

DISEÑO CONCEPTUAL DE LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DE  
INFORMACIÓN PARA EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS DE  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

ANDREY RODRIGUEZ CAICEDO RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

DISEÑO CONCEPTUAL DE LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DE  
INFORMACIÓN PARA EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS DE  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

ANDREY RODRIGUEZ CAICEDO RODRIGUEZ

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

Director  
ANDRÉS DÍAZ MOLINA  
Ingeniero de Sistemas  
MS. Seguridad de la Información

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA

2017

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	11
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2 JUSTIFICACIÓN .....	15
3 OBJETIVOS .....	16
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4 MANTENIMIENTO .....	17
4.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO .....	18
5 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	22
5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	22
5.1.1 Ventajas del mantenimiento preventivo .....	22
5.1.2 Mantenimiento preventivo por tiempo .....	23
5.1.3 Mantenimiento preventivo por estado .....	23
5.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	23
5.3 CORRECTIVO PLANIFICADO .....	23
5.4 CORRECTIVO NO PLANIFICADO .....	24
5.5 MANTENIMIENTO DE RUTINA.....	24
5.6 MANTENIMIENTO PERIÓDICO O SISTEMÁTICO .....	24
5.7 TEROTECNOLOGÍA.....	25
6 NIVELES DE MANTENIMIENTO .....	26
6.1 NIVEL 1 - INSTRUMENTAL (FUNCIONES Y ACCIONES) .....	26
6.2 NIVEL 2 - OPERACIONAL (ACCIONES MENTALES) .....	27
6.3 NIVEL 3 - TÁCTICO (CONJUNTO DE ACCIONES REALES).....	27

6.4 NIVEL 4 - ESTRATÉGICO (CONJUNTO DE FUNCIONES Y ACCIONES MENTALES) .....	27
7 INFORMÁTICA APLICADA AL MANTENIMIENTO .....	29
7.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS .....	29
8 FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	30
8.1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....	30
8.1.1 Sistema.....	31
8.1.2 Información .....	31
8.1.3 Sistema de información .....	31
8.2 ETAPAS DEL PROCESO DE INFORMACIÓN.....	32
8.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	33
8.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN .....	33
9 DESARROLLO DE SOFTWARE.....	36
9.1 DESARROLLO DE SOFTWARE ORIENTADO A OBJETOS .....	36
9.2 DEFINICIÓN DE REQUISITOS .....	38
9.3 CARACTERÍSTICAS DEL RUP .....	38
10 MODELO DE CASOS DE USO .....	40
10.1 ACTOR .....	41
10.2 CASOS DE USO .....	43
10.3 EXTENSIÓN .....	44
10.4 INCLUSIÓN .....	45
11 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO UML .....	46
12 REQUISITOS PARA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN QUE APOYE EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO .....	47
13 DEFINIR LAS ÁREAS INVOLUCRADAS CON LA EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO .....	48

14	DEFINIR Y CARACTERIZAR LA INFORMACIÓN A SISTEMATIZAR EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	49
15	DISEÑAR DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN POR MEDIO DE DIAGRAMAS DE CASOS DE USO .....	50
15.1	CASO LOGIN .....	50
15.2	CASO ADMINISTRAR.....	51
15.3	CASO ADMINISTRACION DE USUARIOS .....	52
15.4	CASO CONFIGURAR APP .....	53
15.5	CASO PROYECTO.....	54
15.6	CASO CREAR PROYECTO .....	55
15.7	CASO LISTA DE PROYECTOS .....	56
15.8	CASO TAREAS .....	57
15.9	CASO CREAR TAREA .....	58
15.10	CASO LISTA DE TAREAS .....	59
15.11	CASO ADMINISTRAR TAREA .....	60
15.12	CASO SUBTAREAS .....	61
15.13	CASO ASIGNAR RECURSO.....	62
15.14	CASO COMPRAS .....	63
15.15	CASO RECEPCIÓN DE RECURSOS FÍSICOS.....	64
15.16	CASO INFORMES.....	65
15.17	CASO NOTIFICACIONES .....	66
16.	CONCLUSIONES .....	67
	BIBLIOGRAFÍA.....	68

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Actor y caso de uso .....	40
Figura 2. Relación caso de uso vs actores .....	42
Figura 3. Áreas relacionadas en la ejecución de las tareas de mantenimiento subcontratado .....	48
Figura 4. Caso login de usuario .....	50
Figura 5. Caso administrar.....	51
Figura 6. Caso administración de usuarios.....	52
Figura 7. Caso configurar app.....	53
Figura 8. Caso proyecto.....	54
Figura 9. Crear proyecto .....	55
Figura 10. Lista de proyectos.....	56
Figura 11. Caso tareas .....	57
Figura 12. Caso crear tarea .....	58
Figura 13. Caso lista de tarea .....	59
Figura 14. Caso administrar tarea.....	60
Figura 15. Caso subtareas.....	61
Figura 16. Caso asignar recurso.....	62
Figura 17. Caso compras.....	63
Figura 18. Caso recepción de recursos físicos .....	64
Figura 19. Caso informes.....	65
Figura 20. Caso notificaciones.....	66

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO CONCEPTUAL DE LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.<sup>1</sup>

**AUTOR:** ANDREY ANTONIO RODRIGUEZ CAICEDO.<sup>2</sup>

**PALABRAS CLAVES:** MANTENIMIENTO, SISTEMAS DE INFORMACION, INGENIERIA DE SOFTWARE, ARQUITECTURA DE SOFTWARE, CASOS DE USO, OUTSOURCING.

**DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:** En los últimos años la industria se ha caracterizado por tercerizar gran cantidad de servicios necesarios para su operación, uno de los más destacados es la ejecución del mantenimientos. Esta estrategia se justifica al poder enfocar todos sus esfuerzos en las tareas propias de sus modelos de negocios. Dentro del marco competitivo de las empresas prestadoras de servicios se hace necesaria la existencia de una excelente comunicación entre el contratante y el contratado, ya que es de vital importancia para el contratante hacer seguimiento y garantizar el cumplimiento de la programación y compromisos acordados. En la actualidad es común observar al contratante y el contratado entablar el intercambio de información por medio de un representante por parte del contratado y un interventor por parte de contratante, dicho intercambio de información es desarrollado mediante el diligenciamiento de informes físicos posteriormente digitalizados y enviados vía email. Este medio de comunicación es de suma importancia para las compañías en todas sus áreas, sin embargo, en situaciones como el seguimiento a servicios de mantenimiento en muchas ocasiones puede ser poco eficiente ya que es necesario el diligenciamiento de informes en sitio por parte del personal técnico, posteriormente una validación y formalización de un informe por parte de el ingeniero representante de la empresa prestadora de servicio, para concluir con actualización del avance de la tarea al contratante vía email. Esta práctica se convierte en una problemática valorando el tiempo necesario de inversión para la generación de un informe de avance de los servicios de mantenimiento, incrementando y haciendo más tediosa la problemática, siendo conscientes de la posibilidad de la existencia de un sinnúmero de servicios contratados con diferentes proveedores.

Esta problemática radica en la necesidad de una herramienta informática que permita administrar procesos de mantenimiento proporcionando del seguimiento en tiempo real y de manera remota, en esta monografía de aporta a la arquitectura de software casos de uso definidos partiendo de la experiencia en el rol de ingeniero de mantenimiento.

---

<sup>1</sup> Monografía.

<sup>2</sup> Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Andrés Díaz Molina, MSc. en Seguridad de la Información.

## SUMMARY

**TITLE:** CONCEPTUAL DESIGN OF THE ARCHITECTURE OF AN INFORMATION SYSTEM FOR INDUSTRIAL MAINTENANCE SERVICES PROVIDERS.<sup>3</sup>

**AUTHOR:** ANDREY ANTONIO RODRIGUEZ CAICEDO.<sup>4</sup>

**KEYWORDS:** MAINTENANCE, INFORMATION SYSTEMS, SOFTWARE ENGINEERING, SOFTWARE ARCHITECTURE, CASES OF USE, OUTSOURCING.

**DESCRIPTION OR CONTENTS:** In recent years the industry has been characterized by outsourcing a large amount of services necessary for its operation, one of the most outstanding is the execution of maintenance. This strategy is justified by being able to focus all your efforts on the tasks of your business models. Within the competitive framework of service providers, there is a need for excellent communication between the contractor and the contractor, as it is of vital importance for the contractor to follow up and ensure compliance with the schedule and agreed commitments. At present it is common to observe the contractor and the contractor to initiate the exchange of information through a representative on the part of the contractor and an intervenor on the part of the contractor, this exchange of information is developed by means of the fulfillment of physical reports later digitized and sent via e-mail. This means of communication is of the utmost importance for companies in all their areas, however, in situations such as monitoring maintenance services in many cases may be inefficient as it is necessary to fill in reports on site by technical staff , Later a validation and formalization of a report by the engineer representative of the company providing service, to conclude with update of the progress of the task to the contractor via email. This practice becomes a problematic valuing the necessary time of investment for the generation of a progress report of the maintenance services, increasing and making the problem more tedious, being aware of the possibility of the existence of a number of services contracted with Different suppliers.

This problem lies in the need for a computer tool that allows to manage maintenance processes by providing real-time and remote monitoring. In this monograph, the software architecture provides defined use cases based on experience in the role of engineer of maintenance.

---

<sup>3</sup> Monograph.

<sup>4</sup> Faculty of Engineering Physics and Mechanics. Mechanical Engineering School. Specialization in Maintenance Management. Director: Andrés Díaz Medina, MSc. in Information Security.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industria se ha caracterizado por la satisfacción de necesidades a través de la metodología Outsourcing, la cual abre el mercado a las empresas prestadoras de servicios industriales y de mantenimiento. Esto ocurre en paralelo con la evolución tecnológica la cual ha dispuesto elementos diferenciadores e innovadores por medio de los cuales se adicionan ventajas y valores agregados en el marco competitivo de dichas empresas prestadoras de servicios industriales y de mantenimiento. Dentro del marco competitivo de las empresas bajo el método Outsourcing se hace necesaria la existencia de una excelente comunicación entre el contratante y el contratado, ya que es de vital importancia para el contratante hacer seguimiento y garantizar el cumplimiento de la programación de tareas industriales y de mantenimiento acordadas.

En la actualidad las empresas que contratan prestaciones de servicio de mantenimiento entablan comunicación con el contratista por medio de un representante de parte del contratante y el contratado, esta comunicación se hace mediante de correos electrónicos y vía telefónica. La comunicación nace en la programación de las tareas a ejecutar por parte del contratante, el contratado asignara a sus técnicos dichas tareas y esperara un informe escrito para posteriormente digitalizarlo y ser enviado vía email al cliente. Este proceso hace de la comunicación ineficiente teniendo en cuenta la existencia de actividades críticas para la compañía contratante que amerita el informe de avances y novedades en tiempo real, de manera remota y generalmente con soportes audiovisuales.

Estas dificultades dan la oportunidad de incluir las nuevas tecnologías y en este caso se aporta parte de la arquitectura de un sistema de información desde la perspectiva de las necesidades de los administradores de mantenimiento en el cual se permita definir las tareas de mantenimiento programadas habilitando

permisos para los contratistas de complementar los procedimientos e informar los avances en los mismos de manera remota y en tiempo real adjuntando soportes audiovisuales de la tarea. La arquitectura propuesta se plasma por medio de la metodología de diagramas casos de uso.

## 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años la industria se ha caracterizado por la satisfacción de necesidades a través de la metodología Outsourcing, la cual abre el mercado a las empresas prestadoras de servicios industriales y de mantenimiento, lo cual ocurre en paralelo con la evolución tecnológica la cual ha dispuesto elementos diferenciadores de innovación por medio de los cuales se adicionan ventajas y valores agregados en el marco competitivo de dichas empresas prestadoras de servicios industriales y de mantenimiento.

Dentro del marco competitivo de las empresas bajo el método Outsourcing se hace necesaria la existencia de una excelente comunicación entre el contratante y el contratado, ya que es de vital importancia para el contratante hacer seguimiento y garantizar el cumplimiento de la programación de tareas industriales y de mantenimiento. En la actualidad es común observar al contratante y el contratado entablar el intercambio de información por medio de un representante por parte del contratado y un interventor por parte de contratante, dicho intercambio de información es desarrollado mediante el diligenciamiento de informes físicos posteriormente digitalizados y enviados vía email.

Este medio de comunicación es de suma importancia para las compañías en todas sus áreas, sin embargo, en situaciones como el seguimiento a la ejecución de las obras de mantenimiento ejecutadas por medio de Outsourcing, puede ser ineficiente ya que es necesario el diligenciamiento de informes por parte del personal técnico, posteriormente una validación y formalización de un informe por parte de el ingeniero representante de la empresa prestadora de servicio, para concluir la actualización del avance de obra al contratante. Esta práctica se convierte en una problemática valorando el tiempo necesario de inversión para la generación de un informe de seguimiento a la ejecución de la obra, incrementando y haciendo más tediosa la problemática, siendo conscientes de la posibilidad de la existencia de un sinnúmero de tareas de mantenimiento solucionadas por

Outsourcing. Para iniciar la solución a este problema se propone el diseño conceptual de la arquitectura de un sistema de información para empresas prestadoras de servicios de mantenimiento industrial, que permita la transmisión de información entre dos o más empresas en tiempo real, dando la posibilidad al contratante de administrar los avances de obras desde una interface amigable y remota.

## 2 JUSTIFICACIÓN

La necesidad de la industria de hacer seguimiento a las múltiples tareas de mantenimiento para garantizar su cumplimiento en los tiempos programados y así no afectar la productividad de las empresas, hace necesario la implementación de un sistema de información cuya habilidad sea la transmisión de información desde el sitio de trabajo por parte de los técnicos al ingeniero encargado de la ejecución de la tarea de mantenimiento y este posteriormente, valide y autorice la remisión de información al interventor de la obra por parte de la empresa contratante. El objetivo del sistema de información a diseñar es que los involucrados en la remisión de información de la ejecución del mantenimiento únicamente necesiten de acceso a internet y un dispositivo móvil para el tratamiento de información. Estas características ofrecerá ventajas como eliminar la necesidad de software especializado como Excel o Word para la organización de información, adicionalmente, que el tratamiento de información sea de manera remota y lograr minimizar el tiempo de tratamiento de información. De esta manera las empresas prestadoras de servicios de mantenimiento podrán mantener informados a sus clientes de los avances de una manera fácil, rápida y amigable adicionando valor agregado a las compañías que implementen el sistema de información planteado.

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseño conceptual arquitectónico de un sistema de información para empresas prestadoras de servicios de mantenimiento industrial.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los requisitos que deben tener un sistema de información.
- Definir las áreas involucradas con la ejecución de las tareas de mantenimiento en la empresa prestadora de servicios de mantenimiento.
- Definir y caracterizar la información a sistematizar en el sistema de información.
- Diseñar de la arquitectura del sistema de información por medio de diagramas de usos de casos.

## 4 MANTENIMIENTO<sup>5</sup>

El mantenimiento es el sustantivo correspondiente al verbo mantener, la función concreta de mantenimiento es sostener la funcionalidad y el cuerpo de un objeto o aparato productivo para que pueda cumplir su función de producir bienes o servicios. La terminación o degeneración de la propiedad de un elemento para realizar su función, se define como falla, esto incluye:

1. Falla completa, al perder disponibilidad y funcionalidad.
2. Falla parcial, sin generar la pérdida total de disponibilidad.
3. Falla que se encuentra durante la realización de reparaciones, mantenimientos planeados, inspecciones o pruebas, que implique la realización de otra reparación.
4. Fallas en aparatos de seguridad o elementos de control y monitoreo.
5. La degradación paulatina de la funcionalidad del elemento después de cierto límite establecido como referencia con antelación al hecho.

No se estiman como fallas: la realización de tareas planeadas de mantenimiento.

Las empresas generadoras de bienes y/o servicios que utilizan instalaciones, edificios, máquinas, equipos, herramientas, utensilios, dispositivos, etc., para lograr su objetivo social y empresarial, necesitan que estos activos se mantengan en un buen estado de funcionamiento, de confiabilidad, de mantenibilidad y de disponibilidad, acorde a sus necesidades, por lo cual las organizaciones empresariales deben procurar que la vida útil de sus equipos sea la máxima

---

<sup>5</sup> RODRÍGUEZ, Antonio. Cálculo de los índices CMD en los vehículos tipo tolva del área de material remolcado de la empresa FENOCO S.A. Trabajo de grado de Ingeniero Mecánico. Santa Marta: Universidad de Pamplona. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Departamento de Ingeniería Mecánica. 2012. 130 p.

posible al mínimo costo. Las empresas no pueden adquirir permanentemente equipos nuevos para desarrollar su función, debido a los altos costos que requiere, por lo tanto es fundamental conservar en un buen estado de funcionalidad su parque industrial.

En la actualidad ciencias como la metalurgia, la nanotecnología, la electrónica, la cibernética, la automatización y las micromáquinas que se desarrollan a grandes velocidades y en general el mundo actual tiene unos ritmos de crecimiento exponenciales, lo que obliga a los mantenedores de estos tiempos a manejar un espectro amplio y profundo de conocimiento para logra mantener la funcionalidad confiable de los mecanismos y máquinas de producción.

El papel de mantenimiento es el de incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos. Sus funciones van más allá de las reparaciones; su valor se aprecia en la medida en que éstas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos.

Las generaciones citadas en la Tabla 1, trajeron consigo diferentes tipos de mantenimiento que se implementaron con el fin de conseguir los objetivos que cada uno se propone y alcanzar las expectativas que para la época y el proceso industrial se esperaban.

#### **4.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO<sup>6</sup>**

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La

---

<sup>6</sup> TPM ON LINE. Historia y evolución del mantenimiento. [En línea]. [Consultado el: 20 de enero de 2017]. Disponible en: [http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpm\\_process/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpm_process/maintenanceinhistorySpanish.htm)

mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "*Mantenimiento de Ruptura o Reactivo*".

La historia del mantenimiento como parte estructural de las empresas, data desde la aparición de las máquinas para la producción de bienes y servicios, pudiéndose considerar como una combinación de acciones llevadas a cabo para sustituir, reparar, mantener o modificar los componentes de una instalación para que continúe operando con la disponibilidad establecida durante un periodo de tiempo

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo. Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa ya que muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Al pasar del tiempo las necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "*Mantenimiento Productivo*" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta, fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez

de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar. TPM es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo, primero en Japón y luego de vuelta a América (donde el concepto fue inicialmente concebido, según algunos historiadores). Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.

Esta era una filosofía completamente nueva con un planteamiento diferente y que se mantendrá constantemente al día por su propia esencia. Implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos y se le denominó TPM.

TPM son las siglas en inglés de *"Mantenimiento Productivo Total"*, también se puede considerar como *"Mantenimiento de Participación Total"* o *"Mantenimiento Total de la Productividad"*.

El propósito es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial. Toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta gran responsabilidad. La "Implementación de TPM" es un objetivo que todos comparten. Mediante este esfuerzo, todos se hacen responsables de la conservación del equipo, el cual se vuelve más productivo, seguro y fácil de operar, aún su aspecto es mucho mejor.

La participación de gente que no está familiarizada con el equipo enriquece los resultados pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes vivimos con el equipo todos los días.

La historia del mantenimiento se basa en la evolución de cinco generaciones (ver Tabla 1); cuyas limitantes se identifican primordialmente en la época y las diferentes necesidades, en el nivel de industrialización y en los conocimientos.

## 5 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los principales tipos de mantenimiento que han sido la base principal para el continuo estudio de desarrollo de la gestión de mantenimiento son los siguientes:

### 5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO<sup>7</sup>

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc .

#### 5.1.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

1. Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
2. Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas
3. Mayor duración, de los equipos e instalaciones

---

<sup>7</sup> SOLOMANTENIMIENTO. Mantenimiento Preventivo. [En línea]. [Consultado el: 20 de febrero de 2017]. Disponible en: [http://www.solomantenimiento.com/m\\_preventivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm)

**5.1.2 Mantenimiento Preventivo por Tiempo.** Servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina), definidos en unidades calendario (día, semana) o en unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos etc.

**5.1.3 Mantenimiento Preventivo por Estado.** Este mantenimiento se ejecuta en función de la condición, en la cual se encuentre el equipo que términos de operación, se enfoca principalmente en las reparaciones de defectos, predictivo, reformas o revisiones generales etc.).

## **5.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO<sup>8</sup>**

Este mantenimiento se ejecuta principalmente en equipos que presentan fallas, ya que el fin de este, es desarrollar las correcciones y reparaciones de la misma. Este mantenimiento los podemos agrupar de la siguiente manera:

### **5.3 CORRECTIVO PLANIFICADO**

Es aquel que se ejecuta sabiendo lo que se va a realizar a futuro, de modo que cuando se pare el equipo para realizar la reparación, se disponga del personal, repuestos, herramientas y todo lo necesario para efectuar el mantenimiento sin ningún percance que retrase la operación.

---

<sup>8</sup> SOLOMANTENIMIENTO. Mantenimiento Correctivo. [En línea]. [Consultado el: 20 de febrero de 2017]. Disponible en: [http://www.solomantenimiento.com/m\\_correctivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_correctivo.htm)

#### **5.4 CORRECTIVO NO PLANIFICADO**

El mantenimiento correctivo no planificado es también llamado, mantenimiento de emergencia, es aquel que se realiza por un daño imprevisto el cual diligencia su reparación inmediata o, por condiciones requeridas bases legales, problemas de seguridad, contaminación etc.

#### **5.5 MANTENIMIENTO DE RUTINA**

Es una actividad que se desarrolla con alta frecuencia, pero se realiza en corto tiempo, esto con el fin de ver el desempeño del equipo y sus componentes. Este mantenimiento, normalmente se efectúa con los sentidos humanos, y de la misma manera no se indisponen el funcionamiento del equipo. Este mantenimiento está adjuntado con el mantenimiento preventivo por tiempo.

4. Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo

5. Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades

6. Menor costo de las reparaciones

#### **5.6 MANTENIMIENTO PERIÓDICO O SISTEMÁTICO**

Se desarrolla cuando se determina parar el servicio de un equipo tras un periodo de funcionamiento, con el objetivo de efectuar mediciones, cambio de piezas y demás ajustes necesarios. Este mantenimiento, está bajo un plan de desarrollos o una debida programación, basándose con la experiencia operativa.

## 5.7 TEROTECNOLOGÍA

El planteamiento general de la terotecnología (palabra proveniente de las raíces griegas: *thero*: cuidado; *techno*: técnica y *logos*: tratado) también conocido como mantenimiento integral logístico, se resume en el cuidado integral de la tecnología y su propósito es plantear las bases y reglas para la creación de un modelo de la gestión y operación de mantenimiento orientada por la técnica y la logística integral de los equipos.

La Terotecnología se apoya en varias ciencias y en diversas áreas del conocimiento como: la logística, la administración, las finanzas, las necesidades, los deseos y los requerimientos del usuario, la ingeniería, las características del diseño, los costos de fabricación y sostenimiento de equipos, los ciclos de vida de los equipos y de la tecnología, la construcción, etc.; en especial utiliza la logística, la ingeniería de fábricas y la gestión de tecnología

La Terotecnología está relacionada con la especificación y el diseño para la confiabilidad y mantenibilidad de equipos, maquinaria, edificios y estructuras; se asocia también: a la puesta en marcha de máquinas, al mantenimiento, a las modificaciones, a las reformas, a las ampliaciones y al reemplazo de los equipos; así como a la retroalimentación de información sobre el diseño, desempeño y costos de maquinaria.

## **6 NIVELES DE MANTENIMIENTO<sup>9</sup>**

El mantenimiento contemporáneo tiene que cumplir tantos requisitos como condiciones se establezcan dentro de la compañía, es por esta razón que ha multiplicado su importancia. Los actuales requerimientos de calidad, tienen en cuenta las condiciones actuales de las grandes industrias y todo su desarrollo tecnológico; desde este punto de vista, el mantenimiento tiene la función de velar por mantener costos competitivos; elevar la calidad; alcanzar altos índices de disponibilidad; proteger el medio ambiente; predecir intervenciones y trabajar en la mejora del equipamiento. Bajo esta premisa se plantean cuatro niveles o categorías al jerarquizar las diferentes temáticas que maneja el mantenimiento.

### **6.1 NIVEL 1 - INSTRUMENTAL (FUNCIONES Y ACCIONES)**

El nivel instrumental abarca todos los elementos reales requeridos, para que exista mantenimiento en las empresas, procura el manejo sistémico de toda la información construida, solicitada en un sistema de mantenimiento en lo referente a las relaciones entre Personas, Recursos Productivos y Máquinas; pertenecen a este grupo todos los registros, documentos, historia, información, codificación, entre otros; en general todo lo que identifica a los equipos, la administración de la información y su tratamiento estadístico; la estructura organizacional de los tres elementos descritos de un sistema de mantenimiento. Clasifican también en este nivel instrumentos más avanzados como las 5S, el mejoramiento continuo, etc., también se encuentran aquí herramientas avanzadas específicas y de orden técnico, como análisis de fallas, manejos de inventarios, pronósticos, etc.

El nivel instrumental comprende todos los elementos necesarios para que exista un sistema de gestión y operación de mantenimiento, incluye: la información, las

---

<sup>9</sup> MORA, Luis. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: COLDI Limitada, 2009. 340 p.

máquinas, las herramientas, los repuestos, los utensilios, las materias primas e insumos propios de mantenimiento, las técnicas, los registros históricos de fallas y reparaciones, las inversiones, los inventarios, las refacciones, las modificaciones, los trabajadores, las personas, el entrenamiento y la capacitación de los funcionarios, entre otros.

## **6.2 NIVEL 2 - OPERACIONAL (ACCIONES MENTALES)**

El nivel operacional comprende todas las posibles acciones a realizar en el mantenimiento de equipos por parte del oferente, a partir de las necesidades y deseos de los demandantes. Acciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas.

## **6.3 NIVEL 3 - TÁCTICO (CONJUNTO DE ACCIONES REALES)**

El nivel táctico contempla el conjunto de acciones de mantenimiento que se aplican a un caso específico (un equipo o conjunto de ellos), es el grupo de tareas de mantenimiento que realizan con el objetivo de alcanzar un fin; al seguir las normas y reglas para ello establecido. Aparecen en este nivel el *TPM*, *RCM*, *TPM & RCM* combinadas, *PMO*, reactiva, proactiva, clase mundial, *RCM Scorecard*, entre otros.

## **6.4 NIVEL 4 - ESTRATÉGICO (CONJUNTO DE FUNCIONES Y ACCIONES MENTALES)**

El campo estratégico está compuesto por las metodologías que se desarrollan con el fin de evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas; esto implica el establecimiento de índices, rendimientos e indicadores que permitan medir el caso particular con otros de diferentes industrias locales, nacionales o

internacionales. Es la guía que permite alcanzar el estado de éxito propuesto y deseado. Se alcanza mediante el *LCC*, el *CMD*, los costos, la Terotecnología, etc.

## 7 INFORMÁTICA APLICADA AL MANTENIMIENTO<sup>10</sup>

Si bien no es un requisito indispensable para lograr una buena gestión, su implementación la facilita y simplifica en grado tal que se considera muy recomendable estudiar la incorporación al Área de Mantenimiento de un sistema asistido por computadora.

### 7.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Para su adopción, sus características básicas tienen que ser las siguientes:

- Facilitarla actualización periódica y sencilla de sus datos e informaciones
- Estar operando tantas horas diarias cómo funciona la planta industrial
- Preverse la integración con otros sistemas informáticos que operen en otros departamentos de la empresa
- Disponer de una estructura modular y flexible para facilitar su implementación y responden a las necesidades particulares de cada empresa.

Básicamente, un sistema informatizado de Administración y Control de Mantenimiento tiene que disponer de los siguientes módulos:

- Parque de equipos: Incluye sus datos técnicos e historial
- Asistencia en las tareas a realizar: Los principales ítemes a considerar son órdenes de trabajo, su cumplimiento, pedido de repuestos y responsables.

---

<sup>10</sup> PRANDO, Raúl. Manual de gestión de mantenimiento a la medida. Ciudad de Guatemala: Piedrasanta Editorial, 1996. 104 p. ISBN: 84-8377399-6.

## **8 FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN<sup>11</sup>**

### **8.1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

El entorno comercial en que se desenvuelven hoy en día las empresas es cada vez más agresivo, el mercado requiere respuestas más rápidas ante los impredecibles cambios que se presentan, creando una competencia más dura y global. La rapidez con que evolucionan estos cambios hace que se requiera una cantidad mayor de conocimiento de sus factores, acelerando la capacidad de respuesta de las empresas.

Por lo anterior, se hace necesario contar con sistemas que permitan el manejo de la información de manera ágil y rápida. Los niveles directivos de las empresas deben buscar la mejor estructura organizativa que les permita lograr competitividad y alcanzar los objetivos planteados. Para ello, las empresas deben implementar sistemas de información que les proporcionen un manejo más eficaz de la información, con el objetivo de disponer de la información adecuada para actuar y tomar decisiones.

Para dar una definición de lo que es un sistema de información, se necesita primero entender la definición de los términos que lo conforman: sistema e información.

---

<sup>11</sup> RODRÍGUEZ, Antonio. Cálculo de los índices CMD en los vehículos tipo tolva del área de material remolcado de la empresa FENOCO S.A. Trabajo de grado de Ingeniero Mecánico. Santa Marta: Universidad de Pamplona. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Departamento de Ingeniería Mecánica. 2012. 130 p.

**8.1.1 Sistema.** El diccionario de la Real Academia Española define sistema como un “conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a un determinado objetivo” (RAE, 2001). Al estar conformado por componentes, se hace necesaria la conformación de límites o fronteras que señalen la diferencia con el ambiente. Cuando se produce algún intercambio con el ambiente, se habla de que el sistema es abierto, éstos intercambios, suelen conocerse como entradas y salidas del sistema. Por otro lado, cuando no existe intercambio con el ambiente se habla de un sistema cerrado.

**8.1.2 Información.** La información es un conjunto de datos procesados de tal manera que presenten un resultado significativo al receptor. Dicho de otra forma los datos son la materia prima de la información. Pero éstos sólo son útiles cuando se ubican bajo un contexto, de lo contrario no son más que una serie de números o caracteres que no son de mayor utilidad. El colocar estos datos en el contexto correspondiente es lo que se conoce como procesamiento de datos.

**8.1.3 Sistema de información.** Según G. Davis (1974, p.5)<sup>1</sup> se entiende por Sistema de Información SI un conjunto integrado hombre/máquina que provee información para el apoyo de funciones de operación, gerencia y toma de decisiones en una organización.

Todos estos sistemas se encargan de recolectar, procesar, almacenar y distribuir información para apoyar esta toma de decisiones, pero además también se pueden utilizar para labores de control y coordinación. Es interesante notar que un sistema de información puede carecer de un computador, pero en la actualidad esta dualidad hombre/máquina ha creado una sinergia importante que permiten unos altos beneficios a las organizaciones, al integrar la capacidad de tomar decisiones del ser humano, con la rapidez y precisión de procesar datos de un computador.

## 8.2 ETAPAS DEL PROCESO DE INFORMACIÓN

Ya sea que se emplee o no un computador, los sistemas de información tienen tres etapas bien definidas:

- Introducción de datos al sistema.
- Procesamiento de datos.
- Obtención de información.

El primer paso consiste en la captura o recolección de datos, ya sea desde el interior de la organización o desde el exterior de la misma, para esto se requiere de un dispositivo de entrada.

El segundo paso es el procesamiento de datos; gracias a la introducción de la computadora a los sistemas de información éste procesamiento se puede hacer de una manera más rápida y con mayor precisión. Para llevar a cabo la labor de procesamiento hace falta traducir o transformar esos datos de carácter humano en un lenguaje que puedan entender las computadoras, actividad que llevan acabo los software.

El último paso en esta cadena es la salida de la información es la distribución de la información procesada, hacia las actividades o personas que la interpretaran, para su posterior utilización.

En este procesamiento de la información existen también, gracias a las computadoras, unos pasos intermedios, como el almacenamiento de la información para su posterior utilización y la retroalimentación para corregir la etapa de entrada. En la figura 1 se puede observar las etapas del procesamiento de la información.

### **8.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN**

En un sistema de información se pueden identificar dos grandes componentes, el componente físico y el componente funcional. El componente físico hace referencia a las entidades que forman el sistema de información, mientras que el componente funcional hace referencia a las entidades en torno a la función básica del sistema.

El componente físico está conformado por cuatro subsistemas como se puede observar en la figura 2; el subsistema computador, integrado por el equipo de computación y los programas de apoyo; el subsistema de personal, integrado por los usuarios, administradores y personal de soporte del sistema; el subsistema programado, conformado por las rutinas de operación del sistema escritas en manuales, instrucciones, formularios, etc.; por último el subsistema de datos, conformado por los elementos para almacenar los datos, llámese archivo físico o una base de datos electrónica.

El componente funcional, hace referencia a las funciones básicas de un sistema. Estas se pueden dividir en tres: la función de procesamiento de transacciones, cuya función es capturar, clasificar, ordenar, calcular y resumir los datos de las transacciones de la organización. La función de administración de datos, que es la encargada de facilitar el almacenamiento, acceso y transformación de los datos en información. Y la función del procesamiento de la información que es la encargada de producir y distribuir la información requerida por los usuarios.

### **8.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Una organización cuenta con varios tipos de sistemas de información. Dependiendo del rol que este juegue en la organización, contará con una serie de cualidades especiales para lograr satisfacer las necesidades de información de la organización. La mayoría de estos sistemas están interrelacionados, aunque no precisamente integrados.

De manera global pueden diferenciarse dos funciones básicas para los sistemas: los sistemas para soporte de las actividades operativas que se encargan de la gestión empresarial y los sistemas para soporte a las decisiones y control de gestión.

También se pueden clasificar los sistemas de información según las funciones que vaya a desempeñar en la organización así:

- Sistema de procesamiento de transacciones (**TPS**).- Este tipo de SI se encarga de gestionar la información referente a las operaciones de rutina diarias como ventas, nómina, pagos y por el estilo.
- Sistemas de Información para la Gestión (**MIS**).- Estos SI se encargan de proporcionar a los directivos la información de manera rápida, fiable y precisa para agilizar la toma de decisiones.
- Sistemas de soporte a decisiones (**DSS**).- SI muy similar al MIS, pero 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 resultados, etc.
- Sistemas de Información para Ejecutivos (**EIS**).- SI creado especialmente para los directivos de alto nivel, que permite analizar información, no solo interna sino también externa. Cuenta con las características gráficas y la sencillez del DSS.
- Sistemas de automatización de oficinas (**OAS**).- Aplicaciones destinadas a ayudar al trabajo diario del administrativo de una empresa u organización.
- Sistema experto (**SE**).- SI que cuenta con la capacidad de responder a problemas específicos de un área determinada.

Como se puede observar, esta gran cantidad de sistemas manejan un volumen considerable de información que en muchos casos cuenta con datos compartidos para generar información en los distintos niveles organizacionales de la empresa. Asimismo cada uno de estos, requiere de diferentes formatos para el análisis de la información.

Por lo anterior, se hace necesario buscar la forma de unificar estos sistemas en uno solo de manera que cubra la totalidad de los aspectos descritos anteriormente y que sirva de soporte para los diferentes niveles de la organización. Es aquí donde toman auge los Sistemas Integrados para la Gestión Empresarial ERP<sup>2</sup> que se analizarán más adelante. Ahora se centrará la atención en las tecnologías de la información necesarias para la implementación de sistemas de información en las empresas, incluidos los ERP.

## 9 DESARROLLO DE SOFTWARE

El Proceso para el desarrollo de software, también denominado ciclo de vida del desarrollo de software es una estructura aplicada al desarrollo de un producto de software. Hay varios modelos a seguir para el establecimiento de un proceso para el desarrollo de software, cada uno de los cuales describe un enfoque diferente para diferentes actividades que tienen lugar durante el proceso.

(8) En los años 90 se comenzaron a proponer métodos ágiles para el desarrollo de software, que permitieran a los desarrolladores concentrarse en el software y no totalmente en el diseño y documentación del mismo. Éstas metodologías tienen un enfoque iterativo para la especificación, el desarrollo y la entrega del producto, teniendo como principio que los requerimientos podían cambiar permanentemente y durante el proceso de desarrollo, entregando sistemas funcionales más rápidamente con la posibilidad de agregar nuevos cambios en las especificaciones.

Algunas metodologías destacadas según enfoques del desarrollo de software son la metodología Rational Unified Process (RUP) de IBM, la metodología Microsoft Solutions Framework (MSF) de Microsoft, la metodología Extreme Programming (XP) basada en los métodos ágiles y propuesta por Kent Beck, la disciplina SCRUM basada en la rapidez y flexibilidad de métodos de desarrollo avanzados probados en la industria de productos comerciales.

### 9.1 DESARROLLO DE SOFTWARE ORIENTADO A OBJETOS

El desarrollo de software se divide en cinco actividades principales que son *Requisitos, Análisis, Diseño, Implementación* y *Pruebas*. El aporte de que se hace en este documento se fundamenta en los requisitos de un software para el

seguimiento y control de las actividades de mantenimiento de manera remota y en tiempo real. Las etapas del diseño se pueden definir de la siguiente manera:

- **Requisitos:** El modelo de casos de uso sirve para expresar el modelo de requisitos, el cual se desarrolla en cooperación con otros modelos como se verá más adelante.
- **Análisis:** La funcionalidad especificada por el modelo de casos de uso se estructura en el modelo de análisis, que es estable con respecto a cambios, siendo un modelo lógico independiente del ambiente de implementación.
- **Diseño:** La funcionalidad de los casos de uso ya estructurada por el análisis es realizada por el modelo de diseño, adaptándose al ambiente de implementación real y refinándose aún más.
- **Implementación:** Los casos de uso son implementados mediante el código fuente en el modelo de implementación.
- **Pruebas:** Los casos de uso son probados a través de las pruebas de componentes y pruebas de integración.
- **Documentación:** El modelo de casos de uso debe ser documentado a lo largo de las diversas actividades, dando lugar a distintos documentos como los manuales de usuario, manuales de administración, etc.

El aporte en este documento de involucra la definición de los requisitos de un sistema de información que permita hacer seguimiento y control en tiempo real y de manera remota de las tareas de mantenimiento programadas.

## 9.2 DEFINICIÓN DE REQUISITOS

El modelo de requisitos tiene como objetivo delimitar el sistema y capturar la funcionalidad que debe ofrecer desde la perspectiva del usuario. Este modelo puede funcionar como un contrato entre el desarrollador y el cliente o usuario del sistema, y por lo tanto proyecta lo que el cliente desea según la percepción del desarrollador. Por lo tanto, es esencial que los clientes puedan comprender este modelo.

El modelo de requisitos es el primer modelo a desarrollarse, sirviendo de base para la formación de todos los demás modelos en el desarrollo de software. En general, el cualquier cambio en la funcionalidad del sistema es más fácil de hacer, y con menores consecuencias, a este nivel que posteriormente. El modelo de requisitos que desarrollaremos se basa en la metodología *Objectory* (Jacobson et al. 1992), basada principalmente en el modelo de *casos de uso*.

## 9.3 CARACTERÍSTICAS DEL RUP

El RUP es un proceso basado en los modelos en Cascada y por Componentes, el cual presenta las siguientes características: Es dirigido por los casos de uso, es centrado en la arquitectura, iterativo e incremental, lo cual es fundamental para el proceso de desarrollo de software. A continuación se explican las tres características de RUP:

a) Casos de Uso: Describe un servicio que el usuario requiere del sistema, incluye la secuencia completa de interacciones entre el usuario y el sistema.

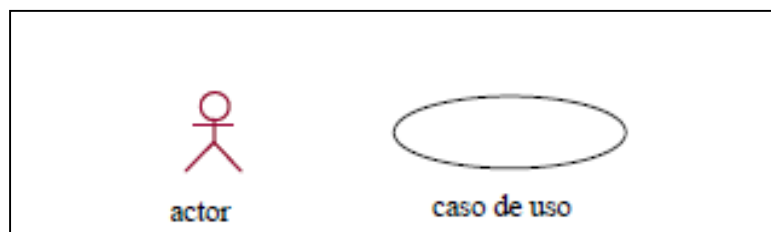
b) Centrado en la arquitectura: Comprende las diferentes vistas del sistema en desarrollo, que corresponden a los modelos del sistema: Modelos de casos de uso, de análisis, de diseño, de despliegue e implementación. La arquitectura del software es importante para comprender el sistema como un todo y a la vez en

sus distintas partes, sirve para organizar el desarrollo, fomentar la reutilización de componentes y hacer evolucionar el sistema, es decir, agregarle más funcionalidad.

## 10 MODELO DE CASOS DE USO

El *modelo de casos de uso* describe un sistema en término de sus distintas formas de utilización, cada uno de estas formas es conocida como un *caso de uso*. Cada caso de uso o flujo se compone de una secuencia de eventos iniciada por el usuario. Dado que los casos de uso describen el sistema a desarrollarse, cambios en los requisitos significarán cambios en los casos de uso. Por ejemplo, un caso de uso para manejar un automóvil sería la secuencia de eventos desde que el conductor entra en el coche encendiendo el motor hasta llegar a su destino final. Por lo tanto, para comprender los casos de uso de un sistema primero es necesario saber quiénes son sus usuarios. Por ejemplo, conducir un automóvil es distinto a arreglarlo, donde los usuarios también son distintos, el dueño del automóvil y el mecánico, respectivamente. Para ello se define el concepto de *actor*, correspondiente al tipo de usuario que está involucrado en la utilización de un sistema, siendo el actor una entidad externa al propio sistema. Juntos, el actor y el caso de uso representan los dos elementos básicos de este modelo lo cual se muestran de manera gráfica en la Figura 1 de acuerdo a la notación UML.

Figura 1. Actor y caso de uso



Los casos de uso son una idea simple y práctica que no requieren muchas habilidades tecnológicas para ser utilizadas (a diferencia de las demás actividades del desarrollo). Por el contrario, si se volvieran muy complejas se perdería un poco la importancia de los casos de uso. Dado que el modelo de requisitos es la

primera actividad del desarrollo del sistema, nos podemos dar el lujo de muchos cambios en su especificación sin afectar al resto del sistema. Más aún, considerando que siempre habrá cambios, no debe hacerse demasiado trabajo muy temprano, ya que solo sería descartado. Cuando se identifican y describe los casos de uso, habrá ciertas imprecisiones que se irán resolviendo más adelante. Para ello, un enfoque incremental es lo indicado. De esta manera se puede desarrollar de forma independiente los distintos casos de uso y luego integrarlos para formar el modelo de requisitos completo. Esta habilidad para tomar parte de la funcionalidad permite un desarrollo más flexible e incluso concurrente.

Los componentes fundamentales de los casos se exponen a continuación.

## 10.1 ACTOR

Los *actores* son entidades distintas a los usuarios, en el sentido que los usuarios son las personas reales que utilizan el sistema, mientras que los actores representan un cierto papel que una persona real puede jugar. Utilizando terminología orientada a objetos, se considera al actor como una *clase* de usuario, mientras que los usuarios se consideran como *objetos* o instancias de esa clase. Incluso, una misma persona puede aparecer como diferentes instancias de diferentes actores.

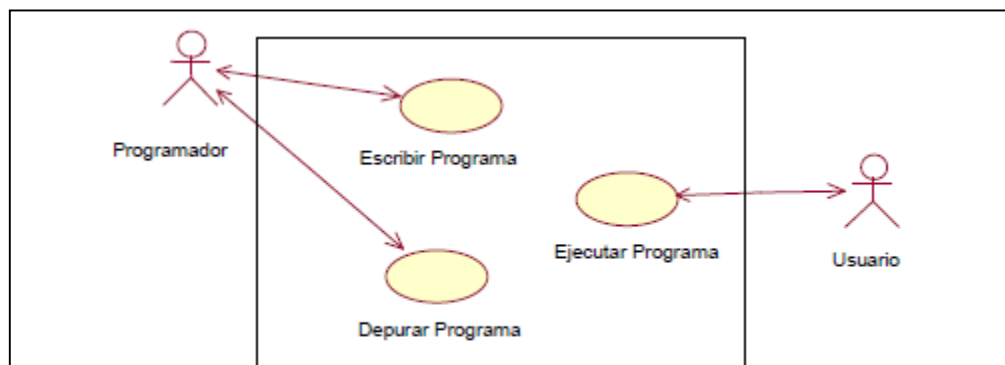
Los actores modelan cualquier entidad externa que necesite intercambiar información con el sistema. Los actores no están restringidos a ser personas físicas, pudiendo representar otros sistemas externos al actual. Lo esencial es que los actores representen entidades externas al sistema. Además, cada uno de estos actores podrá ejecutar una o más tareas del sistema.

Antes de identificar los casos de uso se identifican los actores del sistema. La razón para comenzar con la identificación de los actores es para que ellos sean la herramienta principal para luego encontrar los casos de uso.

Cada actor ejecuta un número específico de casos de uso en el sistema. Al definir todos los actores y casos de uso en el sistema, se define la funcionalidad completa del sistema. Encontrar actores puede tomar trabajo y raramente se encuentran todos los actores de una vez. Por ejemplo, un sistema de computación puede tener diferentes tipos de usuarios: programadores, operadores, administradores, o usuarios generales. Cada uno de estos tipos de usuario corresponde a un actor diferente y como mencionamos anteriormente, una misma persona puede jugar, por ejemplo, el papel de programador u operador.

Para especificar los actores de un sistema, se dibuja un diagrama correspondiente a la *delimitación del sistema*, la cual representa al sistema como una “caja negra” y a los diferentes actores como entidades externas a ésta, como se muestra en la Figura 2.

Figura 1. Relación caso de uso vs actores



En general, no se describen los actores con demasiado detalle por ser estos externos al sistema además de que sus acciones no son deterministas, en otras palabras, un actor a diferencia del propio sistema, en cada momento puede decidir entre múltiples opciones. Por otro lado, el sistema y los casos de uso correspondientes deben ser deterministas, de lo contrario el sistema hará lo que le

plazca, lo cual no es aceptable. Sin embargo, para poder identificar los casos de uso, es necesario primero identificar los actores del sistema, comenzando por aquellos que son la razón principal del sistema, conocidos como *actores primarios*. Estos actores típicamente rigen la secuencia lógica de ejecución del sistema. Además de los actores primarios existen actores supervisando y manteniendo el sistema. Estos *actores secundarios* existen primordialmente como complemento a los actores primarios, siendo esta distinción importante para dedicarle el esfuerzo principal a las necesidades de los actores primarios.

Al contrario de los actores primarios que típicamente corresponden a personas físicas, los actores secundarios corresponden por lo general a máquinas o sistemas externos, siendo estos últimos más difíciles de identificar. Los actores secundarios tienden a responder a secuencias lógicas del sistema y no tanto a inicializarlas de manera propia. En particular, existe siempre la duda, por ejemplo, de si el sistema operativo o una base de datos serían actores. La decisión depende del papel que jueguen con respecto al sistema en desarrollo, si juegan un papel activo entonces deben modelarse como actores.

## **10.2 CASOS DE USO**

Después de haber definido los actores del sistema, se define la funcionalidad propia del sistema por medio de los *casos de uso*. Utilizando terminología orientada a objetos, cada caso de uso define una clase o forma particular de usar el sistema mientras que cada ejecución del caso de uso se puede ver como una instancia del caso de uso, o sea, un objeto, con estado y comportamiento. Cada caso de uso constituye un flujo completo de eventos especificando la interacción que toma lugar entre el actor y el sistema.

El actor primario es encargado de dar inicio a esta interacción, mientras que los casos de uso son instanciados como respuesta al evento anterior. Una instancia de un actor puede ejecutar varias de estas secuencias, consistiendo de diferentes

acciones que a su vez deben llevarse a cabo. La instancia del caso de uso existe mientras el caso de uso siga ejecutando. La ejecución del caso de uso termina cuando el actor genere un evento que requiera un caso de uso nuevo. Las diferentes instancias de los casos de uso se conocen como *escenarios*. Como varios casos de uso pueden comenzar de una misma forma, no es siempre posible decidir qué caso de uso se ha instanciado hasta que éste se haya completado.

La descripción de los casos de uso es mediante diagramas similares a los de transición de estados. Se puede ver a cada caso de uso como representando un estado en el sistema, donde un estímulo enviado entre un actor y el sistema ocasiona una transición entre estados.

### **10.3 EXTENSIÓN**

Un concepto importante que se utiliza para estructurar y relacionar casos de uso es la *extensión*. La extensión especifica cómo un caso de uso puede *insertarse* en otro para extender la funcionalidad del anterior. El caso de uso donde se va a insertar la nueva funcionalidad debe ser un flujo completo, por lo cual éste es independiente del caso de uso a ser insertado. De esta manera, el caso de uso inicial no requiere consideraciones adicionales al caso de uso a ser insertado, únicamente especificando su punto de inserción.

En general la extensión se utiliza para modelar secuencias de eventos opcionales de casos de uso que al manejarse de manera independiente pueden ser agregados o eliminados del sistema de manera modular. Se puede considerar a la asociación de extensión como una interrupción en el caso de uso original que ocurre donde el nuevo caso de uso se va a insertar. Para cada caso de uso que vaya a insertarse en otro caso de uso, se especifica la posición en el caso de uso original donde el caso de uso de extensión debe insertarse.

El caso de uso original se ejecuta de forma normal hasta el punto donde el caso de uso nuevo se inserta. En este punto, se continúa con la ejecución del nuevo curso. Después que la extensión se ha terminado, el curso original continúa como si nada hubiera ocurrido. Por regla general, se describe primeros los casos de uso básicos totalmente independientes de cualquier extensión de funcionalidad y luego aquellos de extensión.

#### **10.4 INCLUSIÓN**

Una relación adicional entre casos de uso es la *inclusión*. A diferencia de una extensión, la inclusión se define como una sección de un caso de uso que es parte obligatoria del caso de uso básico. El caso de uso donde se va a insertar la funcionalidad depende del caso de uso a ser insertado. Se etiqueta la relación con “incluye” (“include”).

## 11 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO UML

El lenguaje unificado de modelado (UML, por sus siglas en inglés, *Unified Modeling Language*) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad; está respaldado por el Object Management Group (OMG).

Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos, funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y compuestos reciclados.

Es importante remarcar que UML es un "lenguaje de modelado" para especificar o para describir métodos o procesos. Se utiliza para definir un sistema, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo.

Se puede aplicar en el desarrollo de software gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software (tal como el Proceso Unificado Racional, *Rational Unified Process* o RUP).

UML no puede compararse con la programación estructurada, pues UML significa Lenguaje Unificado de Modelado, no es programación, solo se diagrama la realidad de una utilización en un requerimiento. Mientras que programación estructurada es una forma de programar como lo es la orientación a objetos, la programación orientada a objetos viene siendo un complemento perfecto de UML, pero no por eso se toma UML solo para lenguajes orientados a objetos. UML cuenta con varios tipos de diagramas, los cuales muestran diferentes aspectos de las entidades representadas.

## **12 REQUISITOS PARA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN QUE APOYE EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS TAREAS DE MANTEMIENTO**

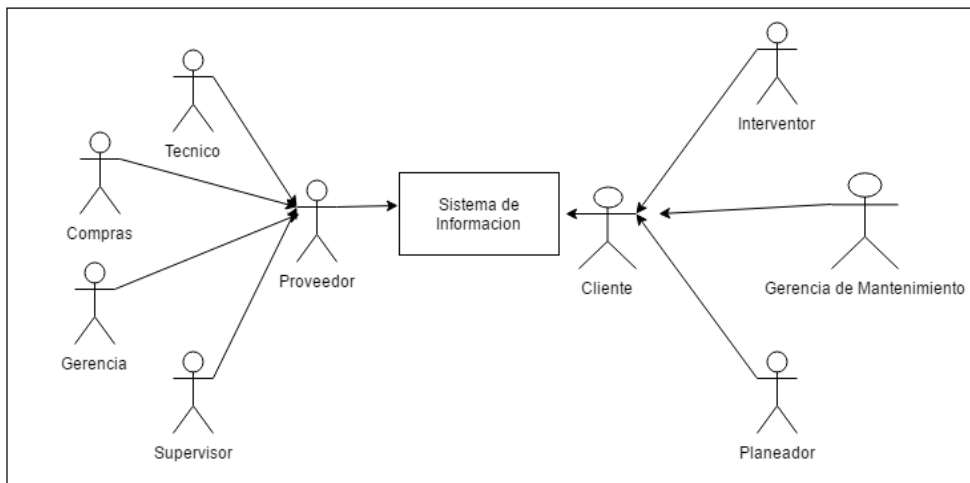
El sistema de información propuesto debe satisfacer las necesidades de seguimiento y control de actividades de mantenimiento en tiempo real y de manera remota. A continuación se enlistan los principales requisitos:

- Permitir Crear usuario para la empresa Cliente y la empresa Proveedor.
- Permitir que el cliente defina una Orden de Servicio y le asigne un proveedor responsable.
- Permitir el registro del paso a paso de la orden de trabajo por parte del cliente o del proveedor de acuerdo con quien tenga más experiencia en el tema.
- Permitir asignar los recursos necesarios para el cumplimiento de cada tarea descrita en el Paso s Paso de la Orden de Trabajo.
- Definir el cronograma de actividades de las tareas.
- Permitir el reporte de avance de cada tarea de manera remota y en tiempo real.
- Permitir adjuntar archivos audiovisuales y comentarios a los avances de cada tarea.
- Permitir reportar novedades con opción de adjuntar elementos audiovisuales.
- Generar Informes exportables en cualquier momento.
- Manejar alarmas de cumplimiento.
- Manejar indicadores de cumplimiento (Días Vencidos)
- Debe estar toda la información disponible en la nube y compatible con múltiples plataformas.

### 13 DEFINIR LAS ÁREAS INVOLUCRADAS CON LA EJECUCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

El objetivo principal del sistema de información propuesto es habilitar una herramienta informática que permita la comunicación Cliente/Proveedor por ende debe habilitar permisos en las áreas involucradas en la programación, interventora y ejecución de las actividades de mantenimiento.

Figura 2. Áreas relacionadas en la ejecución de las tareas de mantenimiento subcontratado



## **14 DEFINIR Y CARACTERIZAR LA INFORMACIÓN A SISTEMATIZAR EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

El objetivo del sistema de información planteado no es programar tareas de mantenimiento, esta enfocado en el seguimiento de las tareas de mantenimiento programadas previamente. Aplica como complemento de los sistemas de información que existen actualmente ya que la tecnología aplicada en los actuales sistemas de información no dan la posibilidad del tratamiento de datos de manera remota y en tiempo real. Los principales rubros de información involucrados en el sistema de información propuesto son:

- Definición de tareas y subtareas de mantenimiento
- Definición de los procedimiento de las tareas de mantenimiento
- Definición de recursos necesarios para las tareas y subtareas de mantenimiento.
- Asignación de responsables de las tareas de mantenimiento
- Asignación de interventora de parte del cliente
- Control de la recepción y cumplimiento de los recursos gestionados para las tareas de mantenimiento
- Actualización de avances, novedades, tareas, recursos en tiempo real y de manera remota
- Retroalimentación por parte del cliente

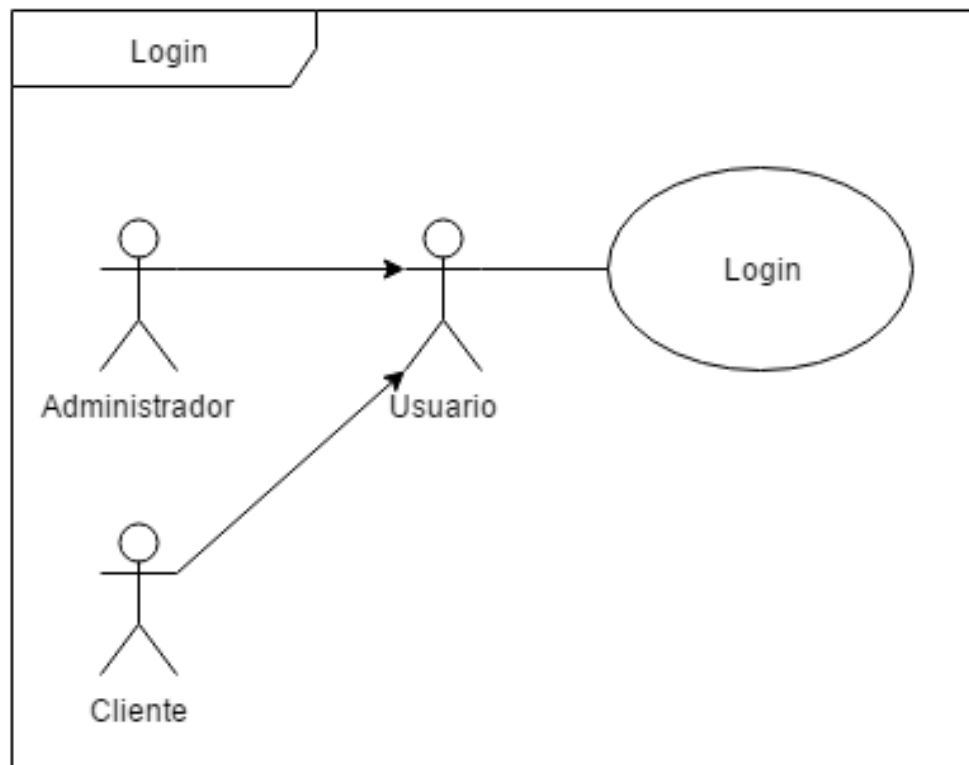
## 15 DISEÑAR DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN POR MEDIO DE DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

A continuación se detallan los casos de uso propuestos para el sistema de información de seguimiento y control de procesos de mantenimiento.

### 15.1 CASO LOGIN

En este caso se define el acceso de los usuarios de sistema, los usuarios pueden tener dos perfiles, Administrador y Cliente. El administrador tiene permisos para hacer configuraciones del sistema, el cliente abarca quien asuma el perfil de Contratante o de contratado.

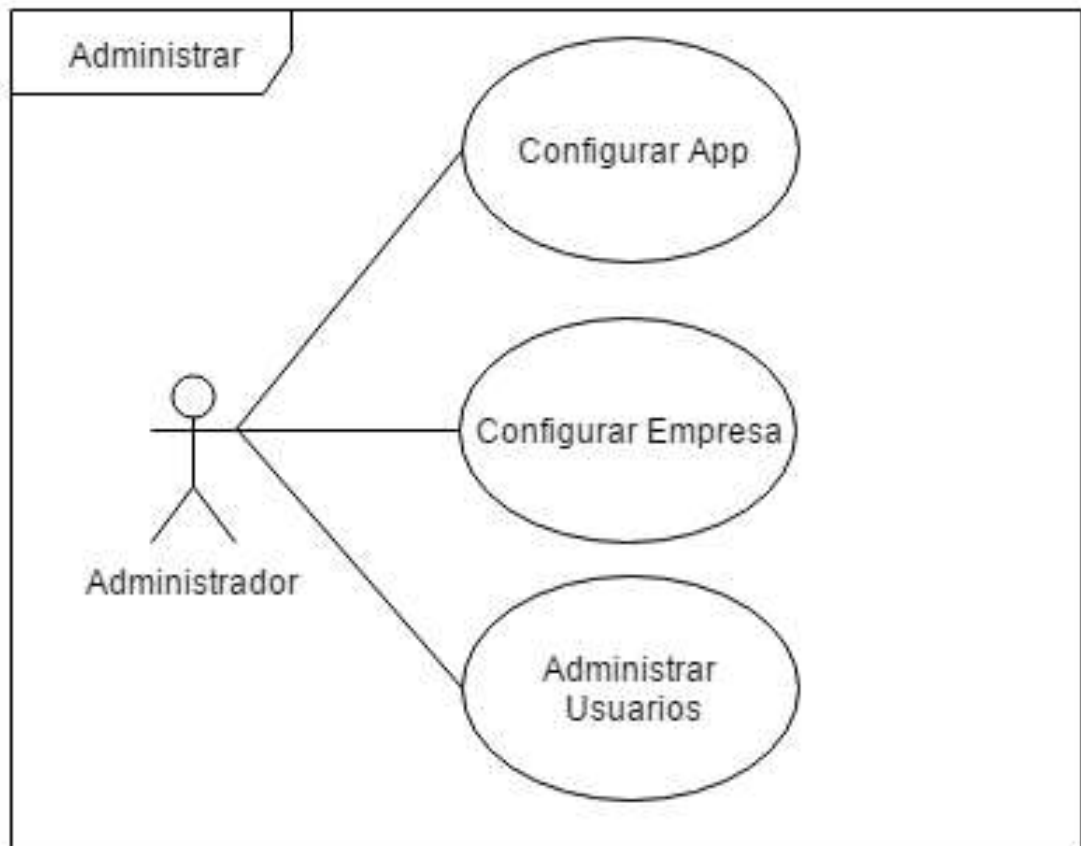
Figura 3. Caso login de usuario



## 15.2 CASO ADMINISTRAR

En este caso se plasma la capacidad del administrador en configurar la aplicación, crear la empresa y administrar sus usuarios.

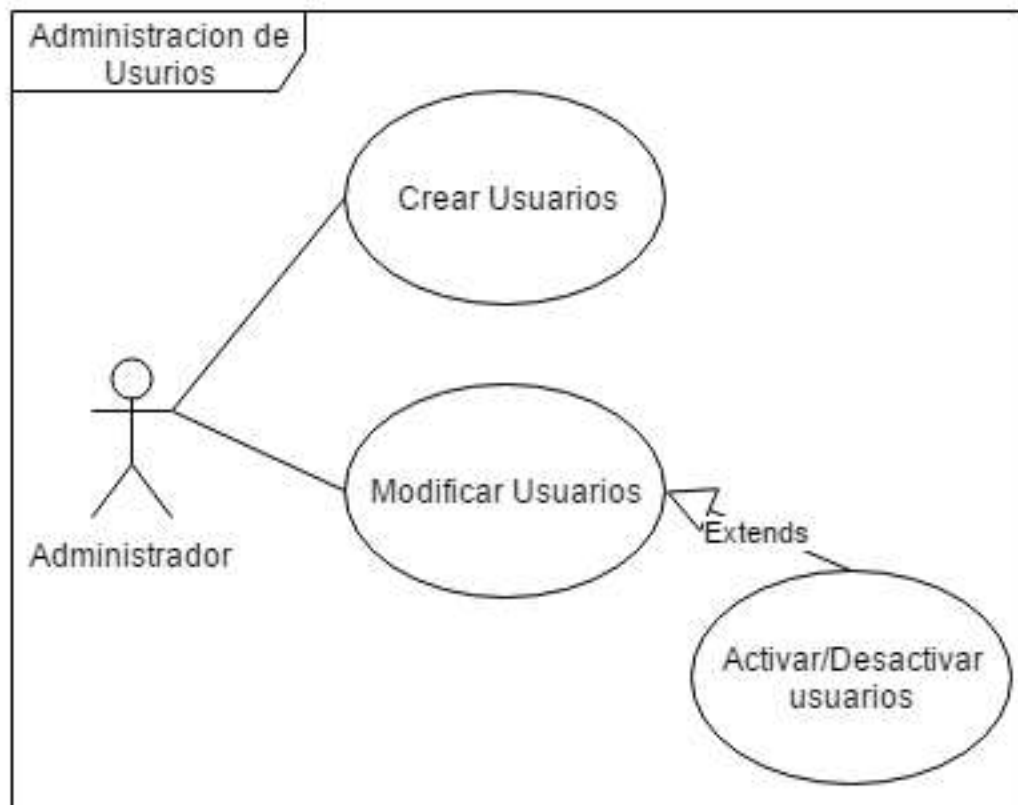
Figura 4. Caso administrar



### 15.3 CASO ADMINISTRACION DE USUARIOS

En este caso se plasma el permiso al administrador de crear usuarios así como también modificarlos, activarlos o desactivarlos.

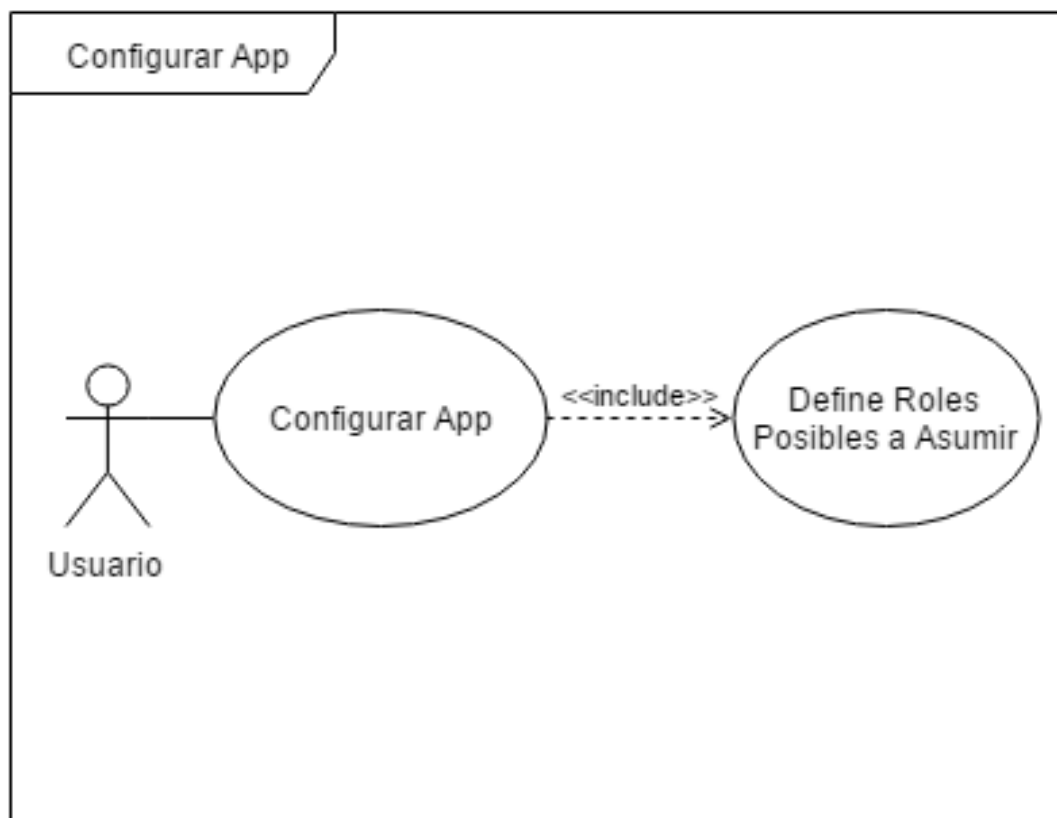
Figura 5. Caso administración de usuarios



## 15.4 CASO CONFIGURAR APP

En este caso el administrador tiene la capacidad de habilitar los perfiles que pueda asumir las empresas usuarias, recordemos que las empresas pueden asumir un perfil de contratante o contratista.

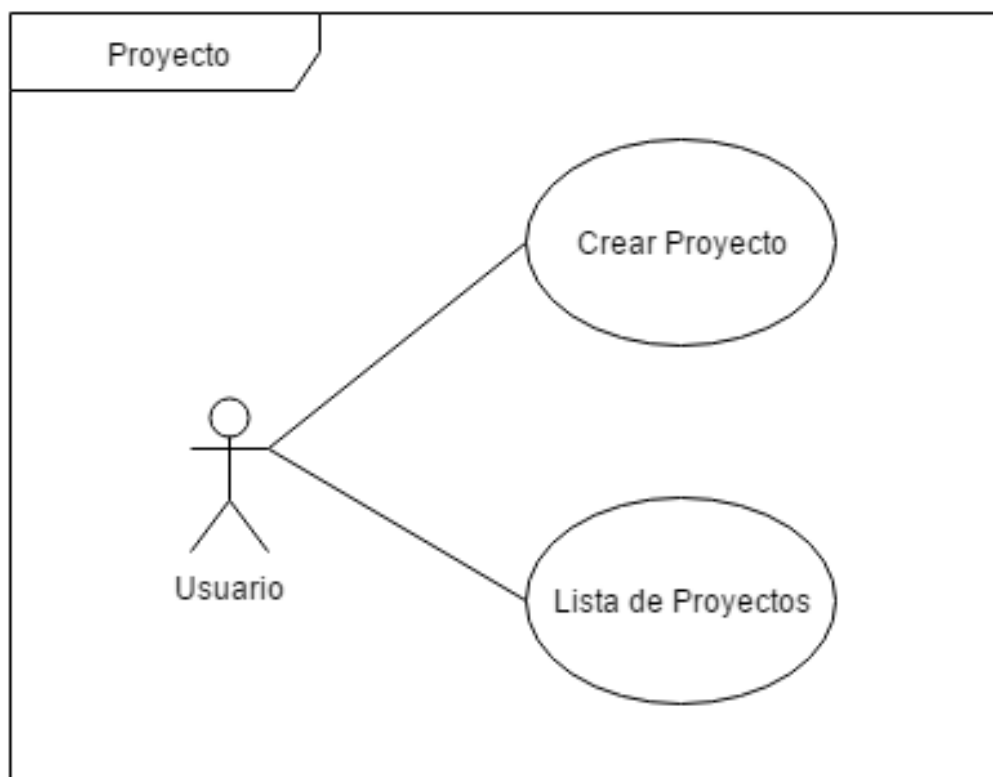
Figura 6. Caso configurar APP



## 15.5 CASO PROYECTO

En este caso el usuario tiene el permiso de crear un proyecto asignando un título y un objeto, también podrá visualizar el listado de proyectos que este administrando en el momento.

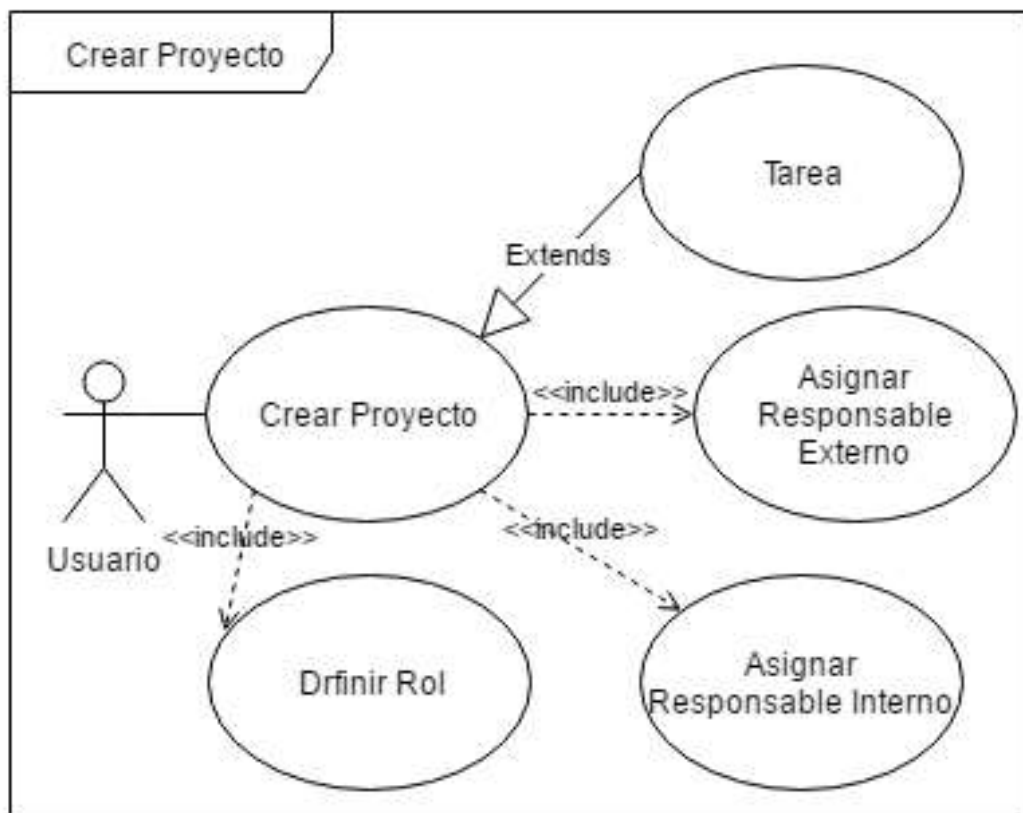
Figura 7. Caso proyecto



## 15.6 CASO CREAR PROYECTO

En este caso el usuario tiene la posibilidad de crear un proyecto con las posibilidades de definir su paso a paso, asignar responsable externo o interventor, asignar responsable interno de la empresa prestadora de servicio.

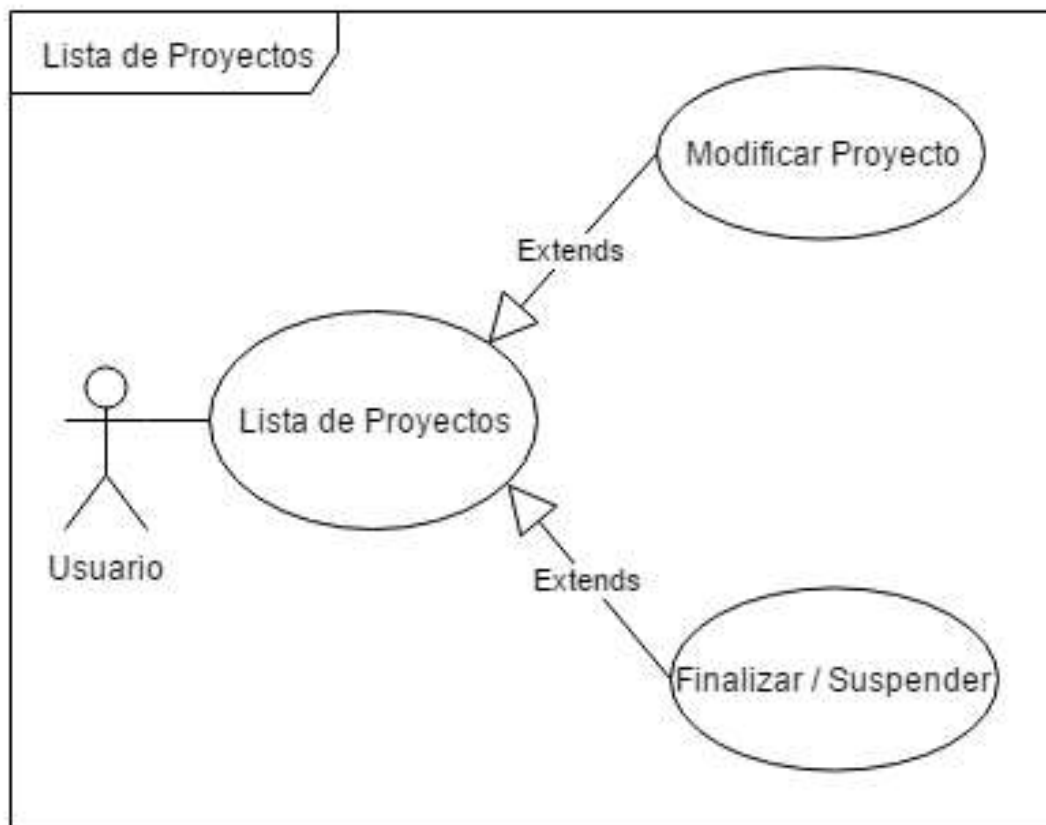
Figura 8. Crear proyecto



## 15.7 CASO LISTA DE PROYECTOS

En este caso el usuario tiene el permiso de modificar el proyecto, suspender o finalizar el mismo.

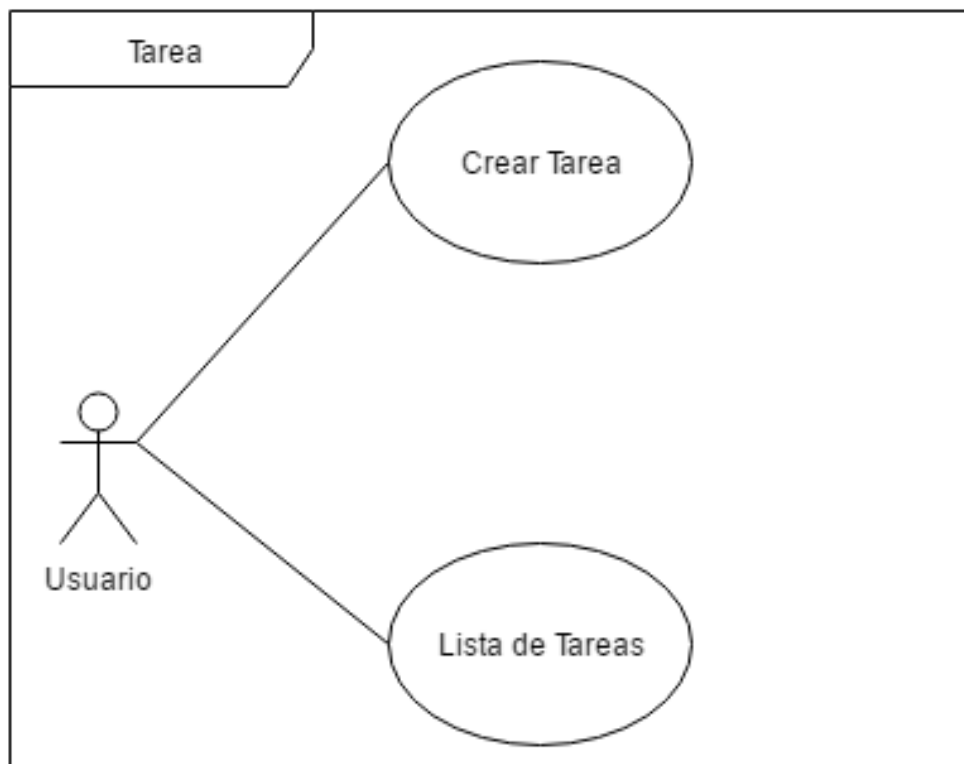
Figura 9. Lista de proyectos



## 15.8 CASO TAREAS

Es este caso se crean las tareas con una descripción de la misma y se podrá detallar las tareas activas y en desarrollo.

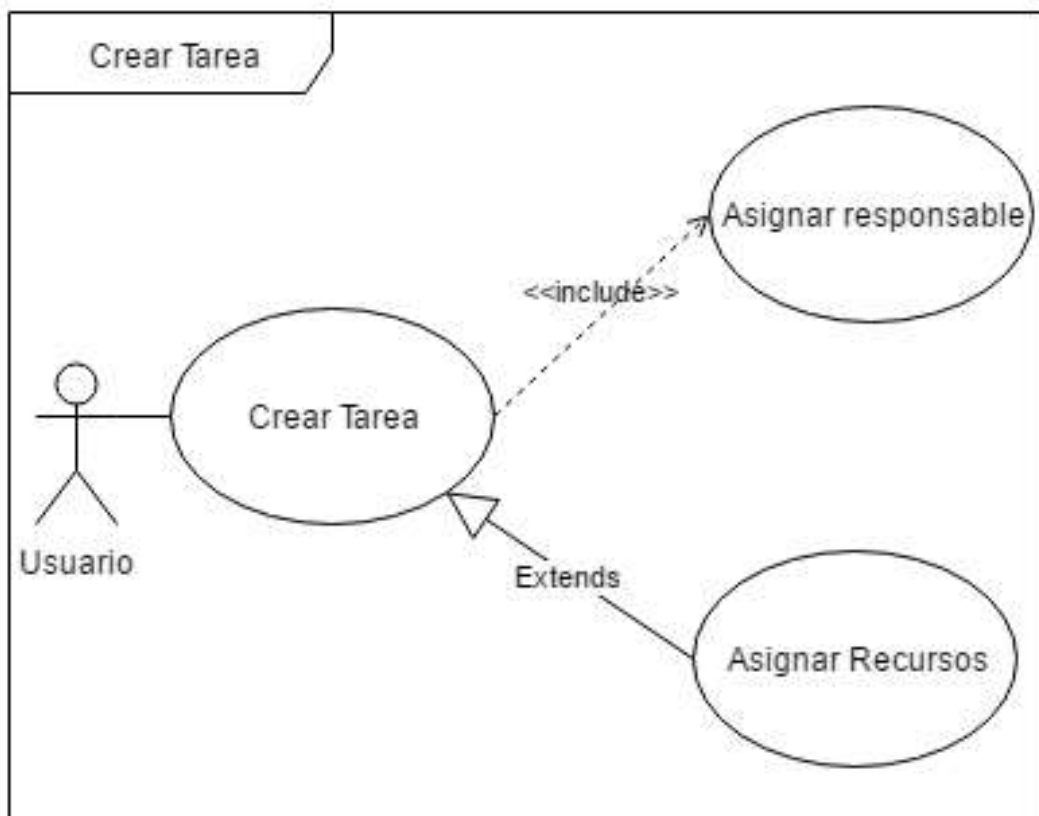
Figura 10. Caso tareas



## 15.9 CASO CREAR TAREA

En este caso el usuario tiene la posibilidad de asignar un responsable de la tarea así como también asignar los recursos necesarios para el desarrollo de la misma.

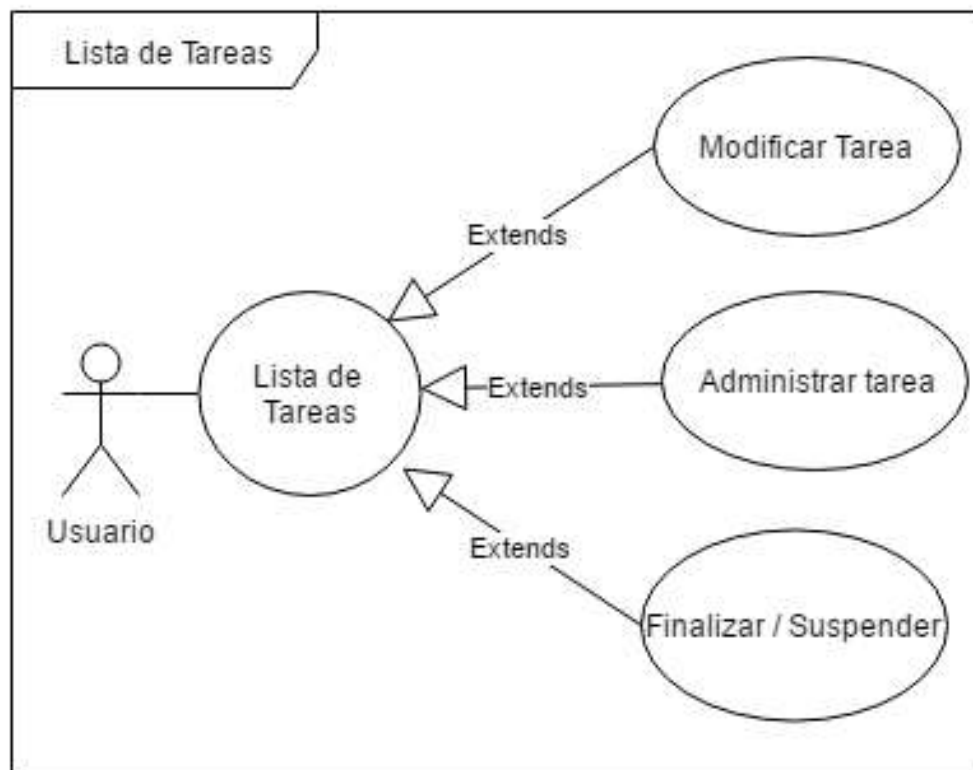
Figura 11. Caso crear tarea



## 15.10 CASO LISTA DE TAREAS

En el caso lista de tareas de plasma la capacidad de modificar las tareas, administrar sus contenidos así como suspenderla o finalizarla.

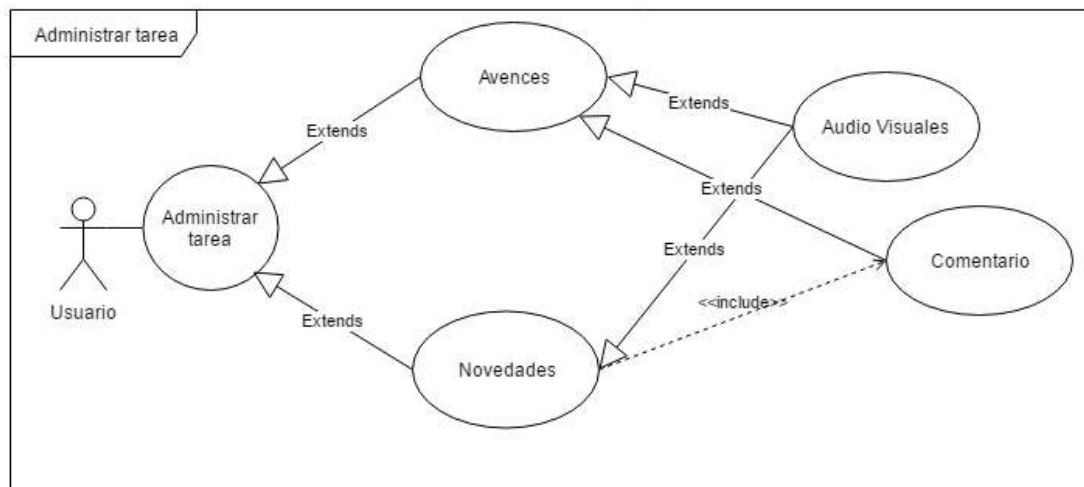
Figura 12. Caso lista de tarea



### 15.11 CASO ADMINISTRAR TAREA

En este caso se plasma la posibilidad de asignar los avances de la tarea así como de sus subtareas adjuntando documentación audiovisual haciendo comentarios si es necesario.

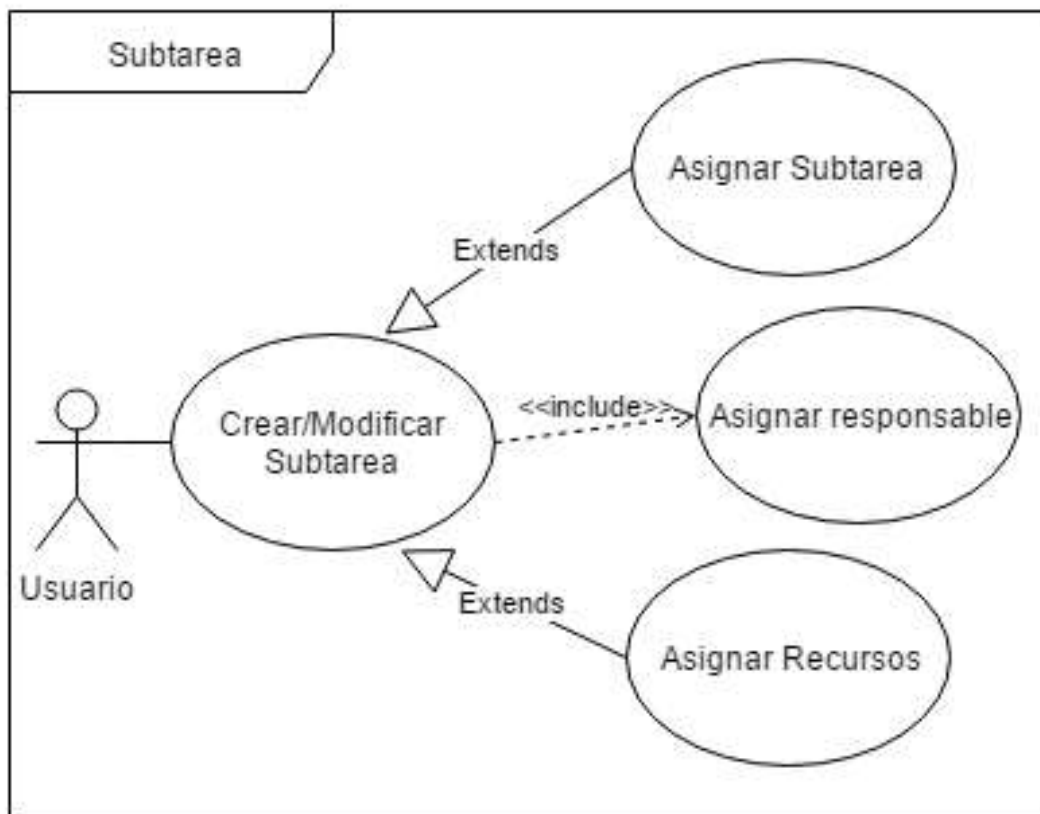
Figura 13. Caso administrar tarea



## 15.12 CASO SUBTAREAS

Las sub-tareas son tareas dentro de las tareas principales, estas también necesitan la asignación de recursos y de responsables.

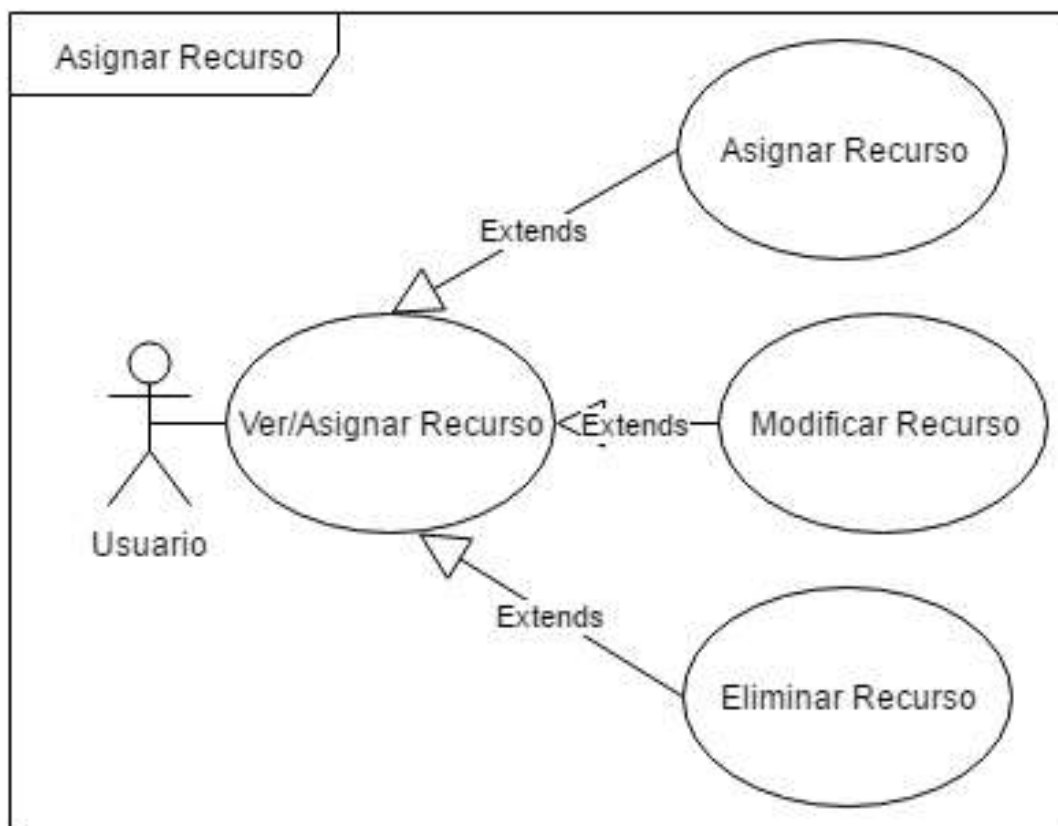
Figura 14. Caso sub-tareas



### 15.13 CASO ASIGNAR RECURSO

En la asignación de recursos se pueden registrar recursos tangibles o intangibles, productos o servicios y hasta que se cumplan todos los recursos de una tarea esta podrá ser desarrollada.

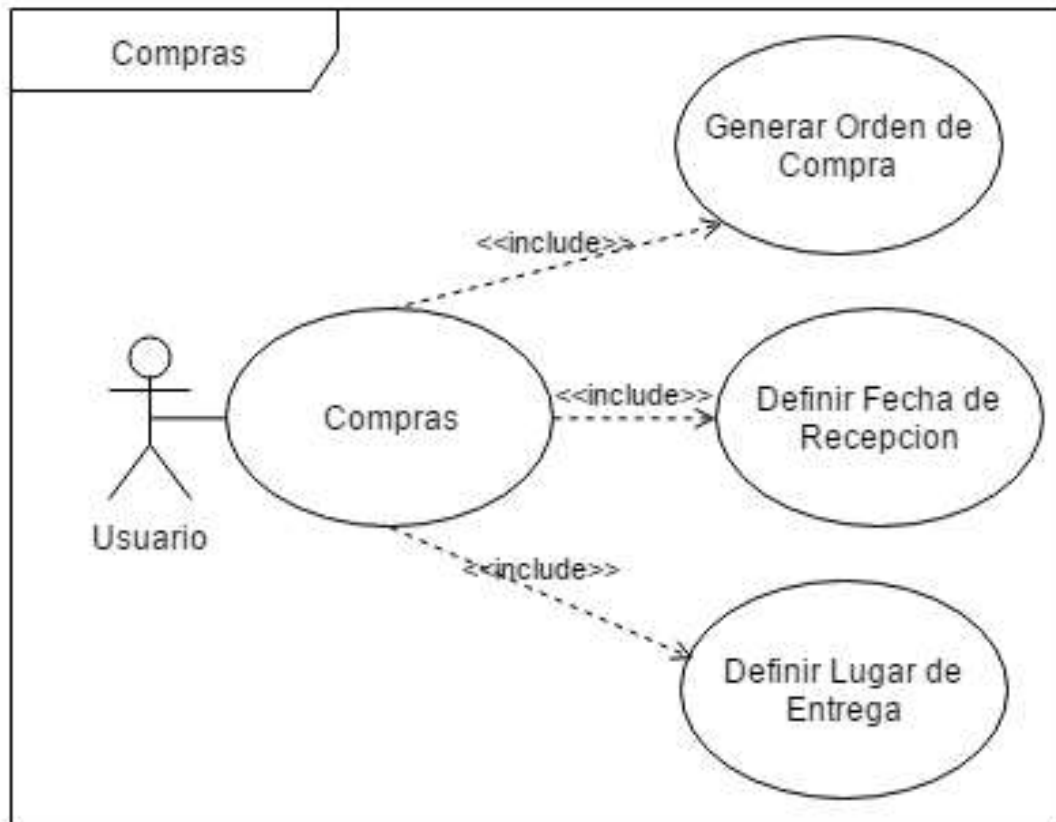
Figura 15. Caso asignar recurso



### 15.14 CASO COMPRAS

Las compras permite el seguimiento de la consecución de recursos externos como lo son los productos o servicios necesarios a contratar.

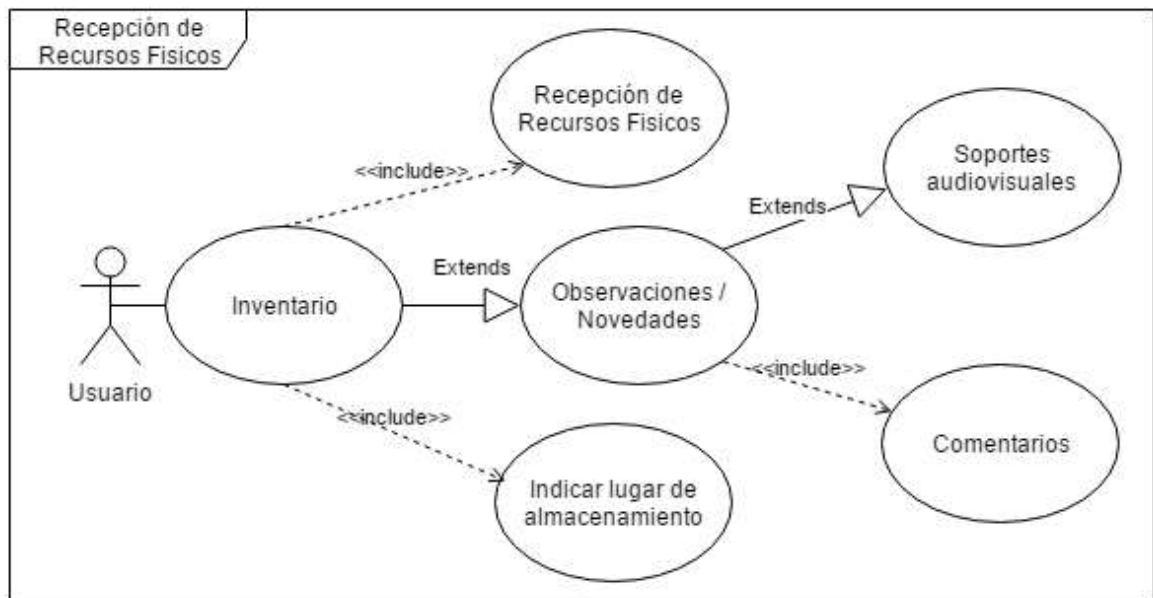
Figura 16. Caso compras



## 15.15 CASO RECEPCIÓN DE RECURSOS FÍSICOS

En este caso se plasma el control de la llegada de los productos relacionados en los recursos de una tarea así como también la satisfacción de la recepción.

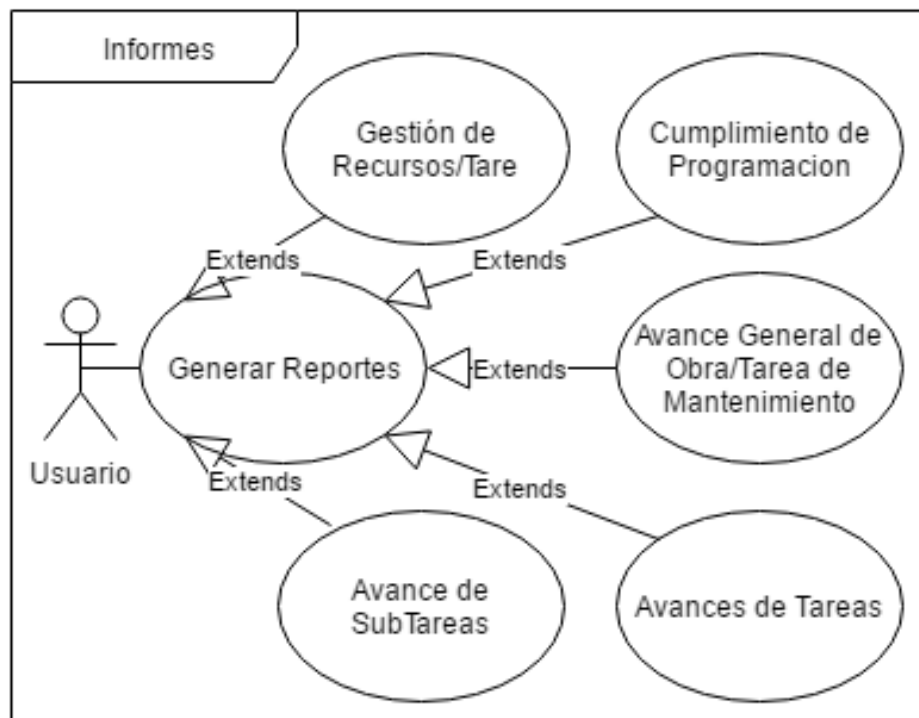
Figura 17. Caso recepción de recursos físicos



### 15.16 CASO INFORMES

En este caso se plasma la posibilidad de generar informes n cualquier momento y desde cualquier plataforma.

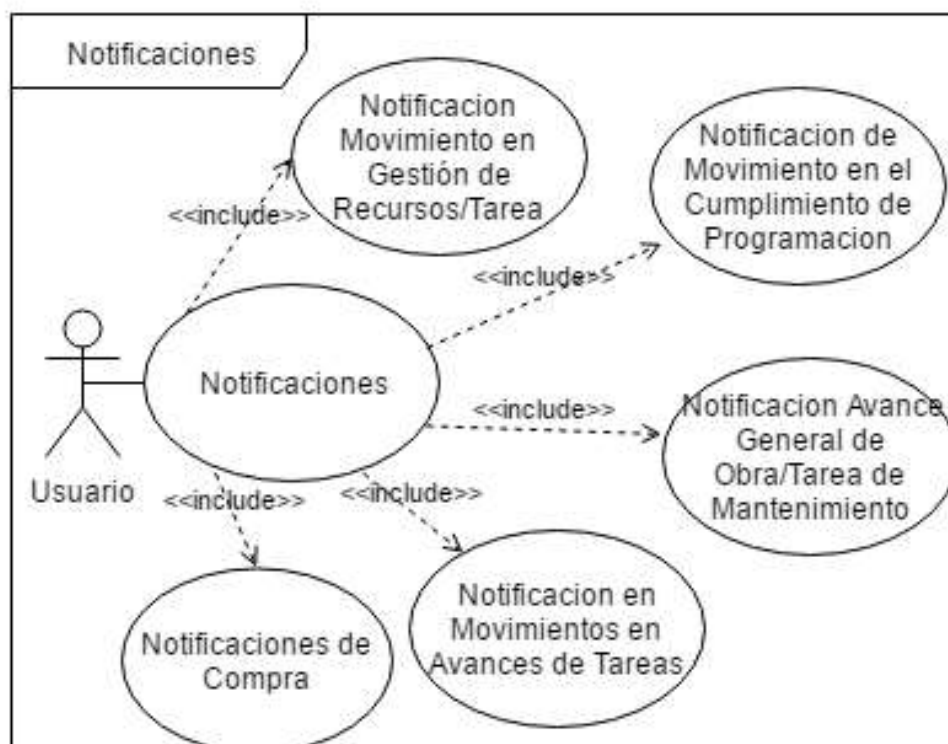
Figura 18. Caso informes



### 15.17 CASO NOTIFICACIONES

En el caso de las notificaciones se hace referencia a notificaciones automáticas generadas tras el cumplimiento de una tarea, generación de orden de compra, recepción de productos o generación de novedad.

Figura 19. Caso notificaciones



## 16. CONCLUSIONES

En la actualidad se destacan sistemas de información con mucha fortaleza en los tratamientos de información e implementación de técnicas importantes para el mantenimiento, sin embargo, la tecnología está experimentando unos aportes exponenciales que obligan a los sistemas de información a actualizarse y ampliar su cobertura a diferentes plataformas de desarrollo de software y manejo de información como lo son las aplicaciones móviles. Vale resaltar que estamos en un periodo de transición tecnológica en la cual la migración de plataformas convencionales de manejos de información a las nuevas plataformas no es simple, además de ser costoso y tedioso. Lo anterior da lugar al desarrollo e implementación de aplicaciones complementarias de los sistemas de información convencionales.

En este estudio se logró plasmar los requisitos funcionales necesarios para un sistema de información que facilite el seguimiento y control de las tareas de mantenimiento de manera remota y en tiempo real. Vale resaltar que los requisitos funcionales propuestos nacen de la experiencia del autor como cliente y como prestador de servicios de mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Bogotá D.C.: El Instituto, 2008. 41 p.

MORA, Luis. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: COLDI Limitada, 2009. 340 p.

PÉREZ, Oiber. Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software RUP – MSF – XP – SCRUM. *Inventum*. 2011, nro. 10, pp. 64 – 78. ISSN 1909 – 2520.

PRANDO, Raúl. Manual de gestión de mantenimiento a la medida. Ciudad de Guatemala: Piedrasanta Editorial, 1996. 104 p. ISBN: 84-8377399-6.

RODRÍGUEZ, Antonio. Cálculo de los índices CMD en los vehículos tipo tolva del área de material remolcado de la empresa FENOCO S.A. Trabajo de grado de Ingeniero Mecánico. Santa Marta: Universidad de Pamplona. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Departamento de Ingeniería Mecánica. 2012. 130 p. [Consultado el: 15 de enero de 2017].

SOLOMANTENIMIENTO. Mantenimiento Correctivo. [En línea]. [Consultado el: 20 de febrero de 2017]. Disponible en: [http://www.solomantenimiento.com/m\\_correctivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_correctivo.htm)

\_\_\_\_\_. Mantenimiento Preventivo. [En línea]. [Consultado el: 20 de febrero de 2017]. Disponible en: [http://www.solomantenimiento.com/m\\_preventivo.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_preventivo.htm)

TPM ON LINE. Historia y evolución del mantenimiento. [En línea]. [Consultado el: 20 de enero de 2017]. Disponible en: [http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmprocess/maintenanceinhistorySpanish.htm)