

PLANTEAMIENTO DESDE LAS BASES DE LA GESTION DE ACTIVOS DEL
SERVICIO "MANTENIMIENTO E INGENIERIA" DE LA EMPRESA INNSA S.A.S.,
COMO SOPORTE AL PORTAFOLIO DE SERVICIOS Y A LA GESTIÓN DE LA
INNOVACIÓN.

JUAN JOSÉ BERMUDEZ SILVA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2016

PLANTEAMIENTO DESDE LAS BASES DE LA GESTION DE ACTIVOS DEL
SERVICIO "MANTENIMIENTO E INGENIERIA" DE LA EMPRESA INNSA S.A.S.,
COMO SOPORTE AL PORTAFOLIO DE SERVICIOS Y A LA GESTIÓN DE LA
INNOVACIÓN.

JUAN JOSÉ BERMUDEZ SILVA

Ingeniero Mecánico

Monografía de grado presentado como requisito para optar por el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director

ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES Ph.D.

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2016

DEDICATORIA

A mis padres **Carlos Daniel Bermúdez Quintero (QEPD) & María Cristiana Silva de Bermúdez (QEPD)**.

A mi hermano **Carlos Daniel**, por ser un ejemplo de vida y apoyo incondicional.

A mis Hermanas **Eliana y Nasly**, por brindarme su apoyo y confianza siempre que los necesite.

A mi familia, amigos y compañeros, con los que compartí y aprendí tantas cosas en este proceso.

Juan José Bermúdez Silva

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

La empresa “Ingeniería Nacional Silva Angarita S.A.S.”, por dejarme ser partícipe de esta joven y emprendedora empresa Santandereana en la cual se desarrolla la temática de la presente monografía

Al profesor Isnardo González Jaimes, por su apoyo y dirección en la monografía.

A la Ing. Andrea Angarita Guerrero, por su presencia incondicional, sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de esta monografía

Al Ing. Andrés Silva Jiménez, por su apoyo, aportes, y sugerencias para la validación del servicio planteado en la monografía.

A la Universidad Industrial de Santander en especial ASEDUIS Bogotá, por facilitar los espacios para el desarrollo de la especialización

CONTENIDO

INTRODUCCION	14
1. ASPECTOS GENERALES	16
1.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	16
1.1.1 INNSA S.A.S.	16
1.1.2 Misión.	16
1.1.3 Visión.	16
1.1.4 Estructura organizacional.....	17
1.1.5 Portafolio de servicios.....	17
1.2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.3 OBJETIVOS	24
1.3.1 Objetivo general.....	24
1.3.2 Objetivos específicos:	24
1.4 JUSTIFICACION	24
2.1 EVOLUCIÓN DEL PAS 55 A ISO 55000	26
2.2 CONCEPTOS Y DEFINICIONES GESTIÓN DE ACTIVOS PAS 55	27
2.2.1. Gestión de Activos	27
3.2.2. Información de gestión de activos.....	28
3.2.2 Objetivos de gestión de activos.	28
3.2.3 Desempeño de la gestión de activos.	28
3.2.4 Plan de gestión de activos.....	29
3.2.5 Política de gestión de activos.	29
3.2.6 Estrategia de la gestión de activos.	29
3.2.7 Sistema de gestión de activos.	29
3.2.8 Ciclo de vida.....	30
3.2.9 Niveles de activos y su gestión.....	30
2.3 CONCEPTOS GESTIÓN DE ACTIVOS ISO 55000	31
2.3.1 Activo.....	31
2.3.2 Generalidades de la gestión de activos	31
2.3.3 Generalidades del sistema de gestión de activos.....	32
2.3.4 Relación de sistema de gestión de activos y gestión de activos	33
2.4 ANALISIS COSTO DE CICLO DE VIDA	34

2.4.1	Estructura general del LCC.....	36
2.5	GESTION DEL MANTENIMIENTO.....	37
2.5.1	Tipos de mantenimiento	39
2.6	SISTEMA DE INFORMACION	41
2.6.1	Tipos de sistema de información.	41
3.	RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE INFORMACION	44
3.1	SELECCIÓN DE EQUIPOS ESTRATEGICOS.....	44
3.2	DEFINICION DEL CICLO DE VIDA DE LOS EQUIPOS ESTRATEGICOS	45
3.3	RECOLECCION DE DATOS CICLO DE VIDA EQUIPOS	46
3.3.1	Recolección de información diseño	46
3.3.2	Recolección de información fabricación y montaje.....	48
3.3.3	Recolección de información de operación y mantenimiento	49
3.3.4	Estructura de desglose de costos.....	49
3.4	ANALISIS COSTO CICLO DE VIDA.....	51
4.	PLANTAMIENTO DEL SERVICIO “MANTENIMIENTO E INGENIERIA” BASADO EN GESTION DE ACTIVOS	52
4.1	DEFINICION DEL SERVICIO	52
4.1.1	Metodología de trabajo: Gestión de Activos.	52
4.1.2	Recursos INNSA.....	53
4.1.3	Ejes de trabajo	53
4.1.4	Flujo de proceso de Mantenimiento e Ingeniería.	54
4.2	ESTRATEGIA DEL SERVICIO.....	55
4.2.1	Etapas del ciclo de vida.....	56
4.2.2	Metodología	56
4.2.3	Factores postventa	57
4.3	GESTION DEL CONOCIMIENTO	60
4.3.1	Protocolo análisis costo ciclo de vida.....	60
4.3.2	Caracterización sistema de información para LCC.....	60
5.	IMPLEMENTACION	65
5.1	ANEXO DEL SERVICIO AL PORTAFOLIO INNSA.....	65
5.2	APLICACIÓN DE CONCEPTOS DESARROLLADOS	65
6.	CONCLUSIONES	68
	BIBLIOGRAFIA.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama	17
Figura 2. Mapa de proceso general servicios	17
Figura 3 Proceso de diseño INNSA	18
Figura 4 Flujo de proceso Servicio Diseño e Ingeniería	19
Figura 5. Proyección e Ingeniería.....	20
Figura 6. Flujo de proceso Proyección e Ingeniería	21
Figura 7. Flujo de proceso Tratamientos e Ingeniería.....	22
Figura 8. Logo INNSA S.A.S.	23
Figura 9. Niveles de activos y su gestión	30
Figura 10. Relación de conceptos claves.....	33
Figura 11. Perfil costo de ciclo de vida	35
Figura 12. Etapas del ciclo de vida.	37
Figura 13. Pirámide de clasificación de los sistemas de información.....	42
Figura 14. Matriz grado de innovación.....	44
Figura 15. Ciclo de vida Equipos INNSA.....	46
Figura 16. Plantilla de recolección datos diseño y fabricación.	47
Figura 17. Plantilla recolección datos fabricación y montaje	48
Figura 18. Metodología de trabajo Gestión de Activos	52
Figura 19. Recursos INNSA	53
Figura 20. Ejes de trabajo.....	54
Figura 21. Flujo de proceso SMI.....	55
Figura 22. Etapas del ciclo de vida.	56
Figura 23. Metodología Posventa.....	57
Figura 24. Factores postventa.....	57

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias PAS 55 vs ISO 55000	27
Tabla 2. Estructura desglose de costos.....	50
Tabla 3. Estrategia de comercialización Postventa.....	59
Tabla 4. Requerimientos SI.....	61
Tabla 5. Puntuación	63
Tabla 6. Valorización ofertas sistema de información.....	64
Tabla 7. Reporte para el proyecto puente peatonal	66

GLOSARIO

EQUIPO ESTRATEGICO INNSA: Los equipos que representan para la empresa una innovación y mayor beneficio económico y superan los filtros definidos.

CAPEX: (Capital expenditure), costos de capital.

OPEX: (Operational expenditure), costos operativos.

ESTRUCTURA DESGLOSE DE COSTOS: Tabla o diagrama donde registran los costos principales del ciclo de vida de activo.

COSTOS PRINCIPALES: Costos mayores los cuales sí cambian presentan un mayor impacto en el costo del ciclo de vida de un activo.

VPN: Valor presente neto.

LCC: (Life cycle costing): Proceso de evaluación del costo del ciclo de vida.

RESUMEN

TITULO: PLANTEAMIENTO DESDE LAS BASES DE LA GESTION DE ACTIVOS DEL SERVICIO "MANTENIMIENTO E INGENIERIA" DE LA EMPRESA INNSA S.A.S., COMO SOPORTE AL PORTAFOLIO DE SERVICIOS Y A LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN.*

AUTORES: JUAN JOSÉ BERMÚDEZ SILVA**

PALABRAS CLAVES: Gestión de activos, análisis del costo del ciclo de vida, servicio mantenimiento e ingeniería, gestión de innovación y conocimiento.

DESCRIPCIÓN

La presente monografía desarrolla el *Servicio mantenimiento e ingeniería* de la empresa INNSA S.A.S., aplicando conceptos de gestión de activos (PAS 55 / ISO 55000), y planteando 3 ejes de trabajo: *Gestión en MIPYMES, Vehículos, y Postventa equipos INNSA*, siendo este último el foco del trabajo.

Para el eje seleccionado se desarrolla una estrategia comercial soportada en la metodología del análisis del costo del ciclo de vida (*LCC INNSA*) según la norma ISO 15663-1, y el desarrollo de repuestos (*Repuestos INNSA*), definiendo: el criterio de selección de *equipos estratégicos INNSA*, la estructura de desglose de costos principales, la planilla de recolección datos, y el método de valor presente neto para los análisis, generando un reporte para toma de decisiones.

Se elabora un protocolo para el análisis del costo del ciclo de vida, fundamentado en la ISO 15663 1 y 15663-2. Se caracteriza un sistema de información de apoyo para este análisis y respectiva evaluación de alternativas de adquisición para las empresas clientes, y como futuro método de captura y manejo de datos que retroalimentarán el proceso de diseño de la empresa, pro gestión de la innovación y el conocimiento. Finalmente, se implementan algunos conceptos del servicio, validando su salida comercial.

* Monografía de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director PhD., Ing. Isnardo González Jaimes.

ABSTRACT

TITLE: APPROACH FROM THE BASIS OF ASSET MANAGEMENT OF THE SERVICE "MAINTENANCE AND ENGINEERING" THE COMPANY INNSA S.A.S. AS SUPPORT PORTFOLIO OF SERVICES AND MANAGEMENT OF INNOVATION.*

AUTHOR: JUAN JOSÉ BERMÚDEZ SILVA**

KEYWORDS: Asset management, life cycle costing, maintenance and engineering service, innovation and knowledge management.

DESCRIPTION

This paper is developed a new service called maintenance and engineering for the company INNSA SAS, this service apply some concepts of Asset Management (PAS 55 / ISO 55000), and proposing three areas of work: MiPYMES Management, Vehicles and Aftermarket equipment INNSA, the latter is the focus of this work.

For the selected work area is developed a business strategy, which is supported in the analysis methodology of the life cycle cost (LCC INNSA) according to ISO 15663-1, and the development of spares (spares INNSA) defining: the selection criteria INNSA strategic equipments, the main breakdown structure costs, data collection form and the method of net present value analysis, all these elements will generate a report for decision making.

A protocol is made for the analysis of life cycle cost, which is based on the ISO 15663 1 and 15663-2. An information system support is characterized for this analysis and respective evaluation of alternative purchasing for customer companies, and as a future method of capturing and managing data feed back into the design process of the company, towards innovation management and knowledge. Finally, some of the concepts developed for the new service are implemented, in this way validate its commercial output.

* Work of degree.

** Faculty of physical and mechanical engineering. Mechanical engineering school. Director PhD., M.E. Isnardo González Jaimes.

INTRODUCCION

La gestión de activos en mantenimiento ha venido ganando importancia en los últimos años gracias a la normalización de sus conceptos, requerimientos, procesos y demás. Este proceso inicio con la PAS 55 y finalizo con la ISO 55000 en el 2014, todas encaminada para que una organización mejore su gestión del ciclo de vida de sus activos.

Ingeniería Nacional Silva Angarita S.A.S. al ser una empresa de joven santandereana, plantea su nuevo servicio de Mantenimiento e Ingeniería basada en los conceptos de la gestión de activos, implementado algunos de sus conceptos y herramientas, se espera a largo plazo tener la capacidad de asesorar e implementar Sistemas de gestión de activos basados en ISO 55000.

La presente monografía muestra el planteamiento de un servicio de mantenimiento e Ingeniera, basado en la gestión de activos, que sirve inicialmente como soporte a su portafolio de servicios.

En el primer capítulo se realiza una contextualización, de la empresa, sus servicios, así como del planteamiento del problema, los objetivos y justificación de la monografía.

En el segundo capítulo se presenta las orientaciones, conceptos teóricos referentes al mantenimiento, gestión de activos, normativas y herramientas para la gestión de la información que se tendrán presentes en el desarrollo de la monografía.

En el tercer capítulo se realiza un análisis y tratamiento a la información recolectada, como criterio de selección de los equipos estratégicos, definición de las etapas del ciclo de vida y como se realizará la recolección de los costos principales y sus elementos en el ciclo de vida de los equipos estratégicos de la empresa.

En el cuarto capítulo se realiza el planteamiento del servicio de Mantenimiento e ingeniería, donde se definirán su funcionamiento, estrategia y la herramienta para el análisis del costo del ciclo de vida, basada en la ISO 15663. Así también como la caracterización de un sistema de información para esta herramienta de análisis.

Finalmente, en el capítulo quinto se muestra implementación de dicho servicio, en el cual se destaca su inclusión en portafolio de servicios de la empresa y la aplicación del análisis del costo del ciclo de vida en la selección del mejor diseño para las barandas en un puente peatonal. El cual está ejecutando a la fecha de la presentación de esta monografía

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

1.1.1 INNSA S.A.S.

Ingeniería Nacional Silva Angarita S.A.S. es un empresa del sector de servicios que nace en el 2016 como respuesta a necesidades específicas solucionables desde la ingeniería; con una innovadora propuesta de trabajo, INNSA busca el fortalecimiento de las empresas nacionales ofreciendo el apoyo en todo campo de acción de la ingeniería, persiguiendo el crecimiento de sus clientes mediante el desarrollo de proyectos, y el de su posible competencia mediante la realización de alianzas estratégicas con grandes apuestas de crecimiento conjunto.

1.1.2 Misión.

En INNSA apoyamos el crecimiento productivo de nuestros clientes mediante la oferta de servicios ingenieriles que solucionan de manera innovadora necesidades empresariales específicas, siendo sinónimo de flexibilidad, calidad y optimización de resultados, en un espacio de bienestar para nuestros colaboradores.

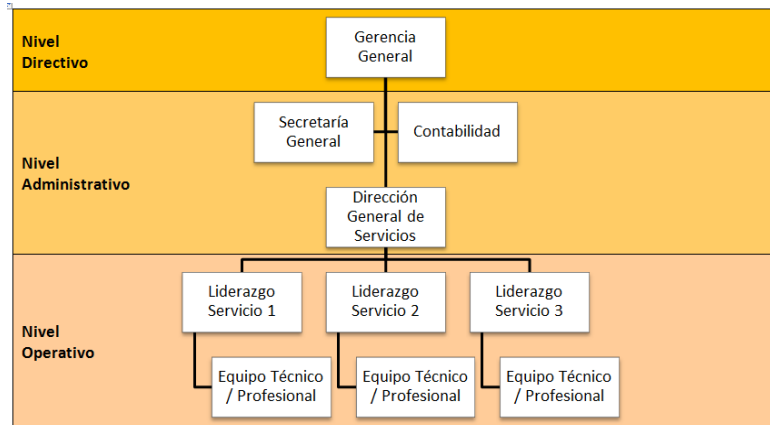
1.1.3 Visión.

Para el 2020 seremos un equipo de profesionales competitivos con elevado sentido humano, altamente calificados trabajando como el apoyo productivo y estratégico selecto por las empresas santandereanas, presentando la solidez organizacional que permita ampliar nuestra presencia a nivel nacional, incrementando a 10 el número de servicios ofertados, y con al menos el 50% de nuestros colaboradores fortalecidos como líderes de servicio.

1.1.4 Estructura organizacional.

A continuación, se presenta el organigrama de INNSA S.A.S:

Figura 1. Organigrama

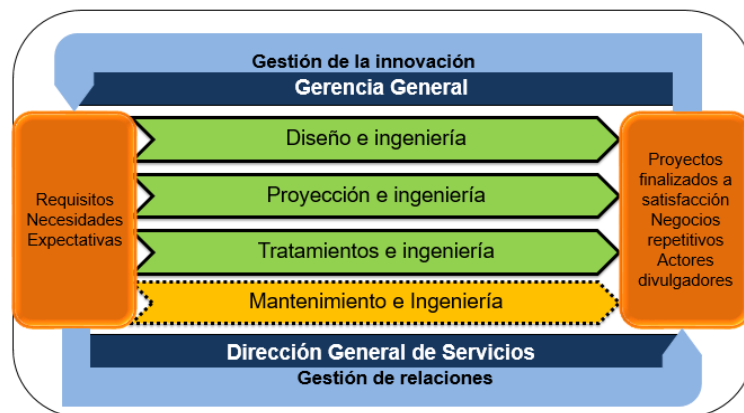


Fuente: INNSA SAS

1.1.5 Portafolio de servicios.

INNSA cuenta con tres servicios establecidos, y con el presente trabajo se plantea un cuarto servicio relacionado con la gestión del mantenimiento, en la figura 2, se muestra la relación de los servicios, sus entradas y salidas, así como sus sistemas de retroalimentación y gestión.

Figura 2. Mapa de proceso general servicios



Fuente. INNSA.

1.1.5.1 Diseño en ingeniería.

INNSA cuenta con un equipo de profesionales expertos y con las herramientas tecnológicas necesarias para los proyectos de ingeniería de sus clientes, desplegando su capacidad según sus requerimientos y proporciones específicas.

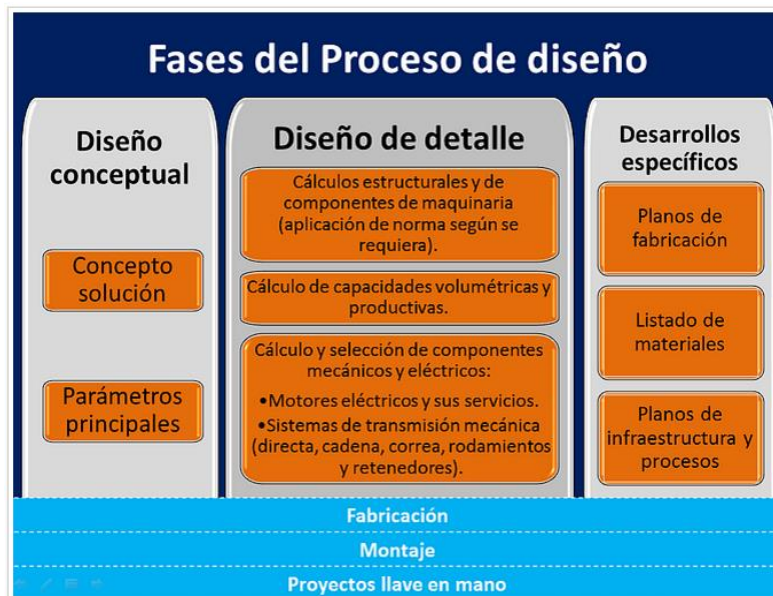
En la empresa se emplea un sistema de “Outsourcing Proporcional”, es decir se brinda apoyo a la medida de los proyectos. Obteniendo apoyo en alguna fase del proceso de diseño o en todas las fases del proceso de diseño, tercerización del departamento de diseño.

Así como diseños de:

- Estructuras metálicas, naves, soportes, etc.
- Desarrollo de productos, sistemas y equipos
- Obras civiles

En la figura 3, se presenta el proceso de diseño de INNSA

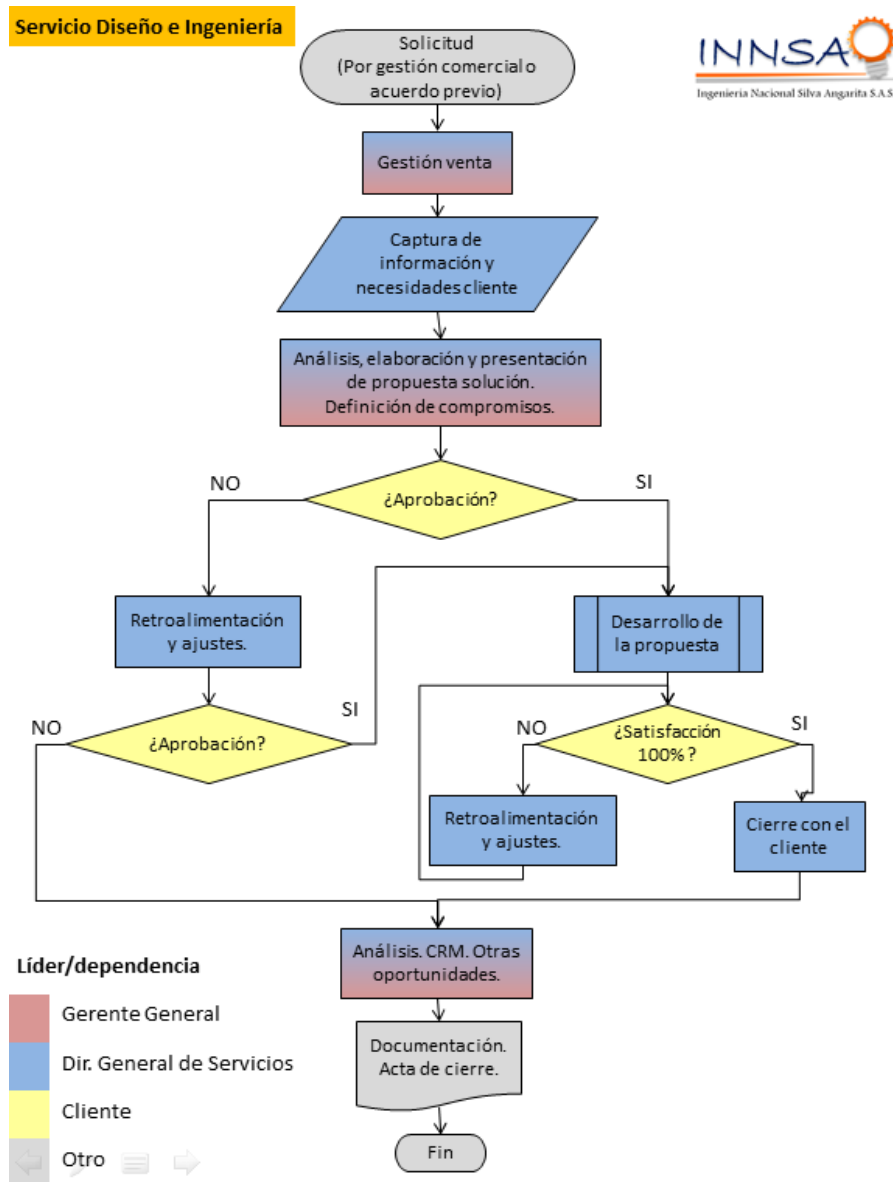
Figura 3 Proceso de diseño INNSA



Fuente. www.innsasas.com

En la figura 4, se presenta el diagrama de proceso para el servicio de Diseño e Ingeniería.

Figura 4 Flujo de proceso Servicio Diseño e Ingeniería



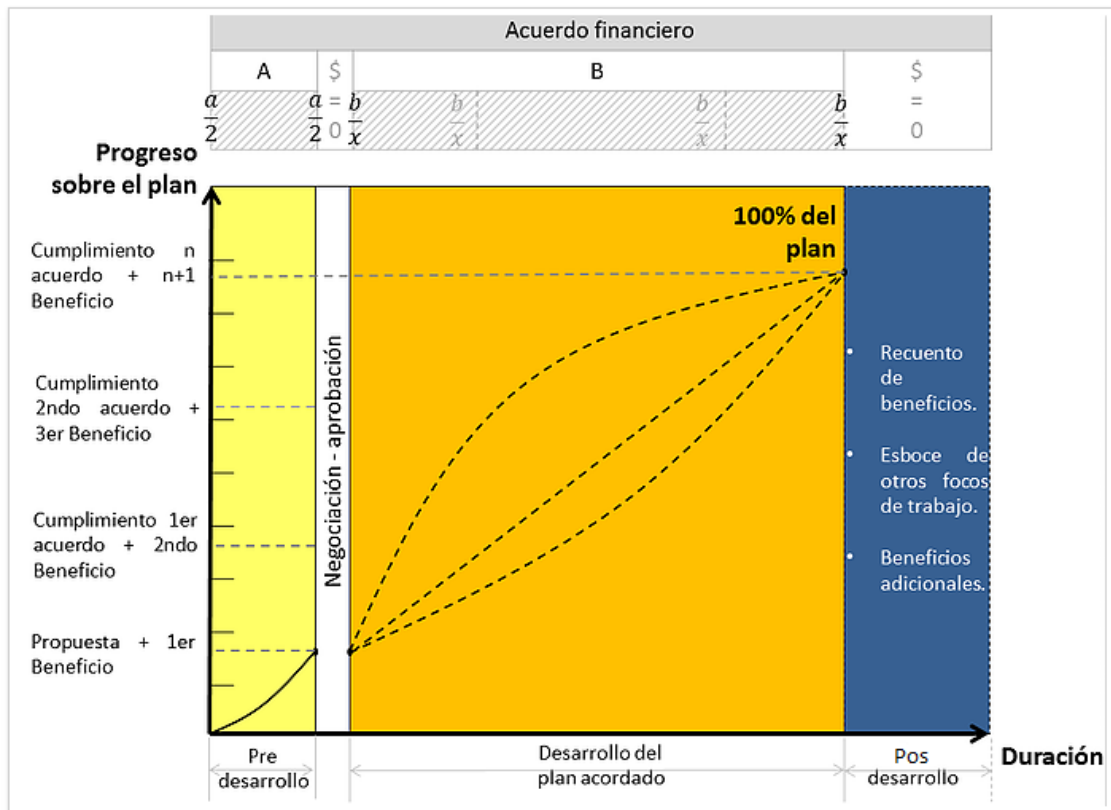
Fuente: INNSA S.A.S.

1.1.5.2 Proyección e Ingeniería.

INNSA estructura y desarrolla proyectos a la medida de las necesidades técnicas y estratégicas de los clientes. Mediante una metodología práctica basada en el cumplimiento de acuerdos y la obtención de múltiples beneficios.

Se brinda innumerables soluciones a sus necesidades técnicas y estratégicas en uno o varios de sus procesos, así como beneficios palpables desde la etapa de Pre desarrollo. En la figura 5 se muestra el progreso Vs duración, modelo del acuerdo financiero para los diferentes proyectos que se desarrollen.

Figura 5. Proyección e Ingeniería

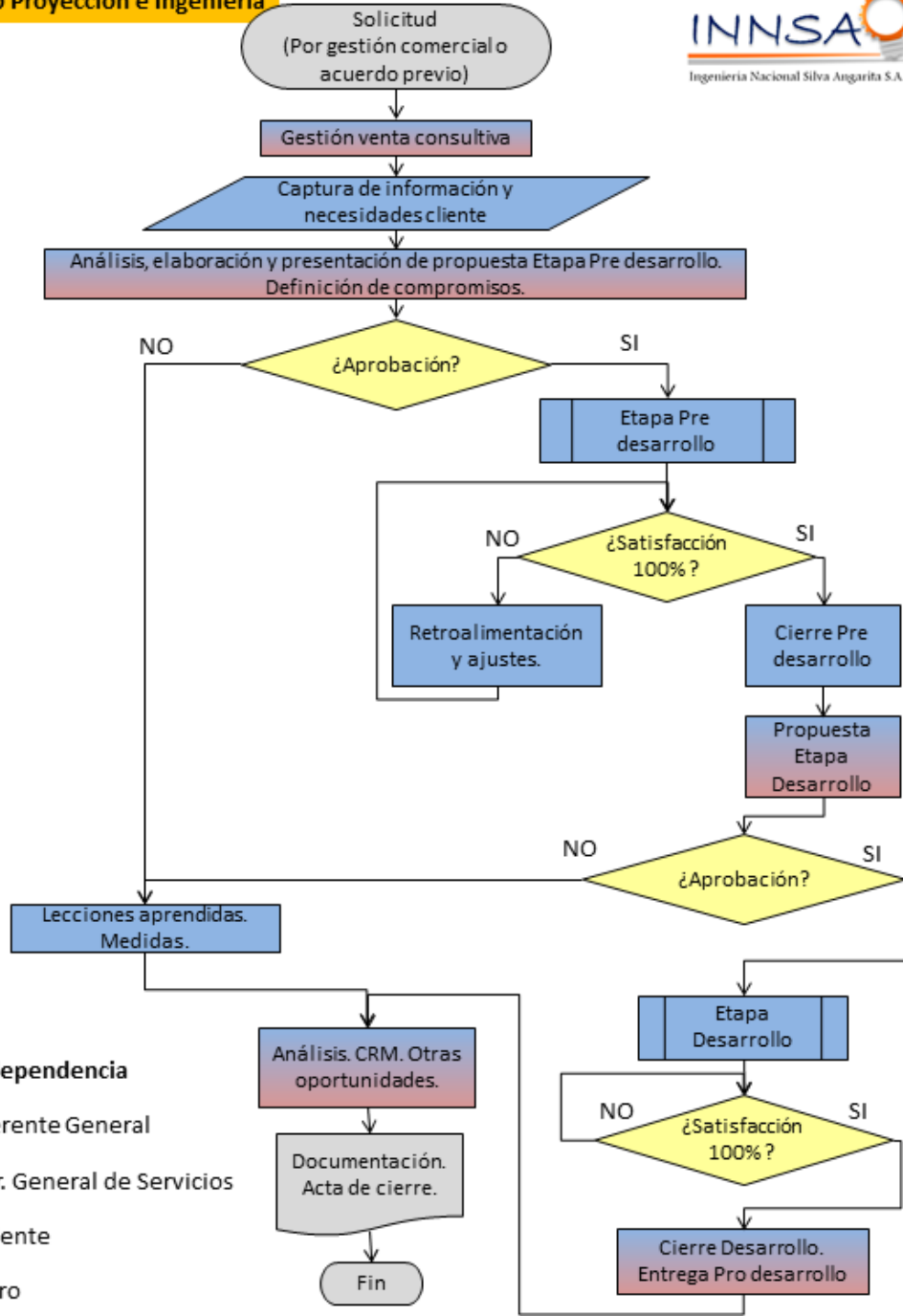


Fuente: Pagina web empresa.

En la figura 6, se presenta el diagrama de proceso para el servicio de Proyección e Ingeniería.

Figura 6. Flujo de proceso Proyección e Ingeniería

Servicio Proyección e Ingeniería



Líder/dependencia

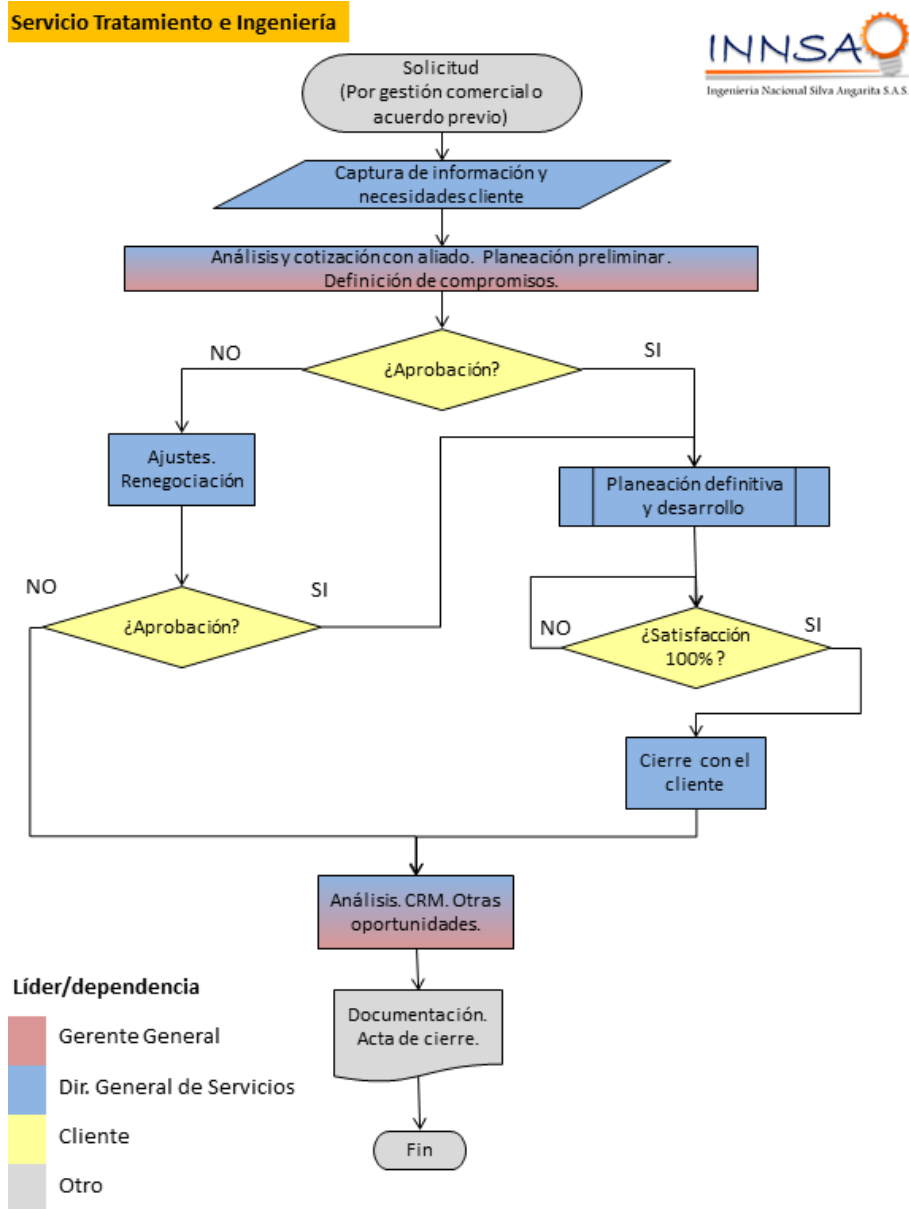
	Gerente General
	Dir. General de Servicios
	Cliente
	Otro

Fuente: INNSA SAS

1.1.5.3 Tratamientos e Ingeniería.

Suministro del servicio de sandblasting con resultados normalizado que protegen contra la corrosión previniendo las altas pérdidas generadas por el deterioro de materiales metálicos. En la Figura 7 se presenta el flujo de proceso de este servicio.

Figura 7. Flujo de proceso Tratamientos e Ingeniería



Fuente: INNSA SAS

1.2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del portafolio de servicios de la empresa *Ingeniería Nacional Silva Angarita S.A.S. - INNSA S.A.S.* se relaciona el servicio *Diseño e Ingeniería* que tiene como fin la oferta del apoyo parcial o la completa tercerización del área de diseño e ingeniería en las empresas locales, implementando un sistema propio de operación llamado “outsourcing proporcional”, en el cual dicha oferta varía según las fases típicas del proceso de diseño versus la necesidad de cada cliente.

Figura 8. Logo INNSA S.A.S.



Fuente: INNSA S.A.S.

En la actualidad, con el cierre de cada proyecto el cliente es quien opera y se responsabiliza por el mantenimiento de los equipos adquiridos, pero en estas actividades no contempla en su totalidad las recomendaciones entregadas por su proveedor -INNSA, contenidas en el manual de operación y mantenimiento facilitado, afectando la vida útil del equipo.

Al ser el conocimiento en ingeniería su recurso más valioso, INNSA requiere establecer una metodología para preservar información e innovar sobre diseños propios, identificando al mantenimiento como una posible herramienta para la retroalimentación permanente sobre la prestación de sus productos y los costos de

operación y mantenimiento relacionados, requiriendo a su vez, definir desde el punto de vista comercial lo productivo de dicha metodología.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general.

Plantear sobre las bases de la Gestión de Activos el servicio "Mantenimiento e Ingeniería" de la empresa INNSA S.A.S., enfocándolo inicialmente como un componente comercial y de innovación que servirá de soporte para su portafolio de servicios.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Definir el sistema general de funcionamiento para el servicio de Mantenimiento e Ingeniería en la empresa INNSA S.A.S.
- Definir la estrategia específica del servicio Mantenimiento e Ingeniería en relación al servicio de Diseño e Ingeniería y su atención postventa.
- Establecer un protocolo para la gestión del conocimiento del ciclo de vida de los equipos estratégicos retroalimentando desde el mantenimiento el proceso de diseño.
- Caracterizar un sistema de información para el protocolo de gestión del conocimiento del ciclo de vida de los equipos estratégicos.

1.4 JUSTIFICACION

INNSA S.A.S. es una empresa joven, la cual brinda los servicios: Diseño e Ingeniería, Proyección e Ingeniería, Tratamientos e Ingeniería, con sistemas de operación innovadores y facilidades técnicas diferenciadoras en el desarrollo de proyectos.

Teniendo en cuenta lo expuesto en el planteamiento del problema, la empresa en su proceso de establecimiento y mejora continua sobre la calidad de los servicios

ofrecidos, desea incorporar a su portafolio el servicio “Mantenimiento e Ingeniería”, el cual estará definido sobre las bases de la gestión de activos, y tendrá un enfoque inicial al ciclo de vida de los activos productos del servicio Diseño e Ingeniería, permitiéndole gestionar la innovación en el área.

El presente trabajo pretende definir el nuevo servicio y su interacción directa con el de diseño, estableciendo las bases para una gestión del conocimiento (herramientas, protocolos) y de la innovación en la empresa, y la metodología (LCC costos-ciclo de vida) que hará al mantenimiento la fuente de información que retroalimentará el proceso de diseño, permitirá la mejora permanente del producto, versiones mejoradas, y el acompañamiento al cliente durante su ciclo de vida.

2. MARCO TEORICO

2.1 EVOLUCIÓN DEL PAS 55 A ISO 55000

La gestión de activos empezó a tener relevancia a partir de la publicación realizada por el instituto británico de normalización (BSI) de PAS-55:2004, el cual sirvió como base, eje rector de la gestión de activos, mejorando el desempeño y generando un impacto positivo en las organizaciones.¹

En la búsqueda de alcanzar la confiabilidad de los activos y luego del éxito que tuvo la aplicación del estándar PAS 55, publicado en 2004, la ISO (Organización internacional de normalización) busca generalizar y reunir todos los elementos específicos de dicho estándar y otros conceptos que han venido surgiendo a partir de este, de manera que pretende convertirse, en una norma fundamental para la estructuración de la gerencia de activos integrados.²

Para lograr este objetivo, se solicita la participación de especialistas de veinte seis países (ISO/TC 251), para que, en un plazo de tres años, se definiera una norma que pueda ser aplicada por la industria, organizaciones de servicios y gobiernos de todo el mundo y así definir la estructura que podrá ser aplicada en todo el mundo, extendiendo y mejorando el proceso iniciado con laPAS55. Este proceso inicio en marzo de 2011 y finalizo en 11 de enero de 2014.³

El IAM (The Institute of Asset Management) informa en su página web que la ISO 55000:2014, fue lanzada el 5 de febrero de 2014, en Londres, en un evento conjunto entre el BSI y el IAM. Además que la PAS 55 ya no es el estándar oficial, esta fue suspendida el 15 de febrero de 2015, pero sigue disponible en la página

¹ AMAYA QUTIAN, Maira Fernanda. Elaboración de una ruta para la implementación de la norma ISO 5000 de la gestión de activos, en el sector de hidrocarburos de Colombia. Monografía de grado. 2014. p.30.

² *Ibíd.* p.31.

³ *Ibíd.* p 32.

del BSI, para las empresas que se encuentren en medio de la implementando dicha norma la pueden usar por el momento.⁴

En la tabla 1, se detallan las diferencias entre la PAS 55 y la ISO 55000

Tabla 1. Diferencias PAS 55 vs ISO 55000

	PAS 55	ISO 55000
Estructura	Estructura libre de algún tipo de estandarización.	Sigue la estructura estandarizada para normas ISO por el Grupo de Coordinación Técnica conjunta (JTCC (Ver Anexo C)
Aplicación	Dirigida abiertamente a los activos físicos.	Permite ser entendida y aplicada en cualquier tipo o contextos de activos, reconociendo la aplicación particular en activos físicos.
Definiciones	Definiciones más específicas a los activos físicos	Definiciones generales para ser aplicadas en cualquier tipo de activos.
Requisitos generales		Profundiza en la importancia de entender la organización y los requerimientos de los stakeholders. Mayor énfasis en el liderazgo.
Alineación	Habla de estrategia para la implementación del sistema de gestión de activos	Se genera el SAMP "Plan Estratégico de gestión de activos", siendo más explícito en las actividades del ciclo de vida.

Fuente: AMAYA QUTIAN, Maira Fernanda. Elaboración de una ruta para la implementación de la norma ISO 5000 de la gestión de activos, en el sector de hidrocarburos de Colombia. Monografía de grado. 2014. p.33.

2.2 CONCEPTOS Y DEFINICIONES GESTIÓN DE ACTIVOS PAS 55

2.2.1. Gestión de Activos⁵

Actividades y practicas coordinadas y sistemáticas a través de las cuales una organización maneja óptima y sustentablemente sus activos y sistemas de activos,

⁴ The Institute of Asset Management. Consultado el 15 de abril de 2016. Disponible en: <https://theiam.org/What-is-Asset-Management>

⁵ BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Gestión de Activos. Parte 1: Especificaciones para la gestión optima de activos físicos. PAS 55-1:2008. IAM. 2008. ISBN: 978-0-9563934-0-1. p.6.

su desempeño, riesgos y gastos asociados a lo largo de sus ciclos de vida con el propósito de lograr su plan estratégico organizacional.

La implementación efectiva de la gestión de activos requiere de un enfoque disciplinado que habilite a una organización a maximizar el valor y lograr sus objetivos estratégicos a través de la gestión de sus activos durante los *ciclos completos de vida*. Esto incluye en primer lugar la determinación para adquirir o crear los activos apropiados para, operarlos y mantenerlos mejor, la adopción de opciones óptimas de reemplazo, desincorporación y/o disposición.

3.2.2. Información de gestión de activos.⁶

Datos significativos relacionados con los activos y la gestión de activos.

Nota. Algunos ejemplos de información sobre la gestión de activos incluyen los registros, planos, contratos, licencias, documentos regulatorios y legales, documentos legales, políticas, estándares, notas guías, instrucciones técnicas, procedimientos, criterios de operación, desempeño de los activos y data de la condición o todos los registros de gestión de activos.

3.2.2 Objetivos de gestión de activos.⁷

Resultados o logros específicos y medibles requeridos del sistema(s) de activos para implementar la política de gestión de activos y la estrategia de gestión de activos; y/o nivel detallado y medible del desempeño o condición requerida de los activos; y/o resultado o logro específico y medible del sistema de gestión de activos.

3.2.3 Desempeño de la gestión de activos.⁸

Resultados medibles de la gestión de activos de una organización de sus activos y/o sistemas de activos.

⁶ *Ibíd.* p.17.

⁷ *Ibíd.* p.17

⁸ *Ibíd.* p.17.

Nota. El desempeño de la gestión de activos puede incluir la eficiencia de los gastos, la fiabilidad, la eficiencia, la calidad, la sostenibilidad, el valor de los activos y su uso y/o el impacto de los activos y la gestión de los activos sobre el desempeño financiero de la organización, seguridad, desempeño ambiental, acatamiento y reputación.

3.2.4 Plan de gestión de activos.⁹

Un Documento que especifica las actividades y recursos, las responsabilidades y escalas de tiempo para implementar estrategias de gestión de activos y la entrega de los objetivos de la gestión de activos.

3.2.5 Política de gestión de activos.¹⁰

Los Principios y requerimientos obligatorios derivados de, y en consecuencia con el plan estratégico de la organización, proveen una estructura para el desarrollo e implementación de la estrategia de gestión de activos y para fijar los objetivos de gestión de activos.

3.2.6 Estrategia de la gestión de activos.¹¹

Aproximación optimizada a largo plazo la gestión de activos, derivada de, y consistente con, el plan estratégico organizacional y la política de gestión de activos. Los convierte en planes de acción de alto nivel.

3.2.7 Sistema de gestión de activos.¹²

Son la política de gestión de activos, la estrategia de la gestión de activos, los objetivos de la gestión de activos y el plan o planes de la gestión de activos y las actividades, procesos y estructuras organizacionales necesarias para su desarrollo e implementación continua.

⁹ Ibíd. p.17.

¹⁰ Ibíd.p.17.

¹¹Ibíd. p.17.

¹²Ibíd. P.17

3.2.8 Ciclo de vida.¹³

Es el intervalo de tiempo que comienza con la identificación de la necesidad de un activo y termina con la puesta fuera de servicio del activo o cualquier responsabilidad asociada.

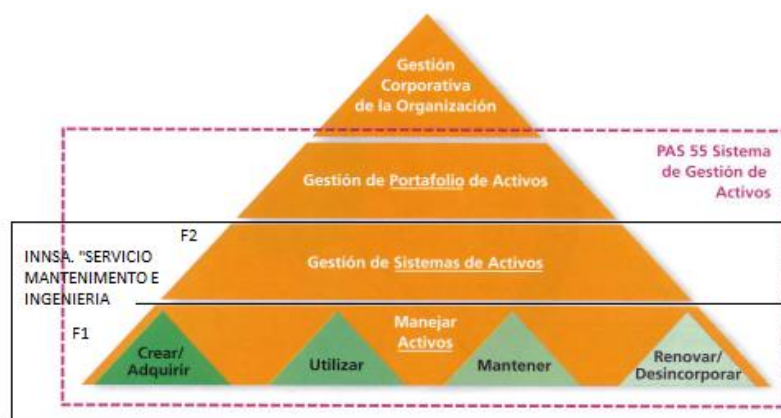
Nota. Las principales etapas de un ciclo de vida de un activo incluyen: Creación/Adquisición, uso, mantenimiento y renovación/desincorporación

3.2.9 Niveles de activos y su gestión.

Existen niveles diferentes en los cuales se pueden identificar y manejar los activos, que van desde los equipos discretos a sistemas funcionales complejos, redes o portafolios diversos, (ver figura). Esta jerarquía nos brinda retos y oportunidades a diferente nivel. ¹⁴

Para el caso de INNSA y los servicios que, en la actualidad presta, necesita plantear su gestión de activos en el nivel de equipos discretos (Ciclo de vida) y a mediano plazo ir aumentando hasta el nivel de sistema de activos.

Figura 9. Niveles de activos y su gestión



Fuente: BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Gestión de Activos. Parte 1: Especificaciones para la gestión óptima de activos físicos. PAS 55-1:2008. IAM. 2008. ISBN: 978-0-9563934-0-1. p.8.

¹³ Ibíd. p.18

¹⁴ Ibíd. p.8

2.3 CONCEPTOS GESTIÓN DE ACTIVOS ISO 55000

2.3.1 Activo.

Según la norma ISO 55000 define un activo como “un elemento, cosa o entidad que tiene un valor potencial o real en una organización. El valor puede variar entre las diferentes organizaciones y sus grupos de interés, y puede ser tangible o intangible, financiero o no financiero.

El período comprendido entre la creación de un activo y el final, se le conoce como vida útil del activo. La vida del activo no coincide necesariamente con el período durante el cual cualquier organización tiene la responsabilidad del activo; en cambio, un activo puede proporcionar un valor real o potencial a una o más organizaciones a lo largo de su vida útil del activo, y el valor del activo para una organización puede cambiar a lo largo de su vida útil.¹⁵

2.3.1.1 Activo crítico.¹⁶

Es el activo que tiene el potencial para impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización.

Nota.1 Los activos pueden ser críticos para la seguridad, el medio ambiente-crítico o de rendimiento crítico y puede relacionarse con los requisitos legales, reglamentarios o legales. Los activos críticos se refieren a aquellos activos necesarios para prestar servicios a clientes críticos.

2.3.2 Generalidades de la gestión de activos¹⁷

La alta gerencia, los empleados de una organización y grupos de interés deben poner en práctica la planificación, las actividades de control (por ejemplo, políticas, procesos o acciones de monitoreo) y las actividades de vigilancia, para aprovechar las oportunidades y reducir los riesgos a un nivel aceptable.

¹⁵ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION, Asset management - Overview, principles and terminology. ISO 55000:2014. 1 ed. P.2

¹⁶ *Ibíd.* p.14.

¹⁷ *Ibíd.* p.4.

La gestión de activos implica el equilibrio de los costos, riesgos y oportunidades contra el rendimiento deseado de los activos, para alcanzar los objetivos de la organización. EL equilibrio debe tenerse en cuenta a lo largo de diferentes plazos de tiempo

La gestión de activos permite a una organización examinar la necesidad de, y el rendimiento de, los activos y los sistemas activos en diferentes niveles. Además, permite la aplicación de enfoques analíticos hacia la gestión de un activo durante las diferentes etapas de su *ciclo de vida* (que puede comenzar con la concepción de la necesidad de que el activo, a través de su eliminación, e incluye la gestión de cualquier posible venta posterior

2.3.3 Generalidades del sistema de gestión de activos.¹⁸

Un sistema de gestión de activos es un conjunto de elementos interrelacionados y que interactúan en una organización, cuya función es la de establecer los objetivos de la política de gestión de activos y gestión de activos, los procesos necesarios para alcanzar dichos objetivos. En este contexto, los elementos del sistema de gestión de activos deben ser visto como un conjunto de herramientas, incluidas las políticas, planes, procesos de negocio y sistemas de información, que se integran para dar garantía de que las actividades de gestión de activos serán entregadas.

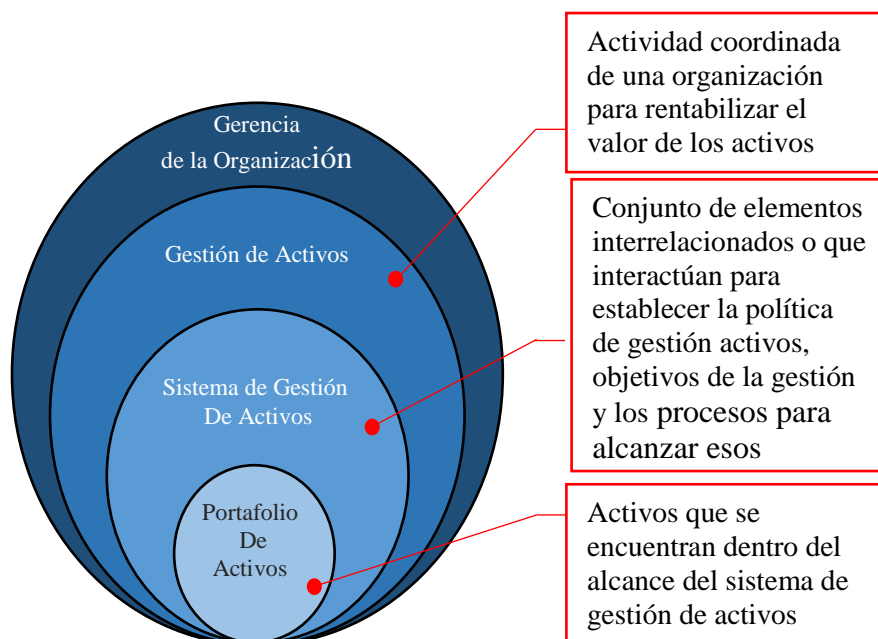
La gestión de activos requiere información precisa sobre los activos, pero un sistema de gestión de activos es más que un sistema de información para la gestión. La gestión de activos interactúa con muchas funciones de una organización. Los propios activos también pueden soportar más de una función y más de una unidad funcional dentro de la organización. El sistema de gestión de activos proporciona un medio para coordinar las contribuciones de y la interacción entre estas unidades funcionales dentro de una organización.

¹⁸ *Ibíd.* p.5

2.3.4 Relación de sistema de gestión de activos y gestión de activos¹⁹

Un sistema de gestión de activos es utilizado por la organización para dirigir, coordinar y controlar las actividades de gestión de activos. Se puede proporcionar un control de los riesgos y da la seguridad de que los objetivos de gestión de activos se lograrán sobre una base consistente. Sin embargo, no todas las actividades de gestión de activos se pueden formalizar a través de un sistema de gestión de activos. Por ejemplo, aspectos como el liderazgo, la cultura, la motivación, el comportamiento, que puede tener una influencia significativa en la realización de los objetivos de la gestión de activos, estos pueden ser gestionados por la organización por medio de arreglos fuera del sistema de gestión de activos. La relación entre los términos clave de gestión de activos se muestra en la Figura 10.

Figura 10. Relación de conceptos claves.



Fuente: ISO 55000:2014 Asset management - Overview, principles and terminology.P.4

¹⁹ Ibíd. p.4.

2.4 ANALISIS COSTO DE CICLO DE VIDA²⁰

A través del tiempo y dependiendo de la industria, el costo de ciclo de vida (LCC) ha tenido diferentes definiciones, para la industria de los hidrocarburos, Enunciamos algunas de las más utilizadas:

El Costo del Ciclo de Vida de un activo se puede definir como "el costo total de un activo durante su vida útil, incluida la adquisición inicial y posteriores gastos de funcionamiento.

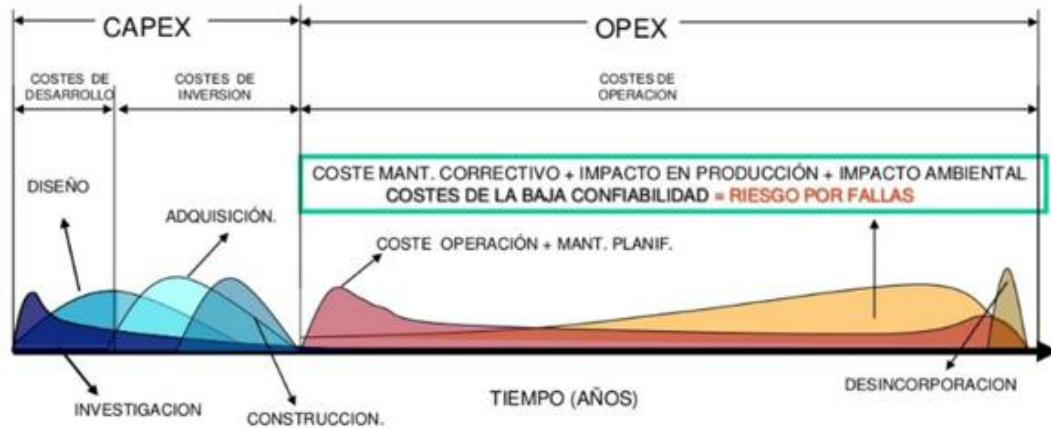
En la industria de explotación LCC de un sistema o equipo se define como: el costo total durante la vida útil previsto, incluyendo gastos de capital, gastos operativos y de producción degradada (y por tanto la pérdida de ingresos).

La técnica de cálculo del costo del ciclo de vida se define como: la técnica de considerar el costo total de propiedad de un elemento de material, teniendo en cuenta todos los costos de adquisición, la formación del personal, modificación y eliminación, con el fin de tomar decisiones del sistema actual y revisar si han cambiado los requisitos, y de esta manera ser utilizado como un mecanismo de control en el servicio, y usado para determinar los costos en el futuro de los elementos existentes.

Quizás la definición más simple de todos es: "LCC es acerca de tomar una visión de conjunto." De esta manera se tiene una vista global del costo; desde el momento de su adquisición, operación, mantenimiento, en especial esta etapa, la cual representa los mayores costos en la vida útil de equipo, Su correcta planeación representa la disminución de costos al realizar las reparaciones en la periodicidad adecuada.

²⁰DUARTE Luis Carlos, Trigos Carlos Andrés. Análisis de costo de ciclo de vida del sistema de compresión de gas lift de la superintendencia de operaciones Putumayo. UIS. Trabajo de grado. 2010. p.17-18.

Figura 11. Perfil costo de ciclo de vida



Fuente: Rodríguez, Carlos. Análisis del costo del ciclo de vida y EVA integrados en la gestión de activos. Conferencia Técnica. ACIEM. 2015. P.15

Esta última, da una visión simple y global de la estrategia de LCC, la cual busca una visión generalizada de las implicaciones, comerciales, productivas, de mantenimiento operación instalación y disposición de los activos con la finalidad de alinear cada elemento constitutivo de un proyecto, con la visión más amplia posible a lograr los objetivos de la organización, ver figura 11.

Dentro de la inmensa cantidad de definiciones acerca del LCC la más completa para el Autor es la presentada por la norma que rige esta metodología y la cual se enuncia a continuación:

“El costo de ciclo de vida es la consideración sistemática de la diferencia entre los costos e ingresos derivados de la adquisición y propiedad de las opciones alternativas para satisfacer una necesidad de activos. Es un proceso iterativo de estimación, planificación y supervisión de los costos y las diferencias de ingresos durante toda la vida de un activo”.²¹

²¹ INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION, Petroleum and natural gas industries- Life cycle costing. Part 1- Methology. ISO 15663-1:2008. 1ed. P.5.

Esta última será la guía aplicada en el desarrollo del protocolo análisis costo de ciclo de vida en función de generar la visión más cercana a la norma internacional.

2.4.1 Estructura general del LCC²²

El principio clave de la LCC es que cualquier decisión relativa a un activo físico debe reconocer el impacto de los costes de la decisión sobre todas las fases de la vida de ese activo, como se ilustra en la Figura 12.

En la mayoría de las empresas el costo de la fase de desarrollo, si es relevante para el activo es un monto requerido debido a su importancia, sin embargo, es probable que sea parte de un presupuesto de ingeniería y desarrollo (I+D) y por lo tanto sea absorbido entre los costos asociados con la Ingeniería de Diseño y Especificaciones del activo, o sea clasificado junto con la licitación y compras, Fabricación y Pruebas o instalación y la puesta en marcha inicial.

Estos costos serán referenciados dentro de las inversiones iniciales del activo o CAPEX.

En producción el activo genera costos en la operación es decir, los costos que se relacionan con las especificaciones de la planta como la energía, refrigeración, mano de obra, y también en aquellos costos relacionados con la pérdida de rendimiento, es decir la pérdida producción consecuencia del bajo rendimiento del equipo; además los costos generados por la realización de las labores de mantenimiento, rediseño, modificaciones, overhaul, reemplazo de partes, también son relativas a la marcha del equipo. Todas estas fases en marcha, operación y mantenimiento constituyen, en costos anuales el elemento OPEX de la LCC.

En su fase final el bien llega al final de su vida útil y debe ser desmantelado y eliminado. Esto supone costos de cierre o desmantelamiento, disposición a fin de vida útil y la limpieza de las instalaciones y equipos, Para una sola unidad de esta planta puede ser insignificante o incluso generar un rendimiento positivo derivado de la venta de partes de la planta con vida útil remanente después del proyecto,

²² DUARTE Luis Carlos, Trigos Carlos Andrés. Análisis de costo de ciclo de vida del sistema de compresión de gas lift de la superintendencia de operaciones Putumayo. UIS. Trabajo de grado. 2010. p.18-19.

por el contrario, para algunos, por ejemplo, una fábrica de productos químicos peligrosos o de instalaciones nucleares, el costo será considerable.

Estas son las fases típicas de base LCC para la mayoría de los activos físicos - fase de CAPEX, fase OPEX y la fase de eliminación. Mientras que algunas formas de análisis LCC puede tener en cuenta sólo los costes fase de OPEX, por ejemplo, cuando el mantenimiento de estrategias alternativas se evalúa para la misma planta, ningún análisis de los costes de CAPEX LCC es relevante a menos que la que siguió gastos OPEX se incluyen en este análisis.

Figura 12. Etapas del ciclo de vida.



Fuente: Rodríguez, Carlos. Análisis del costo del ciclo de vida y EVA integrados en la gestión de activos. Conferencia Técnica. ACIEM. 2015. P.8

2.5 GESTION DEL MANTENIMIENTO²³

El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades mediante las cuales un equipo, máquina, construcción civil o instalación, se mantiene o se restablece a un estado apto para realizar sus funciones, siendo importante en la calidad de los productos y como estrategia para una competencia exitosa.

Los esfuerzos realizados en el área de mantenimiento consisten en reducir al mínimo el efecto de las averías de los equipos y de las instalaciones, y proporcionar información relacionada con la experiencia y conocimiento a los departamentos relacionados con el proceso productivo, a fin de reducir el trabajo de mantenimiento, el tiempo improductivo y sus costos

Objetivos del mantenimiento

²³ FUENTES DIAZ, David. Sistema de Información en mantenimiento. Material Especialización en Gerencia del Mantenimiento .UIS. 2015 p. 16-17

- Maximizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones para las actividades de producción.
- Asegurar el funcionamiento confiable y eficiente de los equipos e instalaciones, acorde a los patrones establecidos de seguridad, protección ambiental e imagen de la empresa.
- Evitar el deterioro acelerado de los equipos e instalaciones.
- Proporcionar los servicios necesarios para la continuidad operacional de las instalaciones, y el bienestar de la comunidad.

En la industria moderna el mantenimiento ha dejado de ser un gasto para convertirse en un factor de dominio tecnológico. Eso significa que es un factor de competitividad para la empresa y, por lo tanto, un activo. Una inversión que impacta directamente sobre: los costos operativos, los costos de seguridad, medio ambiente y los costos de oportunidad. En definitiva, el mantenimiento impacta directamente sobre el valor de la empresa. Esta es una nueva visión del mantenimiento. Si la misma se potencia dentro del marco global de la empresa, mantenimiento pasa a ser un factor estratégico.

Las funciones del mantenimiento son tres:

- Administrativas-Estratégicas
 - Establecer la política y organización del mantenimiento.
 - Planificar y programar de las actividades de mantenimiento.
 - Analizar y evaluar la proyección económica y el presupuesto.
 - Establecer las necesidades y capacitación del personal,
 - Actualizar el registro de subcontratistas,
 - Proveer de registros e informes para el control de mantenimiento,
 - Establecer control de partes de repuestos y de herramientas.
- Técnicas-Toma de decisiones
 - Analizar el rendimiento de los equipos,
 - Estudiar las causas de fallas,
 - Preparar de normas e instrucciones de inspección, exploración, reparación y análisis de sustituciones.

- Operativas
 - Ayudar en la inspección (rutinaria, periódica y de aceptación),
 - Ayudar en operaciones de preparación (lubricación, ajuste y reparación),
 - Trabajos de ingeniería (maquinado, soldadura, acabado, entre otros).

2.5.1 Tipos de mantenimiento²⁴

Mantenimiento correctivo: es aquel mantenimiento que se realiza cuando se presenta la falla del equipo; no requiere programación, debido a su naturaleza fortuita. Esta clase de mantenimiento afecta las líneas de producción, ocasionando que no sea del todo práctico. Requiere personal altamente entrenado, repuestos y subconjuntos disponibles, y equipos y herramientas necesarios a pie de máquina para no demorar la reparación. Se aplica cuando la falla del equipo no afecta la seguridad, el medio ambiente, ni los costos de la producción (los costos de la producción incluyen descartes, producción perdida, pérdida de oportunidades, etc.) salvo los propios de la reparación. Como ejemplo, se puede citar el cambio de luminarias cuando estas se queman.

Mantenimiento preventivo: este tipo de mantenimiento tiene lugar antes que ocurra la falla mediante inspección sistemática. El personal encargado determina el momento en que se puede presentar la falla y realiza la intervención. Requiere una programación previa por lo que no afecta la producción de la empresa.

Mantenimiento predictivo: al igual que el mantenimiento preventivo, este tipo de mantenimiento se adelanta a la falla del sistema, pero con la diferencia que lo hace bajo la medición de diversos parámetros. Requiere de personal altamente calificado, y de herramientas específicas para poder realizar las mediciones, lo que implica una alta inversión.

²⁴ FUENTES DIAZ, David. Sistema de Información en mantenimiento. Especialización en Gerencia del Mantenimiento. Bucaramanga. UIS. 2015. p. 17-18.

Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT): El Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT), es el mantenimiento que se realiza con frecuencias preestablecidas y durante dichos intervalos, no se efectúa ningún otro tipo de mantenimiento a los equipos. Al ponerlo en práctica, generalmente se sacrifica un valor residual en beneficio de la fiabilidad del sistema y de la oportunidad de aplicación. La intensidad con que se aplique mejora la confiabilidad, pero aumenta notoriamente los costos. Para lograr un buen MBT, se debe disponer de estadísticas de averías del equipo que, sumadas a las recomendaciones del proveedor, permitan determinar el período de recambio y/o reparación; un buen sistema de programación y manejo de la información, y una adecuada política de subconjuntos. Los equipos a nivel de subconjuntos, no siempre son evaluables con precisión.

Algunos parámetros claves pueden sufrir un deterioro gradual, sin que el mismo pueda medirse con la tecnología existente. En otros casos aun cuando la evaluación sea posible, la oportunidad de reparación sólo se encuentra en períodos bien definidos, como las grandes paradas anuales. Por esta razón, estos equipos deben ser tratados con el concepto de mantenimiento basado en el tiempo.

Mantenimiento Basado en la Condición (MBC): El Mantenimiento Basado en la Condición (MBC), es el mantenimiento llevado a cabo en respuesta a un deterioro significativo de una máquina, indicado a través de un cambio de parámetros en el monitoreo de condición de la máquina. No se efectúa ningún mantenimiento mientras la condición no cambie. El estudio de los patrones de deterioro de equipos modernos y complejos muestra que son pocos los equipos a los cuales se puede aplicar el MBT. Por otra parte, la necesidad de bajar costos, el desarrollo de técnicas y equipos capaces de predecir con gran seguridad el fin de la vida útil de un componente, llevó a considerar al mantenimiento basado en la condición como una herramienta de gran utilidad en la gestión del mantenimiento.

2.6 SISTEMA DE INFORMACION²⁵

Un Sistema de Información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio. En un sentido amplio, un sistema de información no necesariamente incluye equipo electrónico (hardware). Sin embargo, en la práctica se utiliza como sinónimo de sistema de información computarizado.

Los elementos que interactúan entre sí son: el equipo computacional, el recurso humano, los datos o información fuente, programas ejecutados por las computadoras, las telecomunicaciones y los procedimientos de políticas y reglas de operación.

Un sistema de información realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

2.6.1 Tipos de sistema de información.²⁶

Los sistemas de información pueden cumplir con los siguientes objetivos de la organización:

- Automatizar los procesos operativos (TPS). Se conocen como TRANSACCIONALES, por ejemplo, operaciones bancarias.
- Proporcionar información de apoyo a la toma de decisiones (MIS). Se encargan de proporcionar a los directivos información de forma rápida, fiable y precisa para agilizar la toma de decisiones.
- Sistemas de soporte a decisiones (DSS). Muy similar al anterior, pero se trabaja con problemas poco estructurados para realizar el análisis de las diferentes variables de negocio con la finalidad de apoyar el proceso de toma de decisiones generando alternativas, simulación de escenarios, resultados, etc.

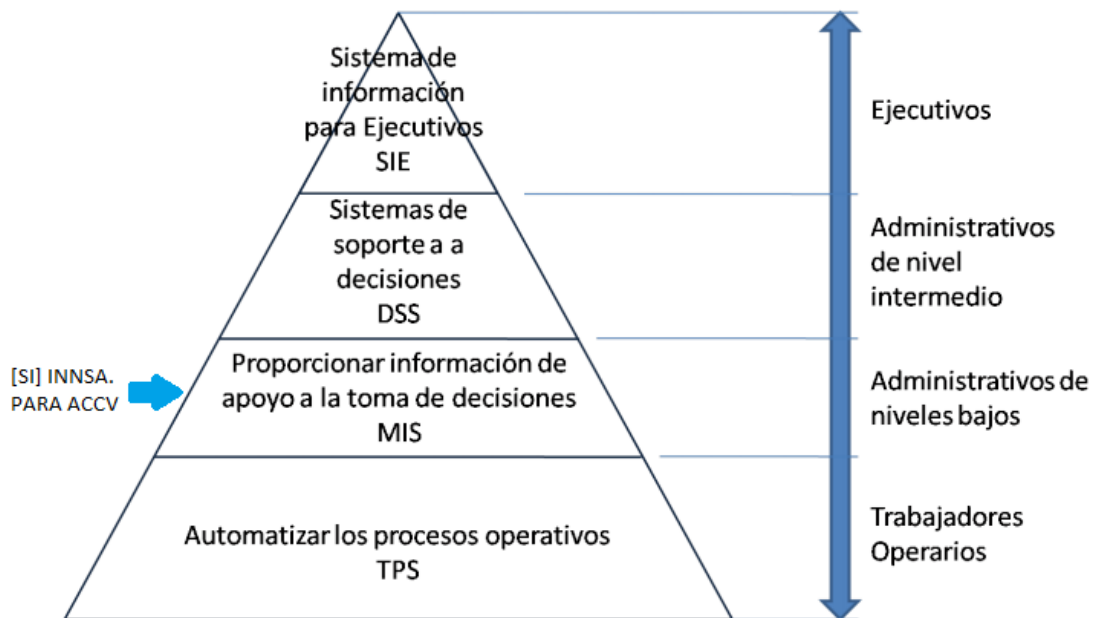
²⁵ *Ibíd.* p. 11.

²⁶ *Ibíd.* p14-15.

- Sistemas de información para Ejecutivos (SIE). Creado especialmente para ejecutivos de alto nivel que permite analizar información no solo interna sino también externa.

En la figura 13 se observa la clasificación de acuerdo a la pirámide de la organización y el SI que se pretende caracterizar la gestión del conocimiento del ciclo de vida de equipos INNSA.

Figura 13. Pirámide de clasificación de los sistemas de información



Fuente: FUENTES DÍAZ, David. Sistema de Información en mantenimiento. Material Especialización en Gerencia del Mantenimiento. Bucaramanga. UIS. 2015. p. 14

El objetivo fundamental del diseño organizativo, así como su informatización, es constituir un sistema coherente de información que permita la toma, en el momento adecuado, de las decisiones convenientes que permitan alcanzar el objetivo pretendido.

El diseño de cualquier sistema de información debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Los datos no constituyen en sí mismos información. Son sólo la materia prima para una información útil.
- El exceso de información suele conducir a no prestar atención a la información realmente útil.
- En general la mayor parte de los problemas a resolver proceden de una parte muy pequeña de los hechos que se producen en la empresa y esto también es válido en mantenimiento.
- Aunque un dato sea necesario para múltiples finalidades, su captura debe ser única, en la medida posible.
- La información no está destinada en el ámbito directivo solamente.

3. RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE INFORMACION

3.1 SELECCIÓN DE EQUIPOS ESTRATEGICOS

Para definir y seleccionar a un producto de diseño como “*Equipo estratégico INNSA*” se emplearán dos filtros en secuencia: *Valor agregado en el mercado y relación de ganancia en diseños.*

- **Filtro 1. Valor agregado en el mercado.**

El primer filtro a realizar es el *Valor agregado en el mercado*, para lo cual se usará como guía una matriz típica de clasificación del grado de innovación de un producto:

Figura 14. Matriz grado de innovación

		MERCADO	
		Existente	Nuevo
TECNOLOGÍA	Nuevo	#2 Mejora de Producto	#4. Radical
	Existente	#1 Mejora Incremental	#3. Extensión de línea

Fuente: <http://www.pdma.org/>

El filtro lo aprobarán aquellos equipos que clasifiquen en los cuadrantes 2 y 4, pasando a análisis del segundo filtro. Las unidades que clasifiquen en los cuadrantes 1 y 3 no serán de interés pues manejan conceptos similares a soluciones existentes.

- **Filtro 2. Relación ganancia en diseños.**

Ante la necesidad de dar seguimiento a más de un equipo que haya pasado el primer filtro, la selección y priorización dependerá del resultado de la siguiente relación, (Ecuación 1) siendo el de mayor resultado la prioridad para INNSA:

$$\textit{Relación de ganancias} = \frac{\textit{Ganancia proyectada}}{\textit{Ganancia de un sustituto}} \quad (1)$$

Por tanto, un producto del proceso de diseño de la empresa clasificará como *Equipo estratégico INNSA* cuando pasando el primer filtro obtenga el mayor valor del filtro número 2, aplicándole el tratamiento correspondiente en el numeral 3.2.

3.2 DEFINICION DEL CICLO DE VIDA DE LOS EQUIPOS ESTRATEGICOS

Una vez seleccionados los equipos estratégicos, se procede a definir el ciclo de vida de los equipos estratégicos, se tomó como referencia los ciclos de vida definidos en la norma ISO 15663-3, como se muestra en la figura 12. A continuación se define las etapas del ciclo de vida en los equipos INNSA:

La empresa en su servicio de “Diseño e Ingeniería” tiene definido las etapas de diseño conceptual, detalle, específicos, así también como las etapas de fabricación y montaje.

Para la empresa cliente que adquiere un equipo INNSA estratégico, el grupo de trabajo definió que las etapas de operación, mantenimiento y disposición final (retirada, eliminación), son la responsabilidad de esta.

En la gráfica 15, se observa el ciclo de vida de los equipos estratégicos de la empresa; los cuales se basaron en norma ISO 15663 y el concepto de la ISO 55000.

Figura 15. Ciclo de vida Equipos INNSA



Fuente: INNSA

3.3 RECOLECCION DE DATOS CICLO DE VIDA EQUIPOS


3.3.1 Recolección de información diseño

En esta sección, se desglosa para cada uno de los procesos los recursos y los respectivos costos generales en los cuales incurre la empresa durante el desarrollo de cualquier proyecto del Servicio de Diseño e Ingeniería, para lo cual es usada la Plantilla Captura de Información expuesta en anexo A

Considerando las fases del proceso de diseño y los principales recursos necesarios en cada una de estas, a continuación, se presenta la plantilla de recolección diligenciada a modo de ejemplo en la figura 16.

En dicha plantilla se encuentra una columna donde se describen los recursos utilizados para cada fase del ciclo de vida del producto, otra columna para la cantidad; según el tipo de recurso y su forma totalizar su cantidad, su valor por unidad y su valor total en el proyecto.

Figura 16. Plantilla de recolección datos diseño y fabricación.

 <small>Ingeniería Nacional S.A.S.</small>	INNSA S.A.S.		CÓDIGO:	
	Plantilla Captura de información		DAF-ES-00-16-001-V1	
	POR: Ing. Juan José Bermúdez Silva		20/04/2016	
PROYECTO:	Modelamiento, planos y materiales "Puente peatonal"			
EQUIPO:	Puente peatonal			
PROCESO:	Diseño	FASE(S):	Desarrollos específicos	
RECURSO				
	CANT.	\$ UNIDAD	\$ PROYECTO	
Recurso 1: Horas dibujante	324	\$ 16.000	\$ 5.184.000	
Recurso 2: Horas revisión Ingeniero Mecánico	12	\$ 25.000	\$ 300.000	
Recurso 3: Tecnología (Portátil – CAD – Internet)	0	\$ -	\$ -	
Recurso 4: Atención al cliente (Desplazamiento para revisiones y ajustes)	4	\$ 20.000	\$ 80.000	
Recurso 5: Papelería (Impresión de planos finales)	1	\$ 15.000	\$ 15.000	
\$ Total del proyecto: \$ 5.579.000				
OBSERVACIONES:				
Elaboró		Revisó:		
Fecha:		Fecha:		

Fuente: INNSA

De lo anterior para el proceso de diseño, se tiene de manera general los siguientes datos claves a recolectar:

- **Horas de personal.** Según actividad: dibujante, ingeniero, supervisor, otro.
- **Tecnología.** El uso de computadores y otros recursos relacionados: si son recursos con los cuales ya cuenta la empresa se indica su uso con costo igual a cero; si son nuevos recursos adquiridos para el proyecto, se incluirá dicha inversión o gasto.
- **Atención al cliente.** Costos generados por el servicio y atención: visitas para la fase, otros.


- **Consumibles.** Incluye impresiones, papelería general, otros.

3.3.2 Recolección de información fabricación y montaje.

Para este análisis es clave mencionar nuevamente que el sistema de operación general de la empresa plantea la prestación de servicios, es decir que no maneja proceso de fabricación propio, sino que lo subcontrata según se requiera. Para el montaje o la instalación de los equipos y sistemas, INNSA sopesa las ventajas de realizar estas actividades con personal propio versus los beneficios de subcontratar.

A continuación, se presenta la plantilla de recolección de datos de fabricación y montaje. Ver figura 17.

Figura 17. Plantilla recolección datos fabricación y montaje

	INNSA S.A.S.		CODIGO:	
	Plantilla Captura de información		DAF-ES-00-16-001-V1	
	POR: Ing. Juan José Bermúdez Silva		20/04/2016	
PROYECTO:	Modelamiento, planos y materiales "Puente peatonal"			
EQUIPO:	Puente peatonal			
PROCESO:	Diseño	FASE(S):	Fabricación y montaje	
RECURSO	CANT.	\$ UNIDAD	\$ PROYECTO	
Recurso 1: Contrato de fabricación - Mano de obra	1	\$ 32.500.000	\$ 32.500.000	
Recurso 2: Contrato de fabricación - Materiales	1	\$ 130.000.000	\$ 130.000.000	
Recurso 3: Montaje	1	\$ 19.500.000	\$ 19.500.000	
\$ Total del proyecto: \$ 182.000.000				
OBSERVACIONES:				
Elaboró				Revisó:
Fecha:				Fecha:

Fuente. INNSA

De manera general para ambas actividades se considera como estratégica la siguiente información:

- **Fabricación – Mano de obra.** Valor de la subcontratación incluyendo impuestos y pólizas.
- **Fabricación – Materiales.** Valor de la subcontratación incluyendo impuestos y pólizas.
- **Montaje.** Incluye transporte a sitio e instalación.

3.3.3 Recolección de información de operación y mantenimiento

Teniendo en cuenta el tipo de empresas clientes (Mi Pyme) en la cual su mantenimiento es reactivo, sus actividades son correctivas, se considera como estratégica la captura de la siguiente información:

- **Operación**
 - **Servicios.** Valor de Energía eléctrica consumida, vapor, combustible.
 - **Materia prima.** Valor de la materia prima a convertir.
 - **Insumos Operación.** valor de los insumos para su operación
 - **Mano de obra.** Valor mano de obra de operación.
- **Mantenimiento**
 - **Repuestos.** Valor repuesto.
 - **Insumos de mantenimiento.** Valor de aceites, grasas, otros
 - **Mano de obra Mantenimiento.** Valor hora técnicos
 - **Costo por falla.** Valor de no producir hora.

Estos se diligenciarán en la plantilla recolección de datos, de igual forma que se realizó para diseño (3.3.1) y fabricación y montaje (3.3.2), durante las visitas que se realizaran a las empresas clientes en la operación de los equipos estratégicos

3.3.4 Estructura de desglose de costos

A continuación, se presenta la estructura de desglose de costos para los equipos estratégicos INNSA. En ella se presenta los CAPEX; que son los costos de capital

(inversión) y OPEX; y los Costos de operación, estos a su vez relacionados con el ciclo de vida de los equipos estratégicos de la empresa y sus correspondientes costos principales. Los cuales fueron definidos en los puntos anteriores.

Tabla 2. Estructura desglose de costos

General	Ciclo de vida INNSA	Costos Principales	Descripción
CAPEX	Diseño	Horas de personal	Según actividad: dibujante, ingeniero, supervisor, otros.
		Tecnología	Uso de computadores y otros relacionados.
		Atención al cliente	Costos por servicio y atención, visitas, otros.
		Consumibles	Impresiones, papelería general, otros.
	Fabricación y Montaje	Mano de obra fabricación	Valor de la subcontratación incluyendo impuestos y pólizas.
		Materiales	Valor de la subcontratación incluyendo impuestos y pólizas.
		Montaje	Incluye transporte a sitio e instalación.
OPEX	Operación	Servicios	Valor de Energía eléctrica consumida, vapor, combustible.
		Materia prima	Valor de la materia prima a convertir.
		Insumos Operación	Valor de los insumos para su operación.
		Mano de obra Operación	Valor mano de obra de operación.
	Mantenimiento	Repuestos	Valor repuestos.
		Insumos mantenimiento	Valor de aceites, grasas, otros.
		Mano de obra mantenimiento	Valor hora técnicos.
		Costos por falla	Valor de no producir hora.
	Disposición final	Valor residual venta	Valor material reciclable, salvamento

Fuente: INNSA

3.4 ANALISIS COSTO CICLO DE VIDA

Para el análisis del costo de ciclo de vida se tomó como referencia la norma ISO 15663, la cual muestra la metodología y su aplicación. Para realizar el reporte LCC, la empresa y la empresa cliente define el objetivo, el criterio de decisión definido es VPN (Valor Presente Neto).

La tasa de descuento, se calcula teniendo en cuenta el uso que se le va a dar, si la intención es calcular si el equipo agrega valor a la empresa; se puede obtener del *coste medio ponderado de capital*. Si se trata de decidir entre alternativas de inversión con el fin maximizar valor en la empresa cliente, es *la tasa de reinversión*. Teniendo en cuenta la estructura de desglose de costos de los equipos estratégicos, definida en 3.3.4, se procede a la captura de datos de los costos principales.

Una vez realizada esta captura de datos, la cual es brindada por la empresa y la empresa cliente, se procede a realizar el modelamiento con el tiempo de vida útil definido para dicho equipo.

Los resultados se presentarán en el documento de reporte de LCC; en el cual se presentará la mejor opción, costo principal de mayor incidencia, planes de acción para su disminución, y posibles nuevos estudios para mejora de prestaciones del equipo ya sean técnicas o de gestión. En el numeral 4.3.1 se detalla el protocolo para el análisis costo del ciclo de vida.

4. PLANTAMIENTO DEL SERVICIO “MANTENIMIENTO E INGENIERIA” BASADO EN GESTION DE ACTIVOS

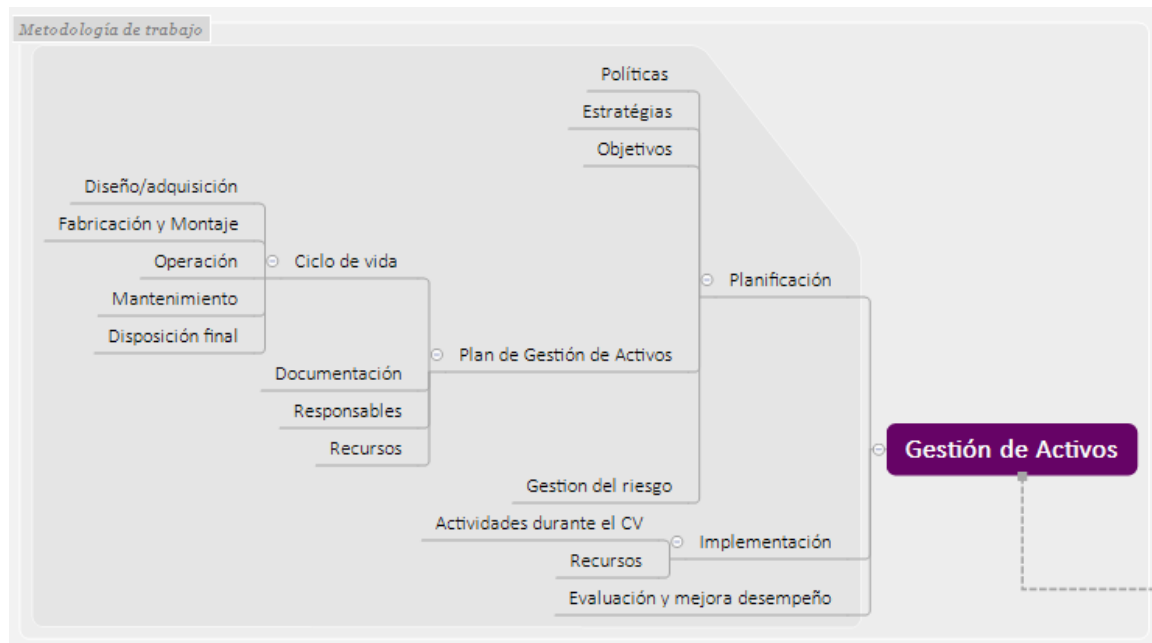
4.1 DEFINICION DEL SERVICIO

El servicio de Mantenimiento e Ingeniería se presenta de manera conceptual en el anexo B. El Servicio Mantenimiento e Ingeniería. En el anexo se puede apreciar que el servicio se divide en tres componentes principales: la metodología de trabajo, los recursos con los cuales cuenta INNSA para el servicio, y los ejes de trabajo o sub-servicios a ofertar.

4.1.1 Metodología de trabajo: Gestión de Activos.

Las actividades a desarrollar durante la prestación del servicio estarán enmarcadas dentro de los conceptos expuestos en secciones anteriores acerca de la Gestión de Activos, y resumidos en la figura 18.

Figura 18. Metodología de trabajo Gestión de Activos

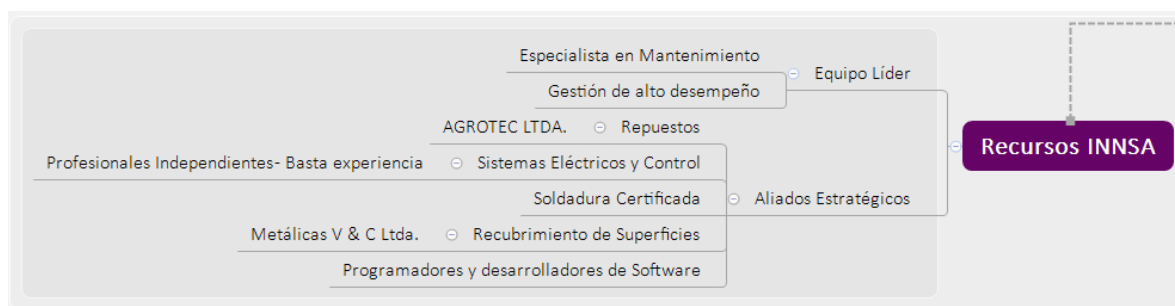


Fuente: Equipo de trabajo INNSA

4.1.2 Recursos INNSA

Para la prestación del servicio, INNSA cuenta con dos tipos de recursos mostrados en la figura 19.

Figura 19. Recursos INNSA



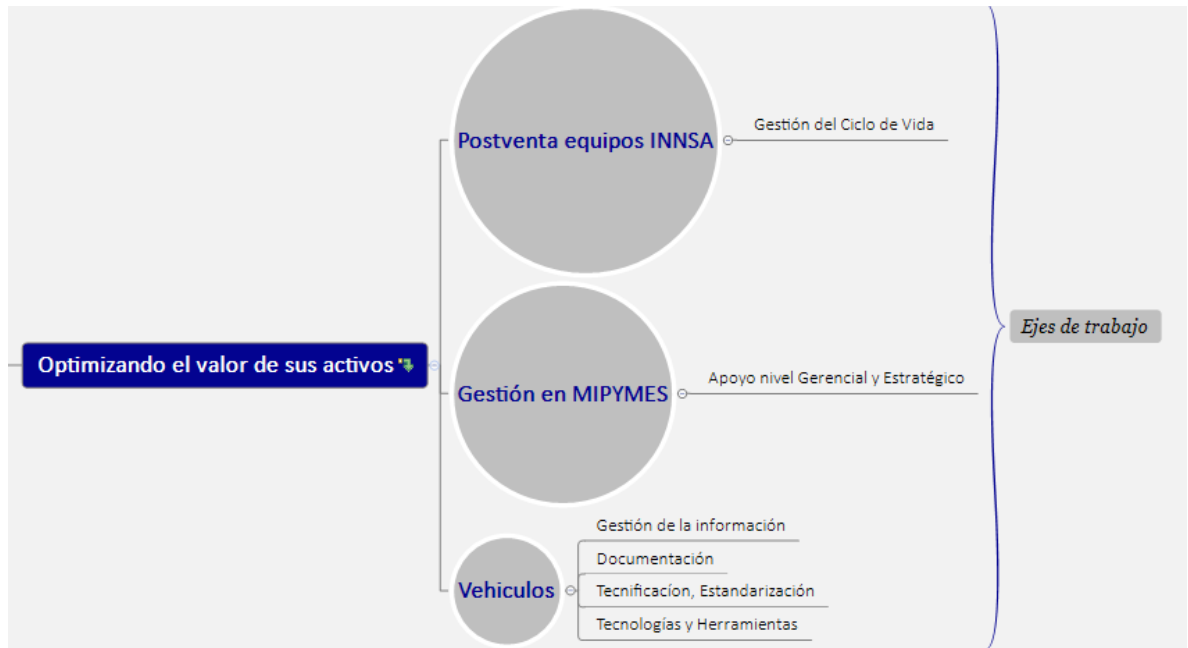
Fuente: Equipo de trabajo INNSA

- Equipo líder: conformado por ingenieros especialistas en mantenimiento e integrantes de otros campos seleccionados por su facilidad para dar respuestas oportunas a las empresas clientes.
- Aliados Estratégicos: entidades y profesionales con facilidades para los proyectos de INNSA en campos como la electricidad, tratamiento a superficies, soldadura, software, entre otros.

4.1.3 Ejes de trabajo

De acuerdo a la metodología y a los recursos expuestos, la empresa decide desarrollar tres ejes de trabajo expuestos en la siguiente figura 20, identificados previamente como mercados con oportunidades de trabajo para el mantenimiento; sobre estos ejes de trabajo, el presente documento contiene el desarrollo de "Postventa equipos INNSA", similares trabajos se adelantan para los otros dos ejes de trabajo, se plantea que a mediano plazo estos ejes de trabajo se encuentren en pleno funcionamiento y totalmente integrados con los demás servicios ofrecidos por la empresa.

Figura 20. Ejes de trabajo



Fuente. Autor. Equipo de trabajo INNSA.

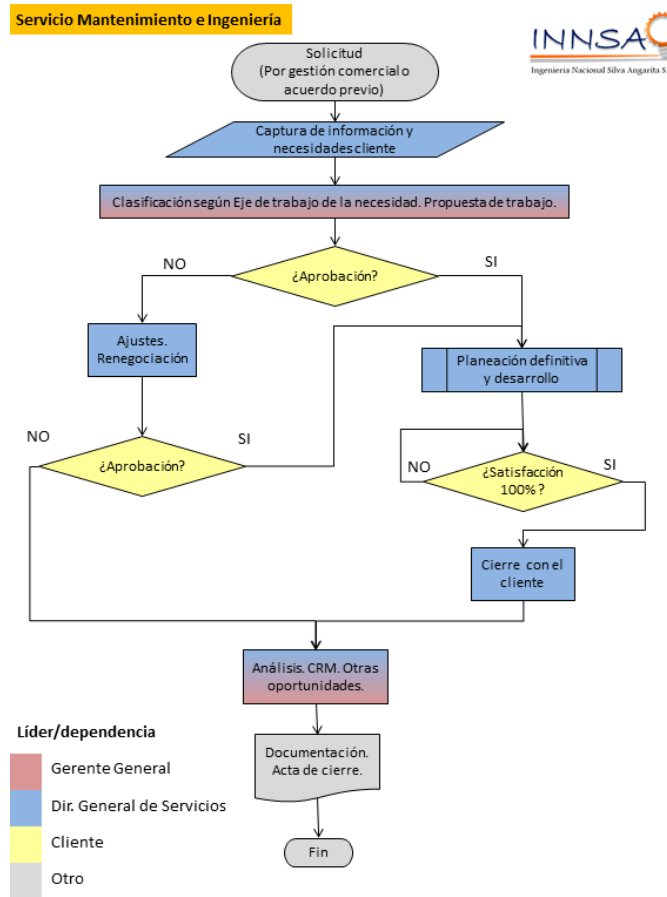
4.1.4 Flujo de proceso de Mantenimiento e Ingeniería.

En la siguiente figura 21 se presenta el flujo de las actividades para el Servicio Mantenimiento e Ingeniería.

Es importante resaltar la tercera actividad del diagrama "*Clasificación según Eje de trabajo de la necesidad. Propuesta de trabajo*", esta actividad incluye la categorización de la necesidad en uno de los posibles Ejes de trabajo, expuestos en el anterior numeral "Definición del servicio".

Según los requerimientos del cliente, se clasifica la necesidad del cliente en unos de los ejes de trabajo, ya sea posventa de equipos INNSA, si la empresa cliente ya ha adquirido algún producto de la empresa. Gestión en Mipymes y Vehículos son nuestros otros ejes de trabajo identificados hasta el momento.

Figura 21. Flujo de proceso SMI



Fuente: Equipo de trabajo INNSA

4.2 ESTRATEGIA DEL SERVICIO

Para incursionar en el mercado en el campo del mantenimiento, INNSA selecciona el eje de trabajo “Postventa equipos INNSA”, relacionado con la gestión del ciclo de vida de las unidades desarrolladas en el Servicio Diseño e Ingeniería, presentado en la figura 22; esto como decisión estratégica de generar soluciones diferenciadoras en el mercado actual. Como se muestra en la imagen, se encuentran tres componentes principales de la propuesta: las etapas del ciclo de vida, la metodología de trabajo, y los factores postventa técnicos y estratégicos a ofertar.

4.2.1 Etapas del ciclo de vida.

Como se muestra en la siguiente figura, este componente define en términos de costos las etapas del ciclo de vida de los equipos y su respectivo actor o fuente de información.

Figura 22. Etapas del ciclo de vida.



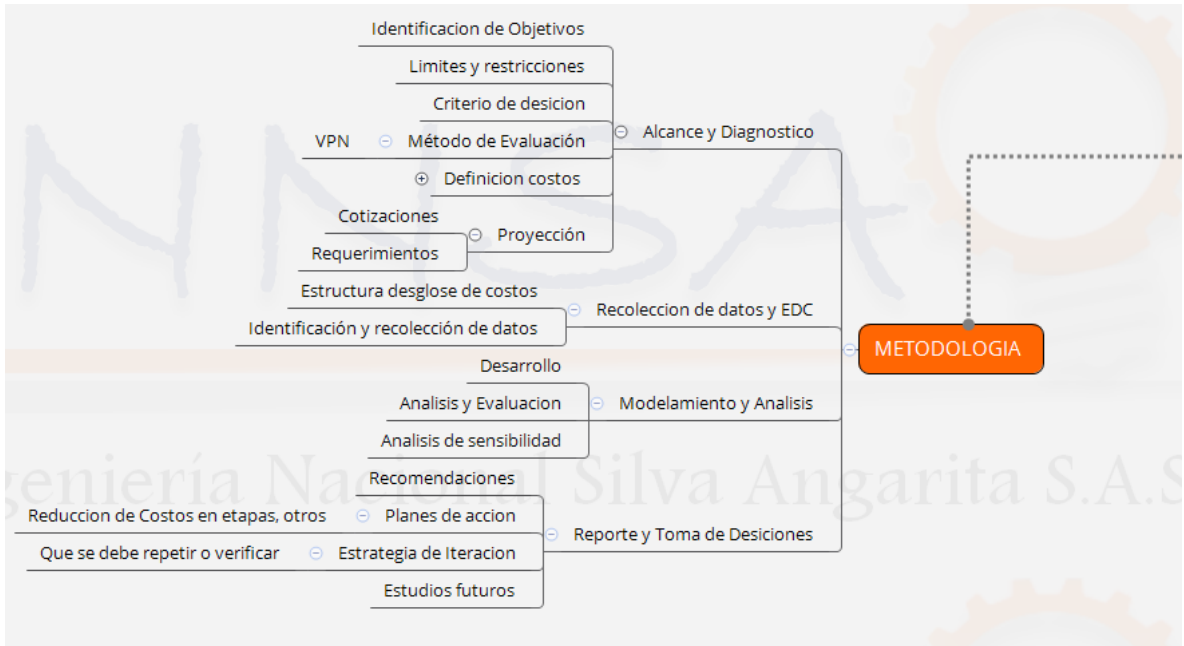
Fuente: Equipos de trabajo INNSA

4.2.2 Metodología

Básicamente la metodología a trabajar contiene los parámetros presentados en el marco teórico del presente documento, tal y como se muestra en la siguiente figura 23.

Esta metodología de trabajo se fundamentó en la ISO 15663, la cuenta con la definición de un alcance y diagnóstico; donde se plantean los objetivos, criterio de decisión, costos. Se sigue con una recolección de datos y la estructura de desglose de costos (EDC). Teniendo la esta estructura EDC, se procede a su análisis y modelamiento. Finalmente, los resultados se recopilan en un reporte, se sugiere las acciones o planes de acción a seguir, para ofrecer información para una mejor toma de decisiones.

Figura 23. Metodología Posventa

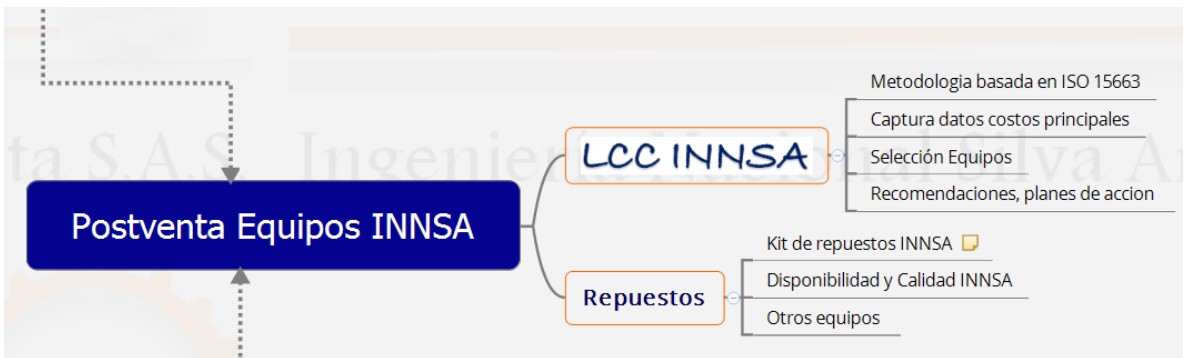


Fuente: Equipo de trabajo INNSA

4.2.3 Factores postventa

En la siguiente figura se presentan los factores postventa técnicos y estratégicos a ofertar como parte del servicio de mantenimiento que complementará la oferta del Servicio Diseño e Ingeniería.

Figura 24. Factores postventa



Fuente: Equipo de trabajo INNSA

- **LCC INNSA:** definido en el numeral (4.3) que trata de la *Gestión del conocimiento*; el manejo interno de información de la empresa, para esto se presenta un protocolo para el análisis del ciclo de vida en anexo D.

El LCC INNSA permite validar la selección de equipos durante la presentación de propuestas de diseño o adquisición de equipos a las empresas clientes.

- **Repuestos:** gracias al conocimiento que INNSA desarrollará de sus equipos estratégicos a través de los análisis contenidos en el presente documento, podrá prever los suministros necesarios para dichos equipos, conformando “Kits de repuestos”. Estos paquetes tendrán el respaldo de calidad producto del análisis de ingeniería que les aplique.

Cuando la empresa cliente adquiere un equipo INNSA, se ofrece el servicio de fabricación de repuestos a otros equipos, esto se realizará a través de la venta consultiva, evaluando los repuestos críticos, costos, disponibilidad que actualmente se manejan y presentando una alternativa en la que INNSA sea el proveedor de estos ofreciendo menores costos y la calidad INNSA en el desarrollo de sus productos.

Las mejoras que se identifiquen mediante el análisis de costos del ciclo de vida, de los equipos tales como las actualizaciones en componentes, repuestos; serán ofrecidos a la empresa cliente en el momento en el que estas soliciten.

Con la estrategia de venta consultiva se presentarán estas actualizaciones y mejoras de los repuestos a la empresa cliente y los beneficios para el funcionamiento de su equipo. Esto genera fidelización de la empresa cliente, ya que se demuestra el interés del fabricante por el mejor funcionamiento de su equipo. Estas actualizaciones o mejoras son desarrolladas gracias a la gestión del costo del ciclo de vida que realiza INNSA de sus equipos estratégicos.

En el anexo C se presenta el diagrama general de postventa INNSA. De esta manera, queda planteada una metodología clara para la recolección de la información que permite preservar e innovar sobre soluciones propias. En

consecuencia, es necesario definir la estrategia de comercialización del servicio postventa que permita hacer del mantenimiento la herramienta que retroalimentará al diseño, para lo cual se presenta la tabla 3 aplicable a clientes finales (empresas que adquieren el diseño para uso propio en sus procesos productivos).

Tabla 3. Estrategia de comercialización Postventa.

ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN “POSTVENTA EQUIPOS INNSA”

CLIENTE FINAL		
ESCENARIO	Costo visible	Sin costo aparente
RETO	¿Qué y cómo se debe ofrecer para que el cliente pague por eso?	¿Cómo se incluirán los costos adicionales de este plus?
ESTRATEGIA	Factores postventa detallados junto a su costo / beneficio según la naturaleza del proyecto. Venta consultiva.	Cálculo previo del costo de los Factores postventa e inclusión de dichos valores en el precio de venta final.
FACTOR	Repuestos: Equipos INNSA Otros Equipos	LCC INNSA Presentación de propuestas Comparación de equipos
OBJETIVO	Presentar al cliente opciones flexibles en cuanto a alcance del servicio postventa y su costo según el escenario; dando prioridad al acceso a la información arrojada en operación y mantenimiento para evaluar la prestación del equipo y sus características objeto de mejoras.	

Fuente: Equipo de trabajo INNSA

4.3 GESTION DEL CONOCIMIENTO

“La gestión de gestión del conocimiento se puede definir como un proceso sistemático de búsqueda, selección, organización y difusión de información, cuyo objetivo es aportar a los profesionales de la compañía los conocimientos necesarios para desarrollar eficazmente su labor”²⁷

Al ser el conocimiento en ingeniería su recurso más valioso, INNSA requiere establecer una metodología para preservar información (Protocolos, captura de datos, otros) y facilitar la comunicación interna y externa.

4.3.1 Protocolo análisis costo ciclo de vida.

Para análisis de costo de ciclo de vida de la empresa tomó como referencia la norma ISO 15663 la cual consta de tres partes

- Parte 1. Metodología
- Parte 2. Guía de aplicación de la metodología y métodos de calculo
- Parte 3. Lineamientos implementación

Teniendo en cuenta esta norma se desarrolló un protocolo para el análisis del costo del ciclo de vida, de los equipos, (ver anexo D) el cual servirá como soporte para los diferentes análisis LCC que se desarrollen en la empresa, quedará como documento para la gestión del conocimiento en la empresa.

4.3.2 Caracterización sistema de información para LCC

Se presenta la caracterización de un sistema de información MIS (management information system) o en sus siglas en español SIG (Sistema información gerencial), el cual proporciona información para la toma de decisiones.

²⁷ BONILLA MURIEL, María Jimena. Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para la universidad industrial de Santander. UIS. 2004.p. 17

En la tabla 4, se presentan los requerimientos de información para nuestro sistema de información.

Tabla 4. Requerimientos SI.

REQUERIMIENTOS DE SISTEMA DE INFORMACIÓN				
NUM	REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN	NOMBRE	PROCESO
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES				
1	Definición datos de entrada	Existencia de una base de datos genérica de costos principales y elementos de costos; el cual permita la edición y la adición de nuevos parámetros según el tipo proyecto	Dir. SMI	LCC
2	Captura datos	Debe presentar un interfaz para la captura de datos, vida útil, costos principales, tasas de descuento. Fijos o variables objetivos, criterio de selección, toma sesiones, planes de acción	Dir. SMI	LCC
3	categorización datos	Debe organizar los datos según las etapas del ciclo de vida definidas	Dir. SMI	LCC
4	Modelado	Realizar los cálculos de flujo de caja y los cálculos VPN, tasa de descuento	Dir. SMI	LCC
5	Análisis datos	Resaltar los costos principales que tengan mayor incidencia en el VPN	Dir. SMI	LCC
6	Análisis de sensibilidad	A los costos de mayor incidencia hacer una análisis de sensibilidad, identificar e que valores se presentan los Max, min VPN	Dir. SMI	LCC
7	Graficas	Presentar graficas de costos principales vs tiempo. Así como graficas de sensibilidad	Dir. SMI	LCC

8	Reporte general. Interno	Presentar un formato de reporte en el cual se ordene de menor a mayor importancia. Contenga el modelado, el análisis VPN, el análisis de sensibilidad. Se presente la estructura del reporte con los datos, graficas, para su posterior complementación	Dir. SMI	LCC
9	Reporte empresa cliente	En el cual solo se presentan los datos que le interesan al cliente, como los costos de operación, mantenimiento, disposición final, su incidencia en el VPN. El único valor relacionado INNSA será el valor de venta del equipo o proyecto. Este ser refleja en su año 0 del LCC	Cliente	
10	Formato de salida reporte	El formato de salida debe ser .doc/.docs.	Dir. SMI	LCC
REQUERIMIENTOS INFORMÁTICOS				
11	Parametrización	El sistema debe ser 100% parametrizable, ningún dato variable debe estar embebido en el código fuente		sistemas
12	Si s tema operativo	Debe ser usado en estaciones Windows y servidor Windows 2008 Server		sistemas
13	Interfaz otros SI	las salidas de datos puedan ser interpretados por otros SI		sistemas
14	Licenciamiento	No licenciamiento anual, sino licencia perpetua sin restricción de usuarios conectados al tiempo. Bajo costo		Sistemas
15	Captura de datos	Permita la captura de tablas de datos, de otros programas en especial, los de contabilidad, costos de mantenimiento		sistemas
16	Actualización y soporte	soporte técnico y actualización		sistemas

Fuente. David Fuentes, Material de clase.

Con esta lista de requerimientos para el SI, se realizó la búsqueda de software disponible en el mercado, en su mayoría se encontraron tablas de Excel, macros

de Excel, con un enfoque hacia los ciclos de vida de las edificaciones. Se identificaron dos softwares, los cuales cumplían con los requisitos.

Uno de ellos es un macros desarrollado por dantes, es una página web mantenida por Chalmers University of Technology la cual brinda herramientas y métodos para analizar la sustentabilidad. Una de estas herramientas es el macro LCC light, el cual se descarga de manera gratuita en el siguiente link.

http://www.dantes.info/Tools&Methods/Software/enviro_soft_SW.html

El software el otro software que se analizo es el desarrollado por ALD Service, el cual brinda una suite de herramientas para confiabilidad, disponibilidad de los activos. D-LCC es su herramienta para el análisis de costo ciclo de vida. En el siguiente link, se puede descargar el programa en modo prueba.

<http://aldservice.com/Download/download-reliability-and-safety-software.html>

En la tabla 5 se muestra la valoración de los requerimientos establecidos para el sistema de información

La valorización se realizar de la siguiente manera.

Tabla 5.Puntuación

Puntuación	
Cumple plenamente	10
Cumple mayoritariamente	8
Cumple parcialmente	5
No se especifica	1

Fuente. David Fuentes. Material clase.

Tabla 6. Valorización ofertas sistema de información

VALORACION DE ALTERNATIVAS						
NUM	REQUERIMIENTO	VALOR	LCC LIGHT	PUNTUACION	D-LCC	PUNTUACION
<i>Requerimientos informáticos</i>						
1	<i>Definición datos de entrada</i>	3	5	15	10	30
2	<i>Captura datos</i>	3	5	15	10	30
3	<i>categorización datos</i>	2	10	20	8	16
4	<i>Modelado</i>	3	8	24	8	24
5	<i>Análisis datos</i>	3	8	24	8	24
6	<i>Análisis de sensibilidad</i>	3	1	3	8	24
7	<i>Graficas</i>	2	10	20	10	20
8	<i>Reporte general. Interno</i>	3	1	3	5	15
9	<i>Reporte empresa cliente</i>	3	1	3	5	15
10	<i>Formato de salida reporte</i>	2	1	2	1	2
<i>Requerimientos informáticos</i>						
11	<i>Parametrización</i>	2	5	10	10	20
12	<i>Sistema operativo</i>	2	10	20	10	20
13	<i>Interfaz otros SI</i>	2	5	10	1	2
14	<i>Licenciamiento</i>	3	10	30	1	3
15	<i>Captura de datos</i>	2	1	2	1	2
16	<i>Actualización y soporte</i>	1	1	1	5	5
	Totales	39		202		252
	PONDERADO			5,2		6,5

Fuente. David Fuente. Material clase.

Como se puede apreciar en la tabla 6. Los programas tienen una ponderación mayor a 5 lo que quiere decir que cumplen parcialmente con los requisitos. Por tal motivo se toma como referencia estos programas, se planteará desarrollar un software propio, que cumplan con los requerimientos planteados (ver tabla 5) ya que ninguno del de los programas valorados anteriormente genera un reporte en formato.doc, o permite la edición o adición de nuevos costos principales.

5. IMPLEMENTACION

5.1 ANEXO DEL SERVICIO AL PORTAFOLIO INNSA

En el anexo E, se presenta la versión actualizada del catálogo de la empresa con el servicio de mantenimiento e Ingeniería.

5.2 APLICACIÓN DE CONCEPTOS DESARROLLADOS

Ejemplo* de aplicación de algunos conceptos del servicio desarrollado en el presente documento.

Nombre del proyecto: Modelamiento, planos y materiales “Puente peatonal”.

Objeto del proyecto: Generar los siguientes entregables:

- Modelamiento 3D sobre cálculos a cargo de la empresa cliente.
- Planos de fabricación.
- Listado de materiales. Distribuciones y plantillas.
- Diseño de secciones faltantes: barandas y pasamanos ← Aplicación de conceptos del POSTVENTA EQUIPOS INNSA.

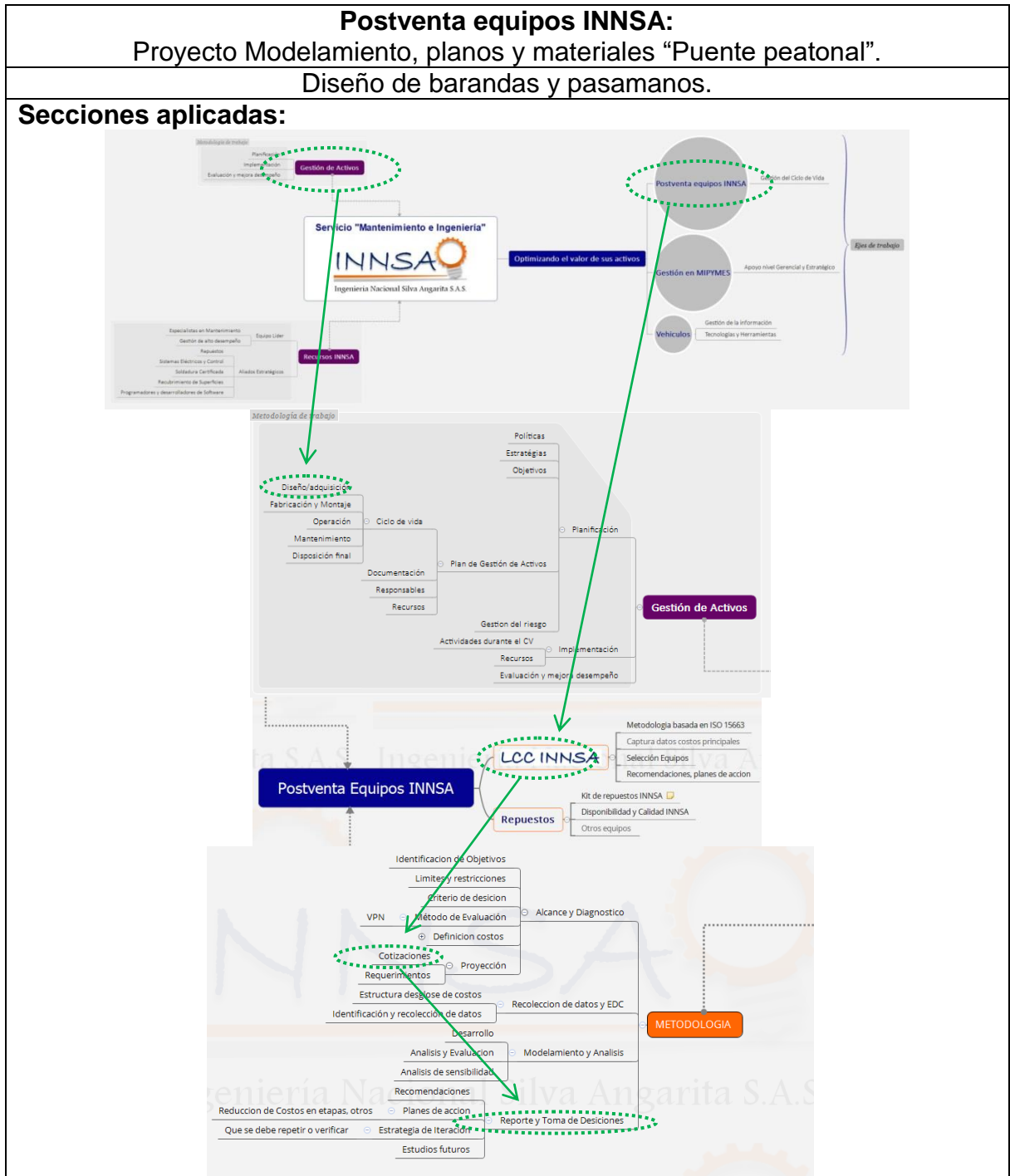
En el cuarto entregable de dicho proyecto se aplican conceptos del nuevo servicio, no es posible el desarrollo del servicio en su totalidad dado que los elementos a diseñar (barandas y pasamanos) no significan una nueva tecnología, es decir que no pasarían el primer filtro de análisis como *equipo estratégico INNSA*.

Justificación del proyecto seleccionado: se elige este proyecto, específicamente el entregable mencionado, para evaluar la flexibilidad del servicio ante la realidad del día a día de la empresa, y su actualidad al momento de desarrollar el presente documento. Se podría seleccionar un equipo de proyectos anteriores para manejar un volumen y calidad de datos de mayores alcances, pero

* La información del proyecto y de la empresa cliente, datos principales y cifras, se modificaron para ser expuestos como ejemplo

esto significaría trabajar sobre supuestos y el principal interés de la empresa es la validación del servicio en el mercado.

Tabla 7. Reporte para el proyecto puente peatonal



Sección aplicada	Definición	Aplicación												
Gestión de activos	Sección 4.1.1 Gestión de activos	<p>Diseñar/Adquirir. Análisis de las configuraciones para los diseños solicitados. Desarrollo: dos opciones de solución.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción 1</th> <th>Opción 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Configuración de parales: sugerida versus idea INNSA</td> </tr> <tr> <td>Trabajo de diseño: 77 horas</td> <td>Trabajo de diseño 50 horas</td> </tr> <tr> <td>Fabricación: Se requiere 35 min/paral</td> <td>Fabricación: Se requiere 25min/paral</td> </tr> <tr> <td>Montaje: Se requiere 40 min/paral</td> <td>Montaje: Se requiere 20 min/paral</td> </tr> </tbody> </table>	Opción 1	Opción 2	Configuración de parales: sugerida versus idea INNSA		Trabajo de diseño: 77 horas	Trabajo de diseño 50 horas	Fabricación: Se requiere 35 min/paral	Fabricación: Se requiere 25min/paral	Montaje: Se requiere 40 min/paral	Montaje: Se requiere 20 min/paral		
Opción 1	Opción 2													
Configuración de parales: sugerida versus idea INNSA														
Trabajo de diseño: 77 horas	Trabajo de diseño 50 horas													
Fabricación: Se requiere 35 min/paral	Fabricación: Se requiere 25min/paral													
Montaje: Se requiere 40 min/paral	Montaje: Se requiere 20 min/paral													
Postventa equipos INNSA	Sección 4.2.2 Metodología	<p>Selección de equipos. Análisis de costos de las alternativas con base en LCC según los datos disponibles al momento de la selección.</p> <p>CAPEX. Diseño a cargo de INNSA. Fabricación y montaje proyectados.</p> <p>En la siguiente tabla se presentan los costos principales, los elementos de estos costos se encuentran en la planilla de recolección de datos. (Ver anexo F)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Opción 1</th> <th>Opción 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diseño: \$1.440.000</td> <td>Diseño: \$975.000</td> </tr> <tr> <td>Fabricación: \$3.078000</td> <td>Fabricación: \$2.242.000</td> </tr> <tr> <td>Materiales: \$23.900.000</td> <td>Materiales: \$17.450.000</td> </tr> <tr> <td>Montaje mano de obra: \$3.588.000</td> <td>Montaje mano de obra: \$1.794.000</td> </tr> <tr> <td>TOTAL: \$32.006.00</td> <td>TOTAL: \$22.4611.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>OPEX. Se resaltan las actividades proyectadas para el mantenimiento según los procedimientos establecidos por entidades competentes. Ejemplo: el Manual de mantenimiento de la Alcaldía Mayor de Bogotá establece pautas para el mantenimiento de la estructura metálica, soportes a piso, y protección contra la corrosión.</p> <p>Fuente: http://www.metrolinea.gov.co/contratos/DescargarArchivo.php?id=84</p>	Opción 1	Opción 2	Diseño: \$1.440.000	Diseño: \$975.000	Fabricación: \$3.078000	Fabricación: \$2.242.000	Materiales: \$23.900.000	Materiales: \$17.450.000	Montaje mano de obra: \$3.588.000	Montaje mano de obra: \$1.794.000	TOTAL: \$32.006.00	TOTAL: \$22.4611.000
Opción 1	Opción 2													
Diseño: \$1.440.000	Diseño: \$975.000													
Fabricación: \$3.078000	Fabricación: \$2.242.000													
Materiales: \$23.900.000	Materiales: \$17.450.000													
Montaje mano de obra: \$3.588.000	Montaje mano de obra: \$1.794.000													
TOTAL: \$32.006.00	TOTAL: \$22.4611.000													
Alcance y diagnóstico		Cotizaciones. Presentación del análisis al cliente con la respectiva solución recomendada.												
Reporte y toma de decisiones		Recomendaciones. Con el desarrollo de este proyecto, INNSA identificó que análisis similares al anterior ejercicio pudieron hacerse para otras secciones del puente, previendo un mejor manejo de recursos para el cliente ante la simplificación de procesos.												

6. CONCLUSIONES

Se realizó la planificación del nuevo servicio “Mantenimiento e Ingeniería,” bajo los conceptos de la Gestión de Activos, este enfocado inicialmente como un componente comercial y de innovación que sirve como soporte para su portafolio de servicios. Para esto desarrollaron las siguientes actividades:

- Se definió el sistema de funcionamiento general de manera conceptual para el servicio de “Mantenimiento e Ingeniería.” (Ver 4.1), en los cuales destaca su metodología, basada en los conceptos gestión de activos (Ver 3), sus recursos y los ejes de trabajo.
- Se seleccionó el eje de Postventa Equipos INNSA definiendo el ciclo de vida de estos (4.2) como una estrategia de mejora de los equipos desarrollados en el servicio “Diseño e Ingeniería” de la empresa.
- Se desarrolló un protocolo para el análisis del costo del ciclo de vida basado en norma ISO 15663 (ver anexo D) el cual surge de la teoría del mantenimiento (gestión de activos) con el cual se pretende mejorar la gestión del conocimiento en lo concerniente a este análisis y su aplicación a los equipos estratégicos desarrollados en el servicio “Diseño e Ingeniería”
- Se caracterizó un sistema de información para el protocolo de análisis de costo del ciclo de vida y su gestión del conocimiento (ver 4.2), en el cual se definieron los requerimientos, junto a una valorización del software presente en el mercado, se optó por desarrollar un software propio que cumpla con los requerimientos de manera específica. Así de esta manera facilitar el procedimiento de adquisición, calculo y reporte que genere dicho análisis.

BIBLIOGRAFIA

- AMAYA QUTIAN, Maira Fernanda. Elaboración de una ruta para la implementación de la norma ISO 5000 de la gestión de activos, en el sector de hidrocarburos de Colombia. Monografía: Especialización en gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2014. P.30-33
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Gestión de Activos. Parte 1: Especificaciones para la gestión optima de activos físicos. PAS 55-1:2008. 1 ed. The Institute of Asset Management, 2008. ISBN: 978-0-9563934-0-1. P.6, 8, 17,18.
- DUARTE Luis Carlos, Trigos Carlos Andrés. Análisis de costo de ciclo de vida del sistema de compresión de gas lift de la superintendencia de operaciones Putumayo. Monografía: Especialización en gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2010. p.17-19.
- FUENTES DIAZ, David. Sistema de Información en mantenimiento. Material Especialización en Gerencia del Mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2015. p.11, 14-15, 16-18.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Asset management – Overview, principles and terminology. ISO 55000:2014. 1 ed. Geneva, Switzerland. 2014. P.2, 4, 5,14.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Petroleum and natural gas industries- Life cycle costing. Part 1- Methodology. ISO 15663-1:2000. 1ed. Geneva, Switzerland. 2000. P.5-22.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Petroleum and natural gas industries- Life cycle costing. Part 2- Guidance on application of methodology and calculation methods. ISO 15663-2:2001. 1ed. Geneva, Switzerland. 2001. P.7-29.