente proyecto, donde se concluyó que la tecnología utilizada por la mayoría de las empresas supera los diez años de antigüedad.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. **FLEITMAN, Jack.** *Negocios Exitosos.* . s.l. : Mc. Graw Hill, 2000.
2. **GALINDO., Lourdes Münch.** *Fundamentos de Administración: Casos y Prácticas.* Mexico : Trillas, 1997. 968-24-5497-2.
3. **CAMPOS L, Francisco.** *Principios de Mantenimiento.*
4. **MURCIA M., Jairo Darío.** *Proyectos Formulación y Criterios de Evaluación.* Bogota D.C. : Alfaomega, 2009. 978-958-682-750-8.
5. **MALHOTRA, Naresh K.** *Investigación de Mercados.* México. : Pearson Educación, 2008. 978-970-26-1185-1.
6. **CHIAVENATO, Idalberto.** *Introducción a la teoría general de la administración .* Mexico : McGraw-Hill, 2004. 13:978-970-10-5500-7.
7. **KEARNS, David T.** *Director general de Xerox Corporation.*
8. *El Mantenimiento Industrial: La Columna Vertebral de su Empresa.* **CASTRO, Luisa Fernanda.** Bogotá : Metal Actual.
9. *MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE NEGOCIOS.* **Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.** Bogotá : Puntoaparte editores., 2010. 978-958-8575-22-3.
10. *Panorama Metalmecánico.* **Metal Actual.** Bogotá : Metal Actual, 2008.
11. *Mantenimiento Industrial: Vital para la Competitividad.* **ROJAS, María Cristina.** Bogotá : M&M, 2007.
12. **El Congreso de Colombia.** *Ley 905 de 2004.* Bogotá D. C. : s.n., 2 de agosto de 2004.
13. *LA CADENA DE VALOR SIDERÚRGICA Y METALMECÁNICA EN COLOMBIA .* **RAMIREZ P, Ana Carolina, SUAREZ C, Juliana y LESMES P, Juan Manuel.** Bogota D. C. : ILAFA.
14. **Redacción Economía.** *Industria metalmecánica aumentó 10%, dice la Andi.* **EL HERALDO.** 2016.
15. **MORA, Alberto.** *Mantenimiento planeación, ejecución y control.* México D.F. : Alfaomega Grupo Editor, 2009. 978-958-682-769-0.
16. **Departamento Administrativo Nacional de Estadística.** *Encuesta Anual Manufacturera.* Bogotá, D.C. : s.n., 2006.
17. **Departamento Administrativo Nacional de Estadística.** *Geoportal .* [En línea] 28 de Marzo de 2016. [Citado el: 21 de Marzo de 2016.] <https://geoportal.dane.gov.co/v2/?page=elementoDirectorio>.
18. **Asociación Nacional de Instituciones Financieras.** *Riesgo Industrial 2016.* s.l. : Prisma Impresores, 2016.
19. *5.000 mas dinámicas.* **MisiónPyme.** 91, Bogotá : Media Solutions, 2016.
20. *Caracterización del Mantenimiento Industrial en Algunas Empresas de Manizales y Municipios Aledaños.* **OSPINA, Diana y OVALLE, Alex.** Nº 9, Manizales, Colombia : ACOFI, 2010. 1900-8260.

21. *Manual de Referencia de Tarifas en Ingeniería.* **ACIEM, Asociación Colombiana de Ingenieros-**. Bogotá, D.C : ACIEM Cundinamarca, 2015, Vol. 3ª Edición.