

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**APLICACIÓN WEB MÓVIL PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LOS CAMPAMENTOS DE
LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN TANTAHUATAY, CAJAMARCA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR
JOSE ANDRE ESQUIVEL YOVERA**

**ASESOR
HUIDER JUANITO MERA MONTENEGRO**

<https://orcid.org/0000-0001-6830-5415>

Chiclayo, 2021

**APLICACIÓN WEB MÓVIL PARA MEJORAR LA
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LOS
CAMPAMENTOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN
TANTAHUATAY, CAJAMARCA**

PRESENTADA POR:
JOSE ANDRE ESQUIVEL YOVERA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

APROBADA POR:

Héctor Zelada Valdivieso
PRESIDENTE

Jury Yesenia Aquino Trujillo
SECRETARIO

Huider Juanito Mera Montenegro
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios por darme su bendición y sabiduría para culminar este objetivo, así mismo se la dedico a mis padres José Luis y Guillermina, por siempre apoyarme y confiar en que cumpliría este objetivo para orgullo y alegría de ellos, también a mi esposa Hanna, quien incondicionalmente me ha apoyado e impulsado en mi crecimiento profesional, y a mis hijos Adriana y Liam quienes son mi motivo para esforzarme hacer cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a mi asesor el Mgr. Huilder Mera por su guía, apoyo y confianza durante el desarrollo de la investigación, asimismo a la Ing. Jury Murillo por sus consejos durante el curso de tesis. También a mis compañeros de trabajo de la empresa Maxlim S.R.L por su comprensión y apoyo. Como también extender mi agradecimiento al Superintendente y Administrador del área de administración de CIA Coimolache S.A. de la U.P. Tantahuatay por las facilidades y apoyo en el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	22
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	25
2.2.1. MANTENIMIENTO	25
2.2.2. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	25
2.2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO	30
2.2.4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO:	33
2.2.5. PROCESO UNIFICADO DE RATIONAL (RUP)	34
2.2.6. APLICACIONES	36
2.2.7. ISO 25010	38
III. METODOLOGÍA	40
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	40
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	40
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	41
3.3.1. POBLACIÓN	41
3.3.2. MUESTRA	41
3.3.3. MUESTREO	42
3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN	43
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
3.5.1. VARIABLES	43
3.5.1.1. Variable independiente	43

3.5.1.2. Variable dependiente	43
3.5.2. INDICADORES (OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES)	44
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.7. PROCEDIMIENTOS.....	45
3.7.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO	45
3.7.2. ANÁLISIS DE RIESGOS	47
3.7.3. PRODUCTO ACREDITABLE	47
3.7.4. MANUAL DE USUARIO	48
3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	48
3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	49
3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	51
IV. RESULTADOS	52
4.1. EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....	52
4.1.1. ITERACIÓN #1: PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO (PLAN DE SISTEMAS)	52
4.1.2. ITERACIÓN #2: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – MODELADO DE NEGOCIO.....	66
4.1.3. ITERACIÓN #3: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – CASOS DE USO.....	71
4.1.4. ITERACIÓN #4: ANÁLISIS	80
4.1.5. ITERACIÓN #5: DISEÑO.....	82
4.1.6. ITERACIÓN #6: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA.....	94
4.2. EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	95
4.2.1. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 1	95
4.2.2. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 2	95
4.2.3. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 3	95
4.2.4. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 4	95
4.3. IMPACTOS ESPERADOS	96
4.3.1. IMPACTOS ECONÓMICOS.....	96
4.3.2. IMPACTOS EN TECNOLOGÍA	96
4.3.3. IMPACTOS AMBIENTALES	96
V. DISCUSIÓN.....	96

VI. CONCLUSIONES.....	100
VII. LISTA DE REFERENCIAS	102
VIII. ANEXOS	105
ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS	105
ANEXO N° 02. ANÁLISIS DE RIESGOS	106
ANEXO N° 03. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	112
ANEXO N° 04. MANUAL DE USUARIO	113
ANEXO N° 05. ORGANIGRAMA EXTRUCTURAL DE LA EMPRESA MAXLIM 118	
ANEXO N° 06. CUADROS ESTADISTICOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO MENOR ENTRE LOS AÑOS 2017 Y 2019	119
ANEXO N° 07. REGISTRO FISICO DE ORDEN DE TRABAJO	120
ANEXO N° 08. ALGORITMO QUE PERMITE IDENTIFICAR LA PRIORIDAD DE UNA ORDEN DE TRABAJO	121
ANEXO N° 09. CHECK LIST DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE LA APLICACIÓN WEB MOVIL.....	122
ANEXO N° 10. RESUMEN DE ACEPTABILIDAD DE APLICACIÓN WEB MOVIL DE GESTION DE MANTENIMIENTO	123
ANEXO N° 11. CUMPLIMIENTO DE CARCTERISTICAS ACORDE A LA NORMA ISO 25010.....	125

LISTA DE TABLAS

TABLA I.....	44
TABLA II.....	45
TABLA III.....	49
TABLA IV.....	63
TABLA V.....	63
TABLA VI.....	106
TABLA VII.....	107
TABLA VIII.....	108
TABLA IX.....	109
TABLA X.....	110
TABLA XI.....	111
TABLA XII.....	119
TABLA XIII.....	119
TABLA XIV.....	124
TABLA XV.....	125

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:: KRUCHETEN [18], ESTRUCTURA DEL PROCESO RUP: DOS DIMENSIONES.....	36
FIGURA 2: LAS 08 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE SOFTWARE.[28]	39
FIGURA 3:DIVISIÓN DE TÉCNICAS DE MUESTREO SEGÚN NAMAKFOROOSH [31]	42
FIGURA 4:PROGRAMACIÓN DE DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIÓN WEB MÓVIL	63
FIGURA 5:DIAGRAMA DE CONTEXTO DEL NEGOCIO	66
FIGURA 6:DIAGRAMA DE CASO DE SU DEL NEGOCIO	67
FIGURA 7:DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO PROGRAMACIÓN DE OT	68
FIGURA 8:DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO/PREVENTIVO	68
FIGURA 9:DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO DE INFORMACIÓN	69
FIGURA 10: DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DEL PROCESO DE ALMACÉN	69
FIGURA 11:DIAGRAMA DE NEGOCIO.....	70
FIGURA 12:DIAGRAMA DE DOMINIO.....	70
FIGURA 13:MODELO DE CASO DE USO – SOLICITAR USUARIO	71
FIGURA 14:MODELO DE CASO DE USO – GESTIONAR USUARIO	71
FIGURA 15:MODELO DE CASO DE USO – INICIO DE SESIÓN	72
FIGURA 16:MODELO DE CASO DE USO – BASE DE DATOS DE ORDEN DE TRABAJO	72
FIGURA 17:MODELO DE CASO DE USO – REGISTRO DE INFORMACIÓN DE ALMACÉN	73
FIGURA 18:MODELO DE CASO DE USO – REGISTRO DE ORDEN DE TRABAJO NUEVA	73
FIGURA 19:MODELO DE CASO DE USO – ACTUALIZACIÓN DE ORDEN DE TRABAJO NUEVA	74
FIGURA 20:MODELO DE CASO DE USO – GENERAR REPORTES.....	74
FIGURA 21:DIAGRAMA DE CONTEXTO DE REQUERIMIENTOS.....	74
FIGURA 22: CASOS DE USO DE PAQUETE PROGRAMACIÓN	75
FIGURA 23:CASO DE USO DE PAQUETE MANTENIMIENTO CORRECTIVO/PREVENTIVO	75
FIGURA 24:CASOS DE USO DE PAQUETE ALMACÉN	75
FIGURA 25: CASOS DE USO DE PAQUETE INFORME	76
FIGURA 26: CASO DE USO DE PAQUETE SGM	76
FIGURA 27:DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DE PAQUETE PROGRAMACIÓN DE ORDEN DE TRABAJO	77
FIGURA 28: DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DE PAQUETE MANTENIMIENTO CORRECTIVO/PREVENTIVO	77
FIGURA 29: DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DE PAQUETE INFORMACIÓN.....	78
FIGURA 30: DIAGRAMA DE ACTIVIDAD DE PAQUETE ALMACÉN	78
FIGURA 31: DIAGRAMA DE OBJETOS DE PAQUETES	79

FIGURA 32: DIAGRAMA DE DOMINIO DE PAQUETES	79
FIGURA 33:DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN DE SOLICITAR USUARIO E INICIAR SESIÓN	80
FIGURA 34:DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN – REGISTRO DE DATOS PARA GENERAR UNA OT NUEVA	80
FIGURA 35: DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN - GENERAR UNA OT NUEVA	81
FIGURA 36: DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN - DATOS DE REGISTRO DE ALMACÉN	81
FIGURA 37: DIAGRAMA DE CLASES	81
FIGURA 38:DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN DE SOLICITAR USUARIO E INICIAR SESIÓN	82
FIGURA 39:DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN – REGISTRO DE DATOS PARA GENERAR UNA OT NUEVA	82
FIGURA 40: DIAGRAMAS DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN - GENERAR UNA OT NUEVA	83
FIGURA 41: DIAGRAMA DE CASOS DE USO DE REALIZACIÓN - DATOS DE REGISTRO DE ALMACÉN	83
FIGURA 42: DISEÑO DE BASE DE DATOS	83
FIGURA 43:DIAGRAMA DE SECUENCIA INICIAR SESIÓN	84
FIGURA 44: DIAGRAMA DE SECUENCIA DE PROGRAMACIÓN DE OT Y ACTUALIZACIÓN DE OT EJECUTADA	84
FIGURA 45:DIAGRAMA DE SECUENCIA GENERAR REPORTE Y CIERRE DE SESIÓN.....	84
FIGURA 46: DIAGRAMA DE CLASES	85
FIGURA 47: DIAGRAMA DE ESTADOS.....	85
FIGURA 48:INICIO DE SESIÓN	85
FIGURA 49: REGISTRO DE SOLICITUD DE USUARIO	86
FIGURA 50: PÁGINA DE INICIO DE APLICACIÓN WEB MÓVIL	86
FIGURA 51:INTERFACE DE MENÚ CONFIGURACIÓN: GESTIÓN DE PERSONAL.....	86
FIGURA 52: INTERFACE DE MENÚ CONFIGURACIÓN: PERSONAL NUEVO.....	87
FIGURA 53:INTERFACE DE MENÚ CONFIGURACIÓN: BÚSQUEDA DE PERSONAL POR DNI, NOMBRE O DIRECCIÓN.....	87
FIGURA 54:INTERFAZ GENERACIÓN DE CREDENCIALES DE USUARIOS (HABILITADO DE USUARIO Y CLAVE).....	87
FIGURA 55:INTERFAZ GENERAR Y ACTIVAR CREDENCIALES DE USUARIO.....	88
FIGURA 56:INTERFAZ: MANTENIMIENTO DE UBICACIÓN DE ALMACENES.....	88
FIGURA 57:INTERFAZ: NUEVA ALMACÉN Y UBICACIÓN DE CAMPAMENTO	88
FIGURA 58:INTERFAZ: TABLAS DE CATEGORÍA.	89

FIGURA 59:INTERFACE DE REGISTRO, MODIFICACIÓN O ELIMINACIÓN DE MATERIAL, INSUMO O REPUESTOS.	89
FIGURA 60:KARDEX (CONTROL DE INGRESO, SALIDA Y STOCK DE MATERIALES).....	89
FIGURA 61: INTERFAZ DE MANTENIMIENTO DE ÁREAS	90
FIGURA 62:INTERFAZ DE MANTENIMIENTO DE SUB ÁREAS	90
FIGURA 63: INTERFAZ DE MANTENIMIENTO DE SUB PARTE	90
FIGURA 64:INTERFAZ DE MANTENIMIENTO DE PIEZA	91
FIGURA 65:INTERFAZ DE MANTENIMIENTO TAREA TRABAJO	91
FIGURA 66:INTERFAZ DE NUEVA TAREA TRABAJO	91
FIGURA 67:INTERFAZ DE MODIFICAR TAREA TRABAJO	92
FIGURA 68: INTERFAZ DE LISTADO DE OT	92
FIGURA 69: INTERFAZ NUEVA SOLICITUD DE OT	92
FIGURA 70:INTERFAZ DE REPORTES DE TRABAJO (CAMPAMENTO POR TIPO DE MANTENIMIENTO, ESPECIALIDAD, ESTADO Y PRIORIDAD)	93
FIGURA 71: INTERFAZ DE REPORTE DE HORAS/HOMBRE	93
FIGURA 71: DIAGRAMA DE DESPLIEGUE DE APLICACIÓN WEB MÓVIL	93
FIGURA 72: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DE APLICACIÓN WEB MÓVIL	94
FIGURA 73: DIAGRAMA DE COMPONENTE SOLICITAR USUARIO.	94
FIGURA 74: DIAGRAMA DE COMPONENTE INICIO DE SESIÓN	94
FIGURA 76: LOGEO DE USUARIO PARA INGRESO A LA APLICACIÓN	113
FIGURA 77: REGISTRO DE USUARIO NUEVO.....	114
FIGURA 78: PÁGINA DE INICIO.	114
FIGURA 79: INTERFAZ DE VISUALIZACIÓN DE ESTADO DE LAS OT.....	115
FIGURA 80: INTERFAZ PARA GENERAR UNA SOLICITUD DE OT NUEVA	115
FIGURA 81: INTERFAZ DE REPORTES.....	116
FIGURA 82: GRAFICO DE REPORTE TIPO PASTEL	116
FIGURA 83: ESTADO DE OT	117
FIGURA 84:REGISTRAR NUEVA OT.....	117
FIGURA 85: ORGANIGRAMA MAXLIM UNIDAD DE PRODUCCIÓN TANTAHUATAY	118
FIGURA 86: ORDEN DE TRABAJO	120
FIGURA 87:ALGORITMO Y TABLA QUE PERMITE ORDENAR AUTOMÁTICAMENTE LA PRIORIDAD DE UNA ORDEN DE TRABAJO.....	121
FIGURA 88: CHECK LIST DE VALIDACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS.....	122
FIGURA 89: REGISTRO DE PRUEBAS DE APLICACIÓN.....	123

RESUMEN

El mantenimiento de equipos e infraestructura a nivel mundial hoy en día es considerada como un área crítica, que apoyan a los objetivos de producción de las empresas. El sector minero no está exento, por ello la Unidad de Producción (UP) Tantahuatay ubicada en el distrito y provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca busca mantener en óptimas condiciones y aumentar el tiempo de vida de sus instalaciones y equipos domésticos de sus campamentos, por medio del área de mantenimiento menor, la cual es administrada por la empresa contratista Maxlim S.R.L., quienes se encargan de los trabajos de mantenimiento en las instalaciones de la UP. A su vez presenta diversos problemas en sus procesos inmersos en la gestión de mantenimiento, como tener solicitudes de órdenes de trabajo (OT) descentralizadas, información inoportuna o mal detallada, stock inconsistente de materiales. Para la investigación se planteó como objetivo principal desarrollar una aplicación web móvil para mejorar la gestión de mantenimiento en los campamentos de la UP Tantahuatay, apoyado de los siguientes objetivos específicos: diseñar el algoritmo que permita identificar la prioridad de ejecución de las OT, implementar la aplicación web móvil empleando el algoritmo desarrollado para identificar la prioridad de ejecución de las OT, Validar la funcionalidad de la aplicación web móvil con los interesados según los requerimientos funcionales y no funcionales, finalmente Validar la aplicación web móvil según la normativa de calidad de software vigente (ISO 25010). La investigación de tipo experimental, y desarrollada mediante iteraciones de la metodología RUP para la implementación de la aplicación web móvil, logrando como resultados principales, centralizar y programar eficientemente las solicitudes de OT, controlar el almacén y su stock, contar con información oportuna y presentar a tiempo la información requerida por el cliente. Además, cumple con los requerimientos solicitados y cumple con las características de calidad de software según ISO 25010.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, Gestión de mantenimiento, Orden de trabajo, ISO 25010, Aplicación web móvil.

ABSTRACT

The maintenance of equipment and infrastructure worldwide today is considered as a critical area, which support the production objectives of companies. The mining sector is not exempt, therefore the Tantauatay Production Unit (UP) located in the district and province of Hualgayoc, department of Cajamarca, seeks to maintain in optimal conditions and increase the life time of its facilities and domestic equipment in its camps, through the minor maintenance area, which is managed by the contractor company Maxlim SRL, who are in charge of maintenance work at the UP facilities. In turn, it presents various problems in its processes involved in maintenance management, such as having decentralized work order (OT) requests, inappropriate or poorly detailed information, inconsistent stock of materials. For the research, the main objective was to develop a mobile web application to improve maintenance management in the UP Tantauatay camps, supported by the following specific objectives: to design the algorithm to identify the OT execution priority, to implement the mobile web application using the algorithm developed to identify the OT execution priority, Validate the functionality of the mobile web application with the stakeholders according to functional and non-functional requirements, finally Validate the mobile web application according to current software quality regulations (ISO 25010). The research of an experimental type, and developed through iterations of the RUP methodology for the implementation of the mobile web application, achieving as main results, efficiently centralizing and scheduling OT requests, controlling the warehouse and its stock, having timely information and presenting on time the information required by the client. In addition, it meets the requested requirements and meets the software quality characteristics according to ISO 25010.

KEYWORDS: Maintenance, Maintenance management, Work order, ISO 25010, Mobile web application.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de información hoy en día son imprescindibles en todos los ámbitos empresariales, debido a grandes beneficios, en los sectores mineros genera una mejor comunicación y gestión de la información, que conlleva a tomar decisiones importantes, en los ámbitos de producción, planificación, financieros y de mantenibilidad de sus equipos o infraestructura.

Vidal [1] nos da una breve reseña histórica del mantenimiento el cual dio inicio en el año 1782, con la invención de la máquina de vapor, y desde ese año se ha venido mejorando e implementando nuevas formas de gestionar el mantenimiento, tanto así que para el año de 1945 nace el concepto de mantenimiento preventivo. B. Veritas[2] menciona que, hasta el año 2017 el mantenimiento preventivo se realiza en un 56 a 64% de las plantas industriales a nivel mundial. Asimismo nuestro país no es la excepción, tanto así que en diciembre del año 2019 ANDINA [3] en una entrevista al gerente de mantenimiento de la empresa EULEN, nos manifiesta que las empresas formales del rubro de mantenimiento generan un aproximado de 200 millones de soles al año. Dándonos a entender que el área de mantenimiento hoy en día es un área crítica de cualquier empresa.

Lo que comentado en la entrevista no dista de la realidad problemática que se ha encontrado en la institución donde se ha desarrollado la presente investigación, pues el mantenimiento representa un pilar importante en el sector minero tanto para mantener sus equipos e infraestructura de sus campamentos en óptimas condiciones para laborar y convivir dentro la UP, es por ello que las empresas de mantenimiento generan grandes ingresos.

Por ende, el área de mantenimiento, la cual hoy en día es considerada como crítica, al no cuenta con una buena gestión de sus procesos para la ejecución de sus tareas y registro de información no se podría garantizar la obtención de beneficios como: incrementar el tiempo de vida de los equipos e infraestructura, reducción de costos en materiales y mano de obra, y a su vez mejorar la calidad del servicio.

El sector minero es uno de los que requiere el apoyo incondicional de un área de mantenimiento, pudiendo observarse esto en los costos de las empresas como por ejemplo podemos mencionar a la compañía minera Buenaventura. Quienes presentan el incremento de sus gastos económicos en mantenimiento del año 2015 al 2017 de \$7,514.00 a \$13,542.00, que representa el 3.48% sólo en el año 2017 en sus diversas unidades de producción a nivel nacional. Por consiguiente el mantenimiento de los campamentos de una UP es de gran importancia para su existencia en el tiempo, y más aún cuando nos referimos a la calidad de vida de sus trabajadores [4].

Se puede tomar como referencia una UP de la misma compañía minera en Ayacucho, en la cual se refleja en el porcentaje de conformidad de los servicios generales, en los campamentos, la cual está por debajo del 90 %, debido a que se aplica el mantenimiento correctivo no planificado, que da solución a las averías muchas veces fuera del plazo establecido, además se realiza de acuerdo al criterio de los operarios de mantenimiento y la urgencia que le asigne el Asistente de Servicios Generales [5].

La presente investigación se realizó en la UP Tantahuatay perteneciente a la compañía Buena Ventura, la cual está ubicada en la provincia y distrito Hualgayoc, departamento de Cajamarca, y es administrada por la empresa Minera Coimolache S.A. que por medio de su área de Administración supervisa y coordina los trabajos en el área de mantenimiento menor, la cual a su vez es administrada por la empresa contratista aliada Maxlim S.R.L.

Esta área cuenta con seis trabajadores operativos y dos administrativos, de los cuales el personal operativo se distribuye de la siguiente manera: dos técnicos eléctricos, un técnico multifuncional y tres auxiliares. Asimismo, el personal administrativo se distribuye en: un supervisor de mantenimiento y un asistente de mantenimiento.

En la UP Tantahuatay se ha identificado de acuerdo a sus procesos que engloban la gestión de mantenimiento los siguientes problemas:

En el **proceso de programación de Ordenes de trabajo**, actualmente se cuenta con un sistema en hojas de cálculo de Microsoft Excel, en la cual se registra las solicitudes que llegan de los diversos medios como correo electrónico, en formatos de hojas de cálculo de Microsoft Excel, documentos alojados en el servicio de Google Drive, por vía telefónica o por Whatsapp, esta descentralización de recepción de solicitudes de OT en ocasiones genera incumplimiento en la atención de OT debido a que no son revisadas oportunamente.

En los **procesos de mantenimiento correctivo y preventivo** se puede evidenciar que mayormente se atiende tareas de mantenimiento correctivo, siendo entre el año 2017 y 2019 un 92% a diferencia de un 8% en mantenimientos preventivos, asimismo el gasto solo de materiales, en el mismo periodo fue de \$103,169.64 las cuales podemos visualizar en las tablas XII y XIII del Anexo 06. Esto a raíz de que el proceso de programación no es eficaz.

Así mismo, en el **proceso de almacén**, se tiene problemas ya que no se tiene una información exacta del stock de los materiales, al no contar con esa información los pedidos se tornan a criterio del personal encargado del área, que en muchas ocasiones se compra materiales en cantidades excesivas o en otras cantidades que no permiten cumplir con los trabajos por falta de stock.

Finalmente tenemos el **proceso de información**, en el cual los reportes solicitados por el cliente no pueden ser entregados oportunamente, ya que la información tiene que ser registrada de las OT que cada personal técnico llena al finalizar su labor diaria. En ocasiones estos documentos físicos se extravían o tienen información discontinuada, ya que un técnico puede llenar una OT con fecha diferente. (Ver Figura 86 – Anexo 07)

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito se planteó la presente investigación denominada APLICACIÓN WEB MÓVIL PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LOS CAMPAMENTOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN TANTAHUATAY, CAJAMARCA, formulando

la siguiente interrogante ¿De qué manera una aplicación web móvil mejoraría la gestión de mantenimiento correctivo en los campamentos de la UP Tantauatay?

Para el desarrollo de esta investigación de tipo experimental se consideró como población al superintendente y administrador del área de administración de CIA Coimolache por parte del cliente y por parte de la empresa contratista a todo el personal del área de mantenimiento menor siendo un total de 08, a quienes se le entrevisto (ver anexo 03) para identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación a desarrollada. El objetivo principal que persigue esta investigación es desarrollar una aplicación web móvil para mejorar la gestión de mantenimiento correctivo en los campamentos de la UP Tantauatay, apoyado de los siguientes objetivos específicos: diseñar el algoritmo que permita identificar la prioridad de ejecución de las ordenes de trabajos, implementar la aplicación web móvil empleando el algoritmo desarrollado para identificar la prioridad de ejecución de las ordenes de trabajos, validar la funcionalidad de la aplicación web móvil con los interesados según los requerimientos funcionales y no funcionales, validar la aplicación web móvil según la normativa de calidad de software vigente (ISO 25010).

Para mantener un orden durante el desarrollo de esta investigación se ha dividido en nueve (9) capítulos: I) Introducción, donde se da un panorama amplio de la investigación; II) Marco teórico, plasmamos las bases científicas y teóricas que se emplearon para la investigación; III) Metodología, que se ha empleado para el desarrollo de la investigación y desarrollo de la aplicación; IV) Resultados, que se han obtenido como producto de la investigación; V) Discusión, que se realiza con los resultados de las investigaciones tomadas como referencia; VI) Conclusiones, a las que se ha llegado con los resultados obtenidos; VII) Recomendaciones, que se dan para futuras investigaciones; VIII) Lista de referencias, de los diversos autores que se han tomado para la investigación y IX) Anexos.

La presente investigación se justifica desde el punto de vista científico:

Debido al análisis del conocimiento ya existente con respecto a las variables en estudio, aplicación web móvil y gestión de mantenimiento, todo ello tomado de

diversos autores que aportan un sustento para desarrollar el marco teórico (antecedentes y teorías), además que se realizará un aporte a la comunidad universitaria que tiene relación con la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación ya sea a nivel regional y nacional, pues servirá como base para futuras investigaciones.

Así mismo la presente investigación se justifica en el ámbito financiero/económico ya que la aplicación web móvil se desarrollará con software libre, evitando costos de licenciamiento. Con respecto a la empresa, la implementación de la aplicación Web Móvil brinda una mejora muy significativa en la productividad dentro del área de mantenimiento, esto mediante la reducción de tiempos de ejecución de trabajos, calidad de servicio, entre otras mejoras al servicio de mantenimiento. Así mismo se dejará de gastar en papel y tinta de impresora en un 80%, ya que se tenía que imprimir las Ordenes de trabajo, teniendo un consumo estimado promedio semanal de un millar de papel.

Finalmente se justifica en el ámbito tecnológico, puesto que la solución implementada como producto de esta investigación, cumple con las necesidades especificadas que requiere el área de mantenimiento menor. Como parte de los antecedentes encontrados existen soluciones de TI ya implementadas en el mercado, sin embargo, dichas soluciones no cumplen con las necesidades del usuario y además presentan un alto costo por adquisición de licenciamiento y su adaptabilidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Se han considerado para esta investigación los siguientes antecedentes:

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Molina [6] identifica como problemática de su investigación la deficiencia en la gestión documentaria en un taller mecánico, debido a que se extraviaba las fichas de registro físicas de las labores mecánicas de un cliente y se deterioraban debido a que estas, están en constante manipulación por parte del personal mecánico, a ello se le suma la pérdida de tiempo durante la búsqueda de fichas de registro de trabajos o cliente en archivadores, teniendo en cuenta que la empresa va en crecimiento. Para esta investigación el autor empleó la metodología CRUD (en inglés: Create, Read, Update and Delete; en español: Crear, leer, actualizar y Borrar”), con la cual dio solución a la problemática informatizando el proceso actual de documentación física a una aplicación web, la cual le permita acceder a la información de cada cliente sin que se deteriore o pierda la información, de manera ordenada y oportuna desde cualquier dispositivo y cualquier lugar. Por ende, se generó como valor agregado el uso de software libre como PHP y gestor de base datos MySQL, para la solución informática. Se tomó en consideración la investigación debido a que su situación problemática que refiere implica optimizar el proceso documentario como registro de mantenimientos y clientes, todo ello como parte de la gestión de mantenimiento que se da en el taller mecánico, presentándose como solución una aplicación web.

Márquez [7] nos presenta en su investigación como problemática la deficiencia en la lectura analógica de variables físicas de motores electrónicos de inducción, generando un diagnostico poco fiable para su respectivo mantenimiento, para ello se empleó la metodología aplicada experimental, ya que se construyó un sistema de microcontroladores y un sistema de información para la gestión de mantenimiento de motores, en el cual se involucra diversas técnicas y

métodos de áreas como la electrónica, ingeniería de telecomunicaciones, mecánica e informática, permitiendo medir electrónicamente la evaluación simultánea de vibraciones, temperatura, potencia dando una información oportuna para su mantenimiento. Esta investigación tiene su valor agregado al integrar diversas áreas para obtener el resultado óptimo de información en una gestión de mantenimiento eficiente. El autor concluye que se pudo determinar las características de una interface electrónica empleando microcontroladores PIC 18F2550, así mismo se pudo desarrollar un software de información en plataforma MatLab en un sistema Windows 2010, pudiendo comprobar el uso de más de 2 tecnologías de mantenimiento predictivo para genera un diagnóstico más eficiente en una posible falla. La investigación fue considerada ya que mejora la lectura de datos analógicos a digitales para una mejor gestión de mantenimiento empleando software estático y ofimática por medio de hojas de cálculo de Microsoft Excel.

Morales [8] nos indica como problemática de su investigación paradas de equipos de su proceso de producción de Pellet (pequeñas porciones de material aglomerado o comprimido), para ello empleo la metodología AHP (analytic hierarchy process), con el cual identifica los equipos críticos del proceso para generar con ello un plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos. En la investigación se genera como valor agregado la identificación de equipos críticos a través de AHP. El autor llega a la conclusión que la integración de parámetros se pudo modelar de manera eficiente en la metodología AHP, y con los resultados generados se identificó los equipos críticos de la planta y finalmente se sugirió la adquisición de sistema informático de gestión de mantenimiento. El presente trabajo se tomó como referencia debido a que dentro del plan de mantenimiento que optimiza la gestión de mantenimiento propone en sus conclusiones que la empresa adquiriera un sistema de información para la recopilación de la extensa información de manteniendo.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Llaza [5] nos narra cómo problemática de su investigación que no se prevé, controla o se realizan seguimiento a las averías que se presentan en los campamentos mineros, ocasionando que no sean solucionadas a la brevedad. En la presente investigación se empleó la metodología y herramienta de BSC (Balanced ScoreCard). Para la realización de un control de mantenimiento preventivo de servicios para viviendas en un campamento minero, disminuyendo la cantidad de reportes de averías de mantenimiento correctivo, controlando y haciendo seguimiento de las mismas. La investigación tiene como valor agregado el uso del BSC para el desarrollo de un plan de control de mantenimiento preventivo. en el cual se concluyó un planteamiento de metas como lograr un 87% en aspectos financieros en el uso de un presupuesto de mantenimiento, lograr un 90% de satisfacción de los usuarios, mejora de procesos en un 20% y un 2.91% en beneficios de salud de morbilidad por enfermedades respiratorias. La presente investigación se seleccionó como referencia ya que trata de mejorar la gestión de mantenimiento empleando la herramienta de BSC, planteando metas importantes para el área.

Cáceres [9] presentan en su investigación como problemática que el mantenimiento de camiones gigantes no cuenta con una gestión de mantenimiento eficiente ya que toma demasiado tiempo cuando se presenta una avería u ocurren fallas ocasionales, para ello se empleó la metodología de RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad), logrando gestionar de mejor forma los indicadores de confiabilidad del mantenimiento de los camiones gigantes, concluyendo que los indicadores de confiabilidad de mantenimiento son: disponibilidad del camión en un 87%, tiempo promedio de fallas 27.76 horas/falla, tiempo promedio de reparación 3.91 horas/falla, confiabilidad 58.05 %, mantenibilidad 62,89% y eficiencia global de flota 69.97%; empleando el análisis de criticidad se pudo identificar el sistema block-culata y sistema de combustible como los más críticos el cual representa un 22.8% de disponibilidad de los equipos y finalmente se desarrolló un

plan de mantenimiento basado en confiabilidad en el cual se engloba el plan de mantenimiento, procedimientos y procesos con la finalidad de disminuir las fallas e identificar los puntos críticos. La investigación se tomó en cuenta ya que emplea una metodología como RCM para elaborar un plan de mantenimiento el cual mejora la gestión de mantenimiento en los camiones gigantes evitando paradas operacionales no programadas o tiempos de mantenimiento extensos.

Vargas [10] identifica como problema en su investigación que no hay una centralización de las solicitudes de atención de soporte técnico y el control de stock de equipos, accesorios o consumibles las cuales son ingresadas en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, asimismo el registro de entrega y devolución de equipos se realiza en un cuaderno de cargos el cual ingresan información inexacta. por ende, planteo la implementación de una aplicación web. Siendo esta una investigación no experimental de tipo descriptiva y empleo para el desarrollo de la aplicación la metodología RUP. Permitiendo con la implementación de la aplicación web una mejor gestión del servicio técnico. Concluyendo en que se optimiza la atención a los usuarios, los tiempos de espera en solucionar un problema y la calidad del servicio, reflejándose en mejoras de productividad de la empresa. Y se tomó en cuenta debido a su problemática que se describe como parte de la gestión del mantenimiento del área de servicio técnico, es solucionado mediante la implementación de una aplicación web empleando iteraciones de la metodología RUP.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Pacheco [11] nos presenta en su investigación que en la empresa Hydro Patapo S.A.C tiene problemas con el mantenimiento de los equipos pesados de construcción, los cuales realizan trabajos de excavación, compactación, transporte de agregados, preparación de concreto, entre otros, los cuales al presentar fallas inesperadas o repentinas son puestas en mantenimiento de carácter correctivo, parando el avance de las

obras, para ello el investigador empleo la metodología RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad), logrando realizar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, con el cual se alcanza eficientemente la mejora de recursos y rendimiento de los equipos. Y logra un valor agregado debido a que al uso de la metodología RCM optimiza la gestión del mantenimiento de las maquinarias evitando paradas imprevistas y retraso del proyecto de construcción. Llegando a concluir que la implementación de RCM ayudo a identificar las maquinarias críticas, tiempo de inoperatividad y costos que surgen de estos. Así mismo la gestión de mantenimiento basado en RCM permitió la reducción de fallas minimizando los costos de mantenimiento correctivo y tiempo de inoperatividad de maquinaria y personal. La presente investigación se tomó como referencia debido a la solución que plantea a la problemática referida a la gestión de mantenimiento a la maquinaria con la cuenta para sus trabajos de construcción, en la cual implementa un plan de gestión de mantenimiento basado en la metodología RCM.

García [12] identifica como problemática de su investigación que las áreas de pilado y embolsado presentan un alto porcentaje de paradas no programadas de su maquinaria de planta, las cuales no cumplen con la programación de mantenimiento planificado ya que este depende del cumplimiento del programa de producción mensual, el cual al no cumplirse no permite tampoco el cumplimiento de las tareas de mantenimiento, así mismo no cuenta con un área que permita la recepción y almacenamientos de insumos, repuestos y herramientas para dicho fin. Para ellos se ha empleado en la investigación la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total), con la cual se ha implementado un plan de gestión de mantenimiento basado en esta metodología, para aumentar la confiabilidad de la maquinaria de la empresa comercial molinera, así mismo genera un valor agregado en el uso de una metodología diferente al RCM para generar un plan de gestión de mantenimiento. Y con ello logró llegar a concluir que la empresa genero un cierto nivel de resistencia ya que se veía las labores

de gestión y reportes como un sobre cargo de trabajo, además el diagnóstico sobre la situación actual realizado, en cual se calculó los indicadores de horas hombres por tipo de mantenimiento, eficiencia global de equipos, tiempo medio entre fallas, criticidad de áreas, días de paradas no programadas, determino las áreas específicas para la implementación de plan de mantenimiento, el cual se basó en la programación de tareas y frecuencia de desarrollo, con equipos multidisciplinarios para realizarlas eficientemente. Se tomó como referencia la investigación por la problemática presentada la cual tiene relación debido a que busca mejorar la gestión de mantenimiento de la máquina de planta en el servicio de pilado empleando una metodología como MTP, en la cual emplea herramientas de análisis como: análisis de criticidad, documentario, fallos, calculo OEE e inspección visual.

Salazar [13] en su investigación plantea como problemática el tiempo de desarrollo de reportes manualmente en una hoja de cálculo, la demorar en la toma de decisiones por la entrega a destiempo de los reportes, esto causa la demora en las acciones a tomar por el área de mantenimiento disminuyendo el nivel de satisfacción de los clientes al no dar solución a los problemas de averías de los equipos de telecomunicación, para ello emplea la metodología Business Dimensional Lifecycle de Ralph Kimball, con la cual se ha generado reportes de business intelligence (BI) que permiten evaluar productividad, reincidencia y dilación del área, por ello la importancia en el uso de BI para la toma de decisiones en el área de mantenimiento como parte de la gestión, por ende el autor llega a concluir que se pudo desarrollar un Datamart empleando la metodología business dimensional lifecycle, logrando una planificación y programación de tareas, así mismo se generó reportes que requería la jefatura del área para el análisis de sus procesos y se logró disminuir el costo por horas extras en cumplimiento de actividades de los supervisores. Finalmente, la relación que tiene la investigación, es el desarrollo de reportes para la toma de decisiones que forma parte de la gestión de mantenimiento.

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1. MANTENIMIENTO

García [14] lo define como un grupo de técnicas orientadas a conservar equipos e instalaciones en funcionamiento durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.

Al transcurrir los años el mantenimiento ha evolucionado, ya que no solo está orientado a realiza mantenimiento correctivo como en sus inicios durante la primera y segunda guerra mundial en las industrias, sino que hoy en día las áreas de mantenimiento están orientándose hacia el mantenimiento preventivo y el Mantenimiento Predictivo.

2.2.2. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Para entender la gestión de mantenimiento primero definiremos estos términos por separado.

Pérez and Merino [15] define **Gestión**, del latín gestío, y refiere a una acción y resultado de administrar o gestionar algo.

Pérez and Gardey [16] define **Mantenimiento**, como un acto y resultado de mantenerse o mantener un equipo o edificación.

Por consiguiente, podemos definir que la gestión del mantenimiento es administrar procesos para mantener en buen funcionamiento un equipo o infraestructura. Además, S. García [14] nos manifiesta que la importancia de la gestión del mantenimiento se debe a:

- **Competencia que obliga a rebajar costes**, es necesario mejorar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra.
- **La aparición de técnicas que se requieren analizar**, las cuales hay que evaluar, para determinar si su implantación traería beneficios a la empresa y saber cómo desarrollarlas, en el caso de ser aplicadas.

- **Que los departamentos necesitan estrategias**, criterios a aplicar, que sean relacionados con los objetivos trazados por la dirección.
- **La calidad, la seguridad, y las interrelaciones con el medio ambiente que son aspectos que han tomado una extraordinaria importancia en la gestión industrial.** Se debe tener en cuenta estos aspectos para incluirlos en las formas de trabajo de los departamentos de mantenimiento.

2.2.2.1 Gestión de repuestos

García [14] lo considera como un costo importante dentro de gestión de mantenimiento, debido a que constituye el consumo de repuestos. El cual puede afectar sino se tiene un stock adecuado.

Por ello se debe tener en cuenta 5 aspectos en la selección del stock:

- **La criticidad**, se identifica al analizar los equipos y determinar su importancia, mediante un análisis de criticidad y ayuda a su vez a dividir a los equipos en: equipos críticos, equipos importantes y equipos prescindibles.
- **El consumo**, Se identifica por medio de datos históricos de fallas de equipos, como también de las listas de pedidos frecuentes de acuerdo al periodo.
- **El costo**, Se identifica de acuerdo al producto y su necesidad, por ejemplo, de ser repuestos para mantenimiento fijos preventivos se puede determinar la cantidad a tener en stock, de no serlo sería un gasto en vano tenerlos y elevaríamos los costos del almacén.

- **Plazo de aprovisionamiento**, se debe tener en cuenta el tiempo de entrega por parte de los proveedores que pueden ser locales o de fuera, así mismo su disponibilidad de adquisición ya que algunos pueden obtenerse con facilidad y otros pueden tardar meses en llegar.

Además, cada repuesto debe estar identificado correctamente al llegar al almacén, deben contar con la siguiente información:

- Código del repuesto.
- Tipo de repuesto (consumible, repuesto genérico, repuesto específico).
- Descripción de producto.
- Referencia comercial.
- Fabricante y/o proveedor.
- Tipo de empaquetamiento que viene el material.
- Hoja de características técnicas (*DataSheet*).
- Hoja de seguridad en caso de productos químicos.
- Sistema de almacenamiento (en caso condición especial).
- Ubicación dentro del almacén.
- Costo.

2.2.2.2 Gestión de recurso humano:

García [14] define el talento humano como pieza clave del mantenimiento, por ende, siempre se debe contar con una cantidad adecuada de personal, quienes deben tener la formación adecuada para las tareas, estar organizado y tener un rendimiento adecuado, para ello debemos considerar:

- **Especificar bien el puesto de trabajo**, se debe definir claramente las funciones a realizar y que sean relacionadas con el puesto de mantenimiento requerido, para así poder definir las características del personal a seleccionar. El personal se puede diferenciar también por 2 tipos de puestos:

- **Directos**, aquellos que ejecutan los trabajos, como, por ejemplo: mecánico, electricista, cerrajero, etc.
 - **Indirectos**, aquellos que realizan funciones de apoyo, como planificación, control o preparación de los trabajos que va a realizar el personal directo. Como, por ejemplo: Jefe de mantenimiento, planificador, asistente administrativo, etc.
- **Elaborar un mapa jerárquico del área**, que permite identificar la estructura del área.
 - **Contar con personal especializado y polivalencia**, no solo se debe contar con personal de una especialidad específica, sino también personal polivalente, lo cual hoy en día no es fácil encontrar y tienen que ser en su mayoría formados por la misma empresa.
 - **Motivar al personal**
Motivar al personal de mantenimiento es más difícil que otras áreas, debido a que tiene 3 características indispensables:
 - Sustituirlo no es fácil debido a su formación y experiencia.
 - El grado de tensión es más que en otras áreas.
 - Se observa un mayor nivel de competencia.

Para poder motivar al personal se puede tener en cuenta lo siguiente:

- Sus opiniones sean escuchadas.
- Al requerir algo se le facilite con rapidez.
- Notar que la empresa lo considera como un trabajador valioso, y no un simple número.

- El personal al mando le traten con respeto.
- El pago económico que percibe le permite cubrir sus necesidades, y este acorde a su especialización.
- Escuchar y plasmar en documentos sus sugerencias, así como evaluar sus propuestas de mejora.
- Facilitar mayor formación para que desarrolle nuevas destrezas.
- Preocuparse por las dificultades de su trabajo, conocer de ellos mismo los riesgos de su trabajo; conocer las condiciones del taller, horarios, etc.

2.2.2.3 Gestión de información:

García [14] refiere a gestionar la gran cantidad de información del área de mantenimiento, teniendo en cuenta las OT que se solicita y ejecutan, las cuales detallan información valiosa.

- **Orden de trabajo:**

Es un documento por el cual se le indica al personal directo la labor a realizar, y en la cual se recoge información importante de la tarea ejecutada, básicamente debe tener los siguientes datos: número correlativo, el equipo o instalación a intervenir, la tarea que debe hacer, especialidad, materiales empleados, la fecha de solicitud y de ejecución de la tarea y la prioridad de ejecución. Los ordenes de trabajo pueden ser:

- Ordenes de trabajo correctivas
- Ordenes de trabajo preventivas

- **Informes:**

Documentación que resume la información y que permite tomar decisiones. Son elaborados en su gran mayoría por gráficos y tablas estadísticas.

2.2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.3.1 Mantenimiento Correctivo

García [17] lo define como la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se muestran de manera imprevista. Es la tarea habitual de reparación tras una avería inesperada que obliga a detener los equipos o uso de las instalaciones por un fallo.

Ávila [18] divide las actividades de mantenimiento correctivo en dos clases desde el punto de vista técnico:

- **Mantenimiento rutinario**, es la corrección de fallas que no afecta mucho a los procesos.
- **Mantenimiento de emergencia**, Son correcciones que deben ser atendidas en un plazo breve.

Se considera como acciones del mantenimiento correctivo:

- Acciones inmediatas, que reencausan la condición u operación.
- Son acciones de carácter temporal, ya que el control alcanzado es momentáneo.

García [17] menciona algunas ventajas del mantenimiento correctivo:

- No genera gastos fijos
- No requiere programar ni prevenir ninguna actividad
- Se gasta dinero cuando se está seguro que se necesita hacerlo.
- A corto plazo puede generar un buen resultado económico.
- Hay equipos donde el mantenimiento preventivo no genera ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.

Estas son algunas razones por las que diversas empresas se inclinan hacia el mantenimiento correctivo. No obstante, estas

empresas olvidan que este tipo de mantenimiento tiene importantes inconvenientes, tales como:

- Las paradas y fallos pueden ocasionarse impredeciblemente afectando la producción la cual se vuelve impredecible y poco fiable.
- Se asumen riesgos económicos que pueden ser importantes.
- Se acortan la vida útil de los equipos o infraestructura.
- Dificulta el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, debido a que se ignora la causa. Es por ello, que la avería puede repetirse una y otra vez.
- Hay tareas rentables en cualquier tipo de equipo. Aunque es difícil que se pueda justificar su no realización en base a criterios económicos: los engrases, las limpiezas, las inspecciones visuales y los ajustes.
- Las averías y el funcionamiento anormal no sólo ponen en riesgo la producción, sino también ponen en riesgo a las personas o al medio ambiente si suceden accidentes.
- Basar el mantenimiento en la corrección de fallos supone contar con técnicos muy cualificados, y con un stock de repuestos e insumos importante.

Las empresas que emplean las ventajas del mantenimiento correctivo difícilmente superarán sus inconvenientes. Por ende, la mayor parte de las empresas que basan su mantenimiento en las tareas de tipo correctivo no han evaluado a profundidad si es la forma más rentable y segura de abordar el mantenimiento, y operan así por otras razones.

2.2.3.2 Mantenimiento preventivo

Newbrough [19] lo define como la conservación planeada de la infraestructura y equipos, el cual es producto de inspecciones que encuentran condiciones defectuosas. Su objetivo es disminuir los fallos o averías, así como su

depreciación excesiva de parte de una infraestructura o equipo.

El mantenimiento preventivo bien orientado es una herramienta que disminuye costos, y que asegura la conservación y operación de una instalación o equipo.

García [18] identifica algunas ventajas del mantenimiento preventivo tales como:

- **Seguridad**, Las instalaciones o equipos funcionan en excelente estado y con seguridad, debido a que, se identifica mejor su estado físico y condiciones de funcionamiento u operación.
- **Vida útil**, una instalación o equipo sujeta al mantenimiento preventivo tiene una mayor vida útil que la que tendría con un mantenimiento correctivo.
- **Costo de reparación**, reduce el costo de reparaciones si se emplea mantenimiento preventivo.
- **Inventarios**, disminuye el costo de inventarios, puesto que se determina en forma más clara los materiales de mayor consumo y se logra prever su uso en el tiempo.
- **Carga de trabajo**, es más uniforme, pues se puede reducir al minimizar las emergencias.

El mantenimiento preventivo te permite elaborar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos o infraestructura en el cual se describen las operaciones que deben efectuarse y la periodicidad con las que deben realizarse.

- **Plan de mantenimiento preventivo**

Ávila [18] lo define como una hoja en la cual se describe las operaciones que se deben efectuar y la prioridad con que deben realizarse el mantenimiento.

En el plan de mantenimiento se debe determinar:

- Que se debe inspeccionarse.
- La frecuencia que se debe inspeccionar y evaluar.
- A qué se debe dar mantenimiento.
- El periodo en que se debe dar el mantenimiento.
- Cuál debe ser la vida útil y económica de dichos elementos.

2.2.3.3 Mantenimiento Predictivo

Tavares [20] también lo llama “Mantenimiento previsivo o Control predictivo del mantenimiento”, cuyo objetivo es realizar el mantenimiento preventivo en el tiempo exacto.

Es decir, el mantenimiento predictivo se centra en determinar el momento exacto para la ejecución del mantenimiento preventivo de un equipo o edificación, ósea el punto a partir de la probabilidad que el equipo o edificación falle.

2.2.4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO:

Ávila [18] manifiesta que un programa de mantenimiento tiene como finalidad:

- Establecer las fechas de inicio y termino de una tarea.
- Define la secuencia de los trabajos.
- Conocer la intervención de mano de obra.
- Establecer los tiempos de pedido de materiales.

En resumen, un programa de mantenimiento permite organizar y determinar los trabajos de acuerdo a una prioridad, asimismo nos permite ahorrar costos de adquisición de materiales en momentos críticos.

2.2.5. PROCESO UNIFICADO DE RATIONAL (RUP)

Sommerville [21] presenta la metodología RUP como un modelo de proceso moderno que proviene del trabajo en conjunto de UML (*Unified Modeling Language* o en español Lenguaje unificado de modelado), y RUP (*Rational Unified Process*) para el desarrollo de software. Asimismo, RUP reúne todos los elementos de los modelos de procesos genéricos, interacciones de ayuda e ilustra buenas prácticas en el detalle y el diseño.

RUP se describe normalmente desde tres perspectivas.

1. **Dinámica**, muestra las fases del modelo sobre el tiempo
2. **Estática**, muestra las actividades del proceso que se representan
3. **Práctica**, sugiere buenas practicas a utilizar durante el proceso.

RUP es un modelo que plantea cuatro fases diferentes en el proceso de software. Las cuales se relación con contenidos del negocio que técnicos. Estas faces son:

1. **Inicio**, El objetivo es el de definir un caso de negocio para el software. Se deben identificar todas las entidades externas (personas y sistemas) que interactúan con el sistema y definir estas interacciones.
2. **Elaboración**, refiere desarrollar una visión del dominio del problema, estableciendo un marco de trabajo arquitectónico para el sistema y elaborar un plan para proyecto e identificar los riesgos claves del mismo.
3. **Construcción**, comprende el diseño del sistema, la programación y las pruebas.
4. **Transición**, refiere pasar el sistema del ámbito de desarrollo hacia el ámbito del usuario y hacerlo funcionar en un entorno real.

La vista estática de RUP se centra en las actividades que tienen lugar durante el proceso de desarrollo. Estas se llaman flujo de trabajo. Existen seis flujos de trabajos del proceso identificado y tres flujos de trabajo principales de trabajo de soporte. La descripción del flujo de trabajo se orienta alrededor de UML.

1. **Modelado del negocio**, Aquí se modela los procesos del negocio empleando casos de uso de negocio.
2. **Requerimientos**, Para esto se definen actores que interactúan con el sistema y desarrollan casos de uso para modelar los requerimientos del sistema.
3. **Análisis y diseño**, se crea y documenta un modelo del diseño empleando modelos arquitectónicos, modelos de componentes, modelos de objetos y modelos de secuencias.
4. **Implementación**, se genera automática el código de los modelos del diseño ayudando acelerar este proceso.
5. **Pruebas**, son un proceso interactivo que se llevan a desarrolla conjuntamente con la implementación.
6. **Despliegue**, se crea un reléase del producto, se distribuye a los usuarios y se instala en su lugar de trabajo.
7. **Configuración y cambios de gestión**, Aquí el flujo de trabajo de soporte gestiona los cambios del sistema.
8. **Gestión del proyecto**, refiere a gestionar el desarrollo del sistema.
9. **Entorno**, Se debe hacer herramientas de software indicadas y accesibles para los grupos de desarrollo de software.

Kruchten[22] nos gráfica, en la figura 01. la arquitectura general de RUP. El proceso tiene dos estructuras o también consideradas como dos dimensiones:

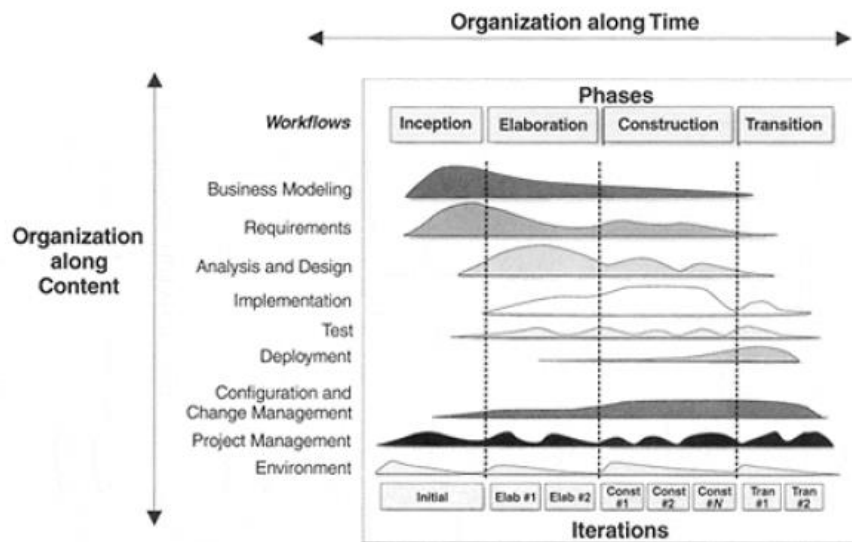


Figura 1:: Kruchten [18], Estructura del proceso RUP: Dos dimensiones

2.2.6. APLICACIONES

Villar [23] lo define como un conjunto de programas que realizan una función específica y que sirven para procesar la información a nuestro gusto. Estos programas permiten realizar todo tipo de tareas, como redactar documentos, generar presentaciones, almacenar o gestionar bases de datos, dibujos vectoriales, etc.

2.2.6.1 Tipos de aplicaciones

Las aplicaciones se dividen en 2 grandes grupos bien marcados los cuales son aplicaciones de escritorio y las aplicaciones web.

- Escritorio,

Beekman [24] las describe como las que permiten a los usuarios controlar sus ordenadores, los cuales pueden ser ejecutados con o sin internet, así mismo para un determinado sistema operativo, principalmente son gestores.

Las aplicaciones de escritorio en su mayoría suelen ser licenciadas, por ende, cuando uno realiza la adquisición de una aplicación no compra el software sino la licencia para usarla

- **Aplicaciones web**

Beekman [24] describe dos características básicas que son una base de datos para almacenar información y una programación personalizada en diferentes lenguajes de programación como HTML, CSS, Java y JavaScript. Estas aplicaciones tienen como ventajas de que no necesita la instalación de ningún componente en particular, ni la aprobación de algún fabricante para que las aplicaciones puedan funcionar adecuadamente.

• **Aplicación web tradicional**

Bernal, Cortijo and Cubero [25] las distinguen de las aplicaciones de escritorio convencionales en su implementación de interfaz de usuario empleando lenguaje de programación como C++ o Java, se emplean en páginas web. Asimismo, tenemos aplicaciones web multicapa las cuales se accede a su interfaz utilizando formularios HTML, desarrollan su lógica en sistemas distribuidos y almacenan sus datos en gestores de bases de datos relacionales.

• **Adaptive web (Web Adaptativa)**

Hiard [26] define a la Web adaptativa como aquella que se puede adaptar a diferentes terminales sean de escritorio o móviles de los usuarios.

2.2.6.2 APP (Application)

Cuello and Vittone [27] describen a las APP abreviatura en inglés Application o en español Aplicación, como equivalentes a un programa de computadora, pero van instalados en un dispositivo móvil. Así mismo tenemos 2 tipos de aplicaciones que son:

- **Aplicaciones nativas**

Cuello and Vittone [27] define como aplicaciones que se desarrollan para un dispositivo y sistema operativo móvil específico, para obtener el ejecutable el código se compila de la misma manera como se realiza en las aplicaciones de escritorio.

Su principal ventaja es la posibilidad de interactuar con todas las capacidades del dispositivo, además no depende de internet para interactuar, tienen ejecución rápida.

- **Aplicaciones híbridas**

Cuello and Vittone [27] nos describe a este tipo de aplicaciones como resultado, de la mejor combinación de aplicaciones web y nativas, para estas aplicaciones se emplean tecnologías multiplataforma como HTML, Javascript y CSS, además puede acceder a buena parte de las capacidades de los dispositivos, asimismo se puede reutilizar el código para múltiples plataformas y posibilita utilizar las características de hardware del dispositivo.

2.2.7. ISO 25010

ISO [28] es un modelo de sistema de evaluación en la cual se determinan características para la calidad de un producto de software, el cual se interpreta como el cumplimiento en los requisitos de usuarios.

Este modelo de calidad está conformado por ocho características que se muestran en la siguiente figura 02:

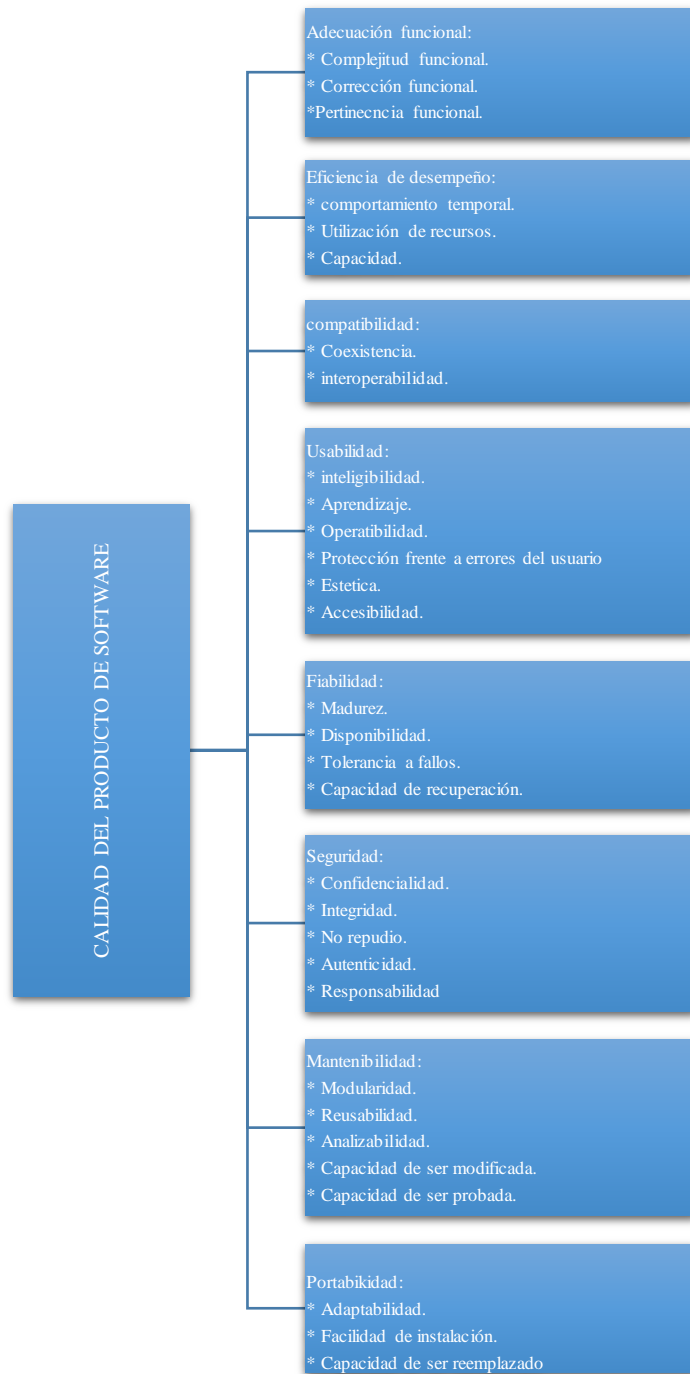


Figura 2: Las 08 características de calidad de software[28].

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Conforme a la descripción de Hernández [29] el tipo de investigación de este proyecto es experimental, debido a que se va a evaluar el resultado de las acciones ejecutadas en la investigación.

Por ende, en la presente investigación se va a desarrollar e implementar una aplicación Web Móvil que mejora la gestión del mantenimiento de los campamentos de la U.P. Tantahuatay. Para la cual se empleará la metodología de desarrollo de software RUP.

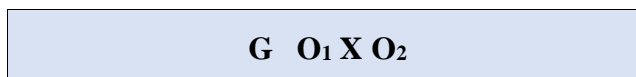
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Bernal [30] de acuerdo a los niveles descritos la investigación es Descriptiva, ya que se va a identificar el objeto de estudio, y se procederá a describirlo, considerando que la presente investigación es la aplicación web a desarrollar.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Considerando lo descrito por Bernal [30], la investigación se desarrolló mediante el diseño Cuasi experimental, ya que se va a medir un antes y un después en referencia a la gestión de mantenimiento mediante la elaboración de la aplicación Web Móvil.

Bernal [30] lo esquematiza de la siguiente manera:



Donde:

G = grupo experimental

X = variable independiente

O₁ = medición previa

O₂ = medición posterior

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. POBLACIÓN

Bernal [30] concuerda que para definir correctamente una población se debe considerar los siguientes términos:

- **Alcance:** Área de Administración de Minera Coimolache y área de mantenimiento menor Maxlim S.R.L. ubicada en la U.P. Tantahuatay
- **Tiempo:** de 2019 al 2020
- **Elemento:** Personal del área de administración de minera Coimolache y todo el personal del área de mantenimiento menor de Maxlim S.R.L en la UP Tantahuatay.
- **Unidades de muestreo:** Personal del área de administración de minera Coimolache y todo el personal de mantenimiento menor de Maxlim S.R.L en la U.P Tantahuatay.

Considerando lo antes mencionado el área de administración de minera Coimolache cuenta con 2 integrantes y el área de mantenimiento menor de la empresa Maxlim S.R.L, está conformada por 01 supervisor, 01 asistente de mantenimiento y 06 técnicos operativos.

3.3.2. MUESTRA

La muestra de la presente investigación va dirigida hacia el personal administrativo gerencial y personal del área de mantenimiento definiendo que la muestra está conformada por el Superintendente y Administrador del área de administración de minera Coimolache y los 08 integrantes del área de mantenimiento menor de la empresa contratista Maxlim S.R.L.

Siendo un total de 10 personas, a las cuales se le aplicara técnicas para recolección de datos para identificar los requerimientos de la aplicación Web móvil.

3.3.3. MUESTREO

Namakforoosh [31] nos presenta la importancia de realizar un muestreo, por las siguientes razones:

- Al medir toda la población llevaría mucho tiempo y dinero.
- Cuando se finalice la recopilación de información de toda la población, es posible que se hayan generado cambios.
- Se detienen procesos importantes.

A esto Namakforoosh [31] plantea un muestreo que se divide en dos tipos: los Probabilísticos y determinísticos. Estos a su vez se sub dividen como se puede mostrar en la Figura. 03.



Figura 3: División de técnicas de muestreo según Namakforoosh [31].

Considerando la división del autor podemos definir que nuestra investigación se ha realizado empleando la técnica de muestreo determinística intencional, debido a que los elementos de nuestra población han sido seleccionados en base a unos criterios específicos para la investigación.

3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

El criterio de selección de nuestra población se basó conforme a la descripción dada por Namakforoosh [31] referente a la técnica de muestreo Intencional, ya que se han considerado criterios específicos como:

- Cargo para toma de decisiones.
- Área específica relacionada con la investigación.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables que se han utilizado como elementos básicos en el desarrollo de la hipótesis están identificadas de la siguiente manera:

3.5.1. VARIABLES

3.5.1.1. Variable independiente

Aplicación web móvil

3.5.1.2. Variable dependiente

Gestión de mantenimiento en los campamentos de la unidad de producción Tantahuatay, Cajamarca

3.5.2. Indicadores (Operacionalización de variables)

TABLA I
INDICADORES

Objetivo específico	Indicador(es)	Definición conceptual	Unidad de medida	Instrumento	Definición operacional
Diseñar el algoritmo que permita identificar la prioridad de ejecución de las ordenes de trabajos.	Tiempo de ejecución de algoritmo diseñado	Segundos que demora el código en el momento de ser ejecutado	Tiempo	reloj	Segundos que demora en ejecutar la el código
Implementar la aplicación web móvil empleando el algoritmo desarrollado para identificar la prioridad de ejecución de las ordenes de trabajos	Porcentaje de requerimientos funcionales implementados.	Número de Requerimientos funcionales implementados	Porcentaje	Lista de verificación	% de requerimientos funcionales confirmados
	Porcentaje de requerimientos no funcionales tomados en cuenta en la implementación.	Número de Requerimientos No funcionales implementados	Porcentaje	Lista de verificación	% de requerimientos No funcionales confirmados
Validar la funcionalidad de la aplicación web móvil con los interesados según los requerimientos funcionales y no funcionales.	Porcentaje de requerimientos funcionales validados por los interesados.	Número de Requerimientos funcionales desarrollados en la aplicación web móvil	Porcentaje	Lista de verificación	% de requerimientos funcionales validados
	Porcentaje de requerimientos no funcionales validados por los interesados.	Número de Requerimientos funcionales desarrollados en la aplicación web móvil	Porcentaje	Lista de verificación	% de requerimientos No funcionales validados
Validar la aplicación web móvil según la normativa de calidad de software vigente (ISO 25010).	Porcentaje de cumplimiento de los criterios de calidad de la aplicación web móvil respecto a la normativa de calidad vigente ISO 25010	Número de características tomadas en cuenta para el desarrollo de la aplicación web móvil	Porcentaje	Evaluación de calidad ISO 25010	% de características confirmadas

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TABLA II
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumentos	Elementos de la población	Propósito
Entrevistas	Entrevista programada	Superintendente y Administrador de campamentos de minera y todo el personal del área, un total de 08	Recopilar información que apoye a identificar los requerimientos para la aplicación web
Observación sistemática	Observación directa, registro de datos	Personal administrativo del área de mantenimiento de campamento	Corroborar la información generada y su calidad para cumplir con los requerimientos identificados
Análisis de documentos	Formatos físicos y digitales	Personal administrativo del área de mantenimiento de campamento	Analizar los registros físicos y digitales de las ordenes de trabajo y almacén

3.7. PROCEDIMIENTOS

3.7.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Para el desarrollo de la aplicación web móvil se ha visto una metodología que nos permita cumplir con los estándares de desarrollo de aplicaciones web y que se pueda documentar, para ello se ha considerado la metodología RUP, y se desarrollaran las siguientes iteraciones:

1. Iteración #1: Planificación del proyecto (Plan de sistemas)

En la primera iteración se desarrolló las siguientes actividades:

- Participantes del proyecto.
- Descripción general de la empresa.
- Organización de la empresa.
- Análisis de situación tecnológica.
- Plan del sistema propuesto.
- Factibilidad para el desarrollo del proyecto.
- Glosario de términos.

2. Iteración #2: Análisis Preliminar de Requerimientos – Modelado de Negocio.

En la segunda iteración se desarrolló las siguientes actividades:

- Diagrama de contexto de negocio.
- Requerimientos funcionales.
- Requerimientos no funcionales.
- Diagrama de casos de uso de negocio.
- Por cada proceso de negocio (caso de uso de negocio) modelar.
- Diagrama de objetos de negocio.
- Modelo de dominio.

3. Iteración #3: Análisis Preliminar de Requerimientos – Casos de Uso

En la tercera iteración se desarrolló las siguientes actividades:

- Modelo de casos de uso (Modelo de requerimientos).
- Diagrama de contexto.
- Diagrama de casos de uso (Por paquete).
- Diagrama de objetos.
- Diagrama de objetos general (Modelo del dominio).

4. Iteración #4: Análisis

En la cuarta iteración se desarrolló las siguientes actividades:

- Diagrama de realizaciones de casos de uso de análisis.
- Diagrama de clases general.

5. Iteración #5: Diseño

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- Diagrama de realizaciones de casos de uso de diseño.
- Diagrama de secuencia.
- Diagrama de clases general
- Diseño de base de datos.
- Diagrama de estado.
- Diseño de interfaces.

- Diseño de arquitectura.
- Diseño de infraestructura tecnológica.

6. Iteración #6: Implementación y Prueba

En esta iteración se desarrollaron las siguientes actividades:

- Diagrama de componentes.
- Pruebas unitarias y de integración.
- Prueba de caja blanca y caja negra.

3.7.2. ANÁLISIS DE RIESGOS

En el desarrollo de la investigación se efectuó un análisis de riesgos con la finalidad de identificar en que iteración y objetivos son afectados durante desarrollo de la presente tesis, las mismas de detallan en el *Anexo N° 02*.

3.7.3. PRODUCTO ACREDITABLE

1. Interfaces

Se construyeron las interfaces de la aplicación web móvil de gestión de mantenimiento empleando el lenguaje de programación java con HTML quienes trabajan con el Framework Spring Mvc, las mismas que se presentan en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de interfaces, en el Capítulo IV. Resultados.*

2. Arquitectura

De diseñó una arquitectura idónea para el funcionamiento de la aplicación web móvil de gestión de mantenimiento, el cual se detalla en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de la arquitectura, en el Capítulo IV. Resultados.*

3. Infraestructura tecnológica

Considerando la arquitectura anteriormente descrita, se definen las características de cada uno de sus componentes en el *ítem 4.1.5. Iteración #5: Diseño, sección Diseño de la infraestructura tecnológica, en el Capítulo IV. Resultados.*

3.7.4. MANUAL DE USUARIO

Se elaboró un manual de usuario con la finalidad de ayudar a los usuarios en el uso de la aplicación web móvil de gestión de mantenimiento que se implementó, la cual se muestra en el *Anexo N° 04*.

3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos e información requerida para la implementación de la aplicación web móvil que optimiza la gestión de mantenimiento, se recopiló empleando principalmente la técnica de entrevistas y observación sistemática.

Las entrevistas se realizaron de forma escrita, por motivos de disponibilidad de tiempo, en las cuales el personal seleccionado brindó información que luego se tomó para identificar requerimientos funcionales y no funcionales a implementar en la aplicación.

Durante la observación sistemática se tuvo acceso a la aplicación que se emplea, la cual está en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, de la cual se pudo realizar comparaciones de años anteriores respecto a cómo se está realizando los mantenimientos en la UP Tantahuatay.

3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TABLA III
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES DE ESTUDIO</u>
¿De qué manera una aplicación web móvil mejoraría la gestión de mantenimiento en los campamentos de la UP Tantahuatay?	Desarrollar una aplicación web móvil para mejorar la gestión de mantenimiento en los campamentos de la UP Tantahuatay	La implementación de la aplicación web móvil optimizara los procesos inmersos en la gestión de mantenimiento de los campamentos en la UP Tantahuatay.	VARIABLE INDEPENDIENTE Aplicación Web móvil
			VARIABLE DEPENDIENTE Gestión de mantenimiento en los campamentos de la unidad de producción Tantahuatay, Cajamarca
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>		<u>INDICADORES</u>
Diseñar el algoritmo que permita identificar la prioridad de ejecución de las ordenes de trabajos.	Se desarrolló el algoritmo que identifica la prioridad de ejecución de una orden de trabajo.		Tiempo de ejecución de algoritmo diseñado
Implementar la aplicación web móvil empleando el algoritmo desarrollado para identificar la prioridad de ejecución de las ordenes de trabajos	Se implementó la aplicación web móvil, empleando a su vez el algoritmo diseñado para identificar la prioridad de ejecución de una OT.		Porcentaje de requerimientos funcionales implementados. Porcentaje de requerimientos no funcionales tomados en cuenta en la implementación.
Validar la funcionalidad de la aplicación web móvil con los interesados según los requerimientos funcionales y no funcionales.	Se validó la funcionalidad de la aplicación con el administrador de CIA Coimolache y personal del área de mantenimiento menor de la empresa Maxlim S.R.L.		Porcentaje de requerimientos funcionales validados por los interesados. Porcentaje de requerimientos no funcionales validados por los interesados.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
Validar la aplicación web móvil según la normativa de calidad de software vigente (ISO 25010).	Se validó el cumplimiento de las características que indica la ISO 25020 sobre calidad de software.	Se indica la ISO 25020 sobre calidad de	Porcentaje de cumplimiento de los criterios de calidad de la aplicación web móvil respecto a <u>la normativa de calidad vigente ISO 25010</u>

3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

A continuación, se listan los aspectos que se han considerado para la protección y bienestar de los participantes de esta investigación, en este caso el personal administrativo de minera Coimolache y personal del área de mantenimiento de menor, así como de la seguridad (resguardo) de los datos:

- ✓ Para la recolección de datos:
Se empleó 2 técnica:
 - Entrevistas personales, las cuales en la presente investigación solo se presenta el formato de las mismas, para salva guardar la información brindada por los entrevistados, así mismo considerando que no se obtuvo la autorización de publicación de las mismas, solo fue compartida con el asesor de la tesis y el autor de este documento.
 - Observación sistemática. Se pudo tener acceso a información de manejo exclusivo del área de mantenimiento, de la cual solo se muestra lo que ha sido autorizado en breves resúmenes como tablas, imágenes o descripciones puntuales de documentos de la empresa.

- ✓ En referencia a la bibliografía: todos los autores que se han tomado en cuenta en la investigación se han incluido en las citas bibliográficas de la investigación teniendo en cuenta la normativa IEEE, así mismo se ha parafraseado y dado opinión propia, de la información presentada por los autores.

- ✓ Protección de contraseñas y datos registrados. En la aplicación el usuario inicialmente se le crea una clave temporal, hasta habilitar las características a las que va tener acceso. En su primer ingreso se da opción de cambiar su contraseña, la cual es exclusiva del usuario, no tiene la posibilidad de ser observada por ningún usuario debido a esta encriptada, para ello se empleó el JCE Policy de Java.

IV. RESULTADOS

4.1. EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA

La investigación se desarrolló empleando 6 iteraciones importantes de la metodología de desarrollo de software RUP, las cuales se irán detallando a continuación:

4.1.1. ITERACIÓN #1: PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

(PLAN DE SISTEMAS)

• Participantes del proyecto

- **Docente coordinador**
Mgrtr. Huidar Juanito Mera Montenegro
- **Equipo del proyecto**
José André Esquivel Yovera, Estudiante de ing. De sistemas y computación
- **Contacto**
 - ✓ Johanna Peña Pinto, Administrador de campamentos Minera Coimolache.
 - ✓ Dolores Julcamoro, Supervisor relevo de Operaciones Maxlim S.R.L.

• Descripción general de la empresa

Empresa Maxlim S.R.L., con numero de RUC 20495795439, con dirección de domicilio fiscal en Trocha carrozable - Los Jardines Mza. A - Lote S/N en el Centro Poblado – Santa Barbara, el cual pertenece al distrito de Los baños del Inca, provincia de Cajamarca y departamento Cajamarca. Tiene como actividad principal la limpieza de edificios y de instalaciones industriales (en la cual está inmersa las áreas de lavandería, hotelería y limpieza) y otras instalaciones para obras de construcción, en la cual se refiere al área de mantenimiento menor de infraestructura en instalaciones como edificios industriales.

Brinda sus servicios a distintas empresas como bancos, operaciones mineras, Instituciones educativas, constructoras, hospitales.

- **Organización de la empresa**

- **Organigrama estructural**

- Se presenta el organigrama de la empresa en la unidad de producción Tantahuatay (ver en Anexo 05).

Dado que la investigación se ha desarrollado en el área de mantenimiento de la unidad de producción Tantahuatay se describe a continuación las funciones de los responsables

- **Funciones del responsable**

- Nos limitaremos a describir las funciones del personal del área de mantenimiento de campamento menor de la UP Tantahuatay.

- ✓ **Supervisor de mantenimiento:**

- Coordinar diariamente la ejecución de los trabajos dentro de la operación, evaluando las necesidades de servicio y temas relacionados al personal a su cargo en coordinación con el responsable del cliente.

- Realizar la charla de 5 minutos y las que se indiquen al mes.

- Coordinar con el cliente, a manera de interlocutor con la finalidad de prestar los servicios de mantenimiento preventivo y/o correctivo, en los campamentos y eventos especiales que se hayan planificado con el cliente.

- Reportar periódicamente el estado de las unidades y reunirse con la Gerencia para tomar acciones de mejora.

- Es responsable de los temas de calidad, seguridad y control de los colaboradores de la empresa para el cumplimiento de los servicios de mantenimiento que se programen o propongan.

- Facilitar los recursos necesarios para la implementación, mantenimiento y mejora continua del servicio, de manera que no se vea afectado el medio ambiente.
 - Hacer cumplir las normativas, procedimientos y estándares de trabajo.
 - Motivar y guiar al personal para el cumplimiento lo requerido por el cliente en tiempo y calidad.
 - Evaluar y colaborar en la gestión del Asistente Administrativo del área, brindando las herramientas necesarias para cumplir con el objetivo.
 - Realizar la capacitación de personal operativo en temas de Calidad del servicio y Seguridad e Higiene Industrial.
 - Monitorear y supervisar los cumplimientos del área, informando los resultados de la gestión.
 - Coordinar con las áreas de Seguridad y Medio Ambiente ante la ejecución de proyectos o tareas.
 - Realizar las programaciones de los trabajos de mantenimientos preventivos o correctivos requeridos.
 - Cumplir con las disposiciones internas de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- ✓ **Asistente administrativo de mantenimiento:**
- En ausencia del supervisor, coordinar con el cliente con la finalidad de prestar los servicios de mantenimiento preventivo y/o correctivo, en los campamentos dentro de la operación correspondiente.

- Coordinar diariamente la ejecución de los trabajos dentro de la operación, evaluando las necesidades de servicio y temas relacionados al personal a su cargo.
- Realizar la charla de 5 minutos y las que se indiquen al mes.

- Es responsable de la asistencia en temas de calidad, seguridad y control de los colaboradores de la empresa para el cumplimiento de los servicios de mantenimiento que se programen o propongan.

- Coordinar y facilitar recursos necesarios para la implementación, mantenimiento y mejora continua del servicio, de manera que no se vea afectado el medio ambiente.

- Hacer cumplir las normativas, procedimientos y estándares de trabajo.

- Supervisar, motivar y guiar al personal operativo para el cumplimiento lo requerido por el cliente en tiempo y calidad de servicio.

- Apoyar brindando las herramientas necesarias para cumplir con el objetivo, solicitando la atención a los requerimientos de herramientas oportunamente.

- Solicitar de manera oportuna los EPPs que requiera el personal para el desempeño de sus funciones.

- Apoyar en monitorear y supervisar los cumplimientos del área informando los resultados de la gestión.

- Coordinar las programaciones de los trabajos de mantenimientos preventivos o correctivos requeridos.

✓ **Técnico eléctrico:**

- Coordinar diariamente la ejecución de los trabajos dentro de la operación, de acuerdo a las indicaciones de la supervisión del área y/o supervisión respectiva.

- Identificar y comunicar las condiciones y prácticas Ambientales de trabajo incorrectas, así como los incidentes ambientales.

- Realizar los trabajos de operaciones para el cumplimiento de los servicios de mantenimiento que se programen o indiquen según lo requerido por el cliente.

- Identificar los aspectos ambientales significativos y controles operacionales de sus actividades.

- Realizar los trabajos cumpliendo con los procedimientos estándares de trabajo aprobados e implementados y haciendo adecuado uso de sus EPPs.

- Cuidar las herramientas bajo su cargo, solicitando las herramientas necesarias en almacén y retornándolas luego de efectuados los trabajos.

- Informar diariamente de la ejecución de trabajos y material utilizado para el adecuado control de stock. Elaborar el respectivo informe técnico para su archivamiento o seguimiento adecuado.

- Cumplir con las programaciones de trabajos de mantenimientos preventivos o correctivos.

- Velar por la adecuada funcionalidad de los equipos dentro de los módulos habitacionales de la operación.

- Reportar las fallas que se presenten en los equipos que se realizan mantenimiento preventivo.

✓ **Técnico gasfitero:**

- Coordinar diariamente la ejecución de los trabajos dentro de la operación, de acuerdo a las indicaciones de la supervisión del área y/o supervisión respectiva.

- Identificar y comunicar las condiciones y prácticas Ambientales de trabajo incorrectas, así como los incidentes ambientales.

- Realizar los trabajos de operaciones para el cumplimiento de los servicios de mantenimiento que se programen o indiquen según lo requerido por el cliente.

- Identificar los aspectos ambientales significativos y controles operacionales de sus actividades.

- Realizar los trabajos cumpliendo con los procedimientos estándares de trabajo aprobados e implementados y haciendo adecuado uso de sus EPPS.

- Cuidar las herramientas bajo su cargo, solicitando las herramientas necesarias en almacén y retornándolas luego de efectuados los trabajos.

- Informar diariamente de la ejecución de trabajos y material utilizado para el adecuado control de stock. Elaborar el respectivo informe técnico para su archivamiento o seguimiento adecuado.

- Cumplir con las programaciones de trabajos de mantenimientos preventivos o correctivos.

✓ **Técnico multifuncional:**

- Coordinar diariamente la ejecución de los trabajos dentro de la operación, y ejecutarlos de acuerdo a las indicaciones de la jefatura del departamento y/o supervisión respectiva. Elaborar HCR respectivo.

- Identificar y comunicar las condiciones y prácticas Ambientales de trabajo incorrectas, así como los incidentes ambientales, de igual manera reportar de manera inmediata accidentes de cualquier naturaleza que se presentara en la operación a su jefe inmediato y a PDP.

- Realizar los trabajos de operaciones para el cumplimiento de los servicios de mantenimiento que se programen o indiquen según lo requerido por el cliente.

- Identificar los aspectos ambientales significativos y controles operacionales de sus actividades.

- Realizar los trabajos cumpliendo con los procedimientos estándares de trabajo aprobados e implementados.

- Ejecutar las órdenes para el cumplimiento en tiempo y calidad de trabajos requeridos.

- Cuidar las herramientas bajo su cargo, solicitando las herramientas necesarias en almacén y retornándolas luego de efectuados los trabajos.

- Informar diariamente de la ejecución de trabajos y material utilizado para el adecuado control de stock. Realizar los reportes técnicos y las recomendaciones pertinentes y necesarias.

- Cumplir con las programaciones de trabajos de mantenimientos preventivos o correctivos, reparar y armar objetos muebles y diversos elementos.

 - Mantener y reparar puertas, ventanas, tabiques divisorios, muebles, etc. Ejecutar servicios de conservación de las superficies de muebles, revestimientos, paneles y actividades sencillas de luminarios, cerrajería, carpintería, soldadura y pintura.

 - Realizar trabajos de gasfitería apoyando en las descargas y traslado de materiales.

 - Realizar el sellado de techos, solo si cuentan con exámenes médicos validados por el titular minero.

 - Realizar trabajos de carpintería metálica y en madera, haciendo uso de herramientas de poder.
- ✓ **Auxiliar de mantenimiento:**
- Apoya en la ejecución de los trabajos designados por el supervisor a los técnicos de la operación.

 - Identificar y comunicar las condiciones y prácticas Ambientales de trabajo incorrectas, así como los incidentes ambientales.

 - Realizar los trabajos de operaciones para el cumplimiento de los servicios de mantenimiento que se programen o indiquen según lo requerido por el cliente.

 - Identificar los aspectos ambientales significativos y controles operacionales de sus actividades.

- Realizar los trabajos cumpliendo con los procedimientos estándares de trabajo aprobados e implementados y haciendo adecuado uso de sus EPPs.
- Cuidar las herramientas bajo su cargo, solicitando las herramientas necesarias en almacén y retornándolas luego de efectuados los trabajos.
- Informar diariamente de la ejecución de trabajos y material utilizado para el adecuado control de stock. Elaborar el respectivo informe técnico para su archivamiento o seguimiento adecuado. h. Cumplir con las programaciones de trabajos de mantenimientos preventivos o correctivos

✓ **Almacenero**

- Mantener actualizado y ordenado la documentación de ingreso, salida y saldos de existencias de almacén, tanto físicamente como en el Sistema de la empresa.
- Retiro y Almacenamiento de materiales ordenando de acorde a la especialidad que corresponde.
- Coordinar el pedido trimestral de los materiales.
- Controlar los inventarios de materiales, repuestos y químicos.
- Participar en la identificación de Peligros/Aspectos y eliminación de Riesgos/Impactos requeridos.
- Cumplir con las disposiciones internas de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

- Realizar cualquier otra función que se le asigne en bien de la empresa.

- **Análisis de situación tecnológica**

- ✓ **Sistemas existentes**

El área de mantenimiento menor en la unidad de producción Tantahuatay se cuenta con sistema básico elaborado en hojas de cálculo de Microsoft Excel 2016 con visual Basic. En cual se registra la programación de trabajos de acorde a las solicitudes enviadas (correo, whatsapp, Microsoft Excel, llamada telefónica), se genera una orden de trabajo que luego es ejecutado por el personal técnico, al finalizar el personal registra información importante como descripción de la labor ejecutada, materiales empleados, tiempo de ejecución, etc.

- ✓ **Aplicativos utilizados**

En el área se cuenta con software de ofimática como Word, Excel, PowerPoint versión 2016, con su respectivo licenciamiento.

- ✓ **Equipos (hardware)**

Se cuenta con una Laptop marca Lenovo, propiedad del cliente CIA Coimolache, la cual cuenta con sistema Operativo y Ofimática licenciada.

- **Plan del sistema propuesto**

- ✓ **Descripción**

Desarrollar una aplicación web móvil que apoye los procesos inmersos en la gestión de mantenimiento. Permitiendo que el proceso de programación de órdenes de trabajos sea centralizado y ordenado, con la finalidad de que las solicitudes enviadas por el cliente sean atendidas en un 100%, además el proceso de mantenimiento correctivo disminuya y se pueda generar un plan eficiente de mantenimiento preventivo. Para

ello la aplicación también nos permitirá apoyar en el proceso de almacén, para poder saber si se cuenta con materiales disponibles o ingresar a un pedido trimestral que se realiza al cliente. Finalmente apoyará al proceso de información, ya que una vez registrada la información de la ejecución de la Orden de trabajo se puede generar oportunamente los requerimientos de reportes por parte del cliente.

✓ **Objetivos**

▪ **Objetivo general**

Desarrollar una aplicación web móvil para mejorar la gestión de mantenimiento en los campamentos de la U.P. Tantahuatay.

▪ **Objetivos específicos**

- a. Diseñar el algoritmo que permita identificar la prioridad de ejecución de las Ordenes de trabajos.
- b. Diseñar la aplicación web móvil empleando el algoritmo desarrollado para identificar la prioridad de ejecución de las Ordenes de trabajos.
- c. Validar la funcionalidad de la aplicación web móvil con los interesados, según los requerimientos iniciales.
- d. Validar la solución web móvil según la normativa de calidad de software vigente (ISO 25010).

✓ **Cronograma de desarrollo**

Se elaboró el cronograma de desarrollo de la metodología en un diagrama de Gantt. (Ver Figura 03)

Id.	Nombre de tarea	Inicio	Finalizar	Duración	jul 2019		ago 2019				sep 2019				oct 2019				nov 2019				dic 2019			
					21/7	28/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	8/9	15/9	22/9	29/9	6/10	13/10	20/10	27/10	3/11	10/11	17/11	24/11	1/12	8/12	
1	Desarrollo de aplicación: Iteración 1 - Planificación del proyecto	22/07/2019	09/08/2019	3s	[Barra de Gantt]																					
2	Iteración 2: Análisis Preliminar de Requerimientos – Modelado de Negocio	12/08/2019	30/08/2019	3s	[Barra de Gantt]																					
3	Iteración 3: Análisis Preliminar de Requerimientos – Casos de Uso	02/09/2019	20/09/2019	3s	[Barra de Gantt]																					
4	Iteración 4: Análisis	23/09/2019	11/10/2019	3s	[Barra de Gantt]																					
5	Iteración #5: Diseño	14/10/2019	01/11/2019	3s	[Barra de Gantt]																					
6	Iteración #6: Implementación y Prueba	04/11/2019	22/11/2019	3s	[Barra de Gantt]																					

Figura 4: Programación de diseño y desarrollo de aplicación Web móvil

✓ Presupuesto:

Servicios:

TABLA IV

PRESUPUESTO DE SERVICIOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Detalle	Cantidad	Valor (S/.)	Total (S/.)
Fotocopias	1000 d	S/. 0.05	S/. 50.00
Internet	6 meses promedio	S/. 1.00	S/. 600.00
Tiempo		S/. 300	S/. 300.00
Asesoría externa	06 sesiones	S/. 250	S/. 1500.00
Equipo Audiovisuales	1	S/. 8.00	
Total			

Otros Varios

TABLA V

PRESUPUESTO DE OTROS GASTOS EN LA INVESTIGACIÓN

Detalle	Cantidad	Valor (S/.)	Total (S/.)
Transporte	1000 d	S/. 300	S/. 300.00
Refrigerios	6 meses promedio	S/. 100	S/. 350.00
Imprevistos			S/. 50.00
Total			S/. 700.00

- **Factibilidad para el desarrollo del proyecto**

- **Factibilidad operativa.**

Se cuenta con la disponibilidad de hardware y software que se requiere para el desarrollo de la aplicación, debido a que no es tecnología que requiera especificaciones de costos.

- **Factibilidad tecnológica.**

La aplicación es viable ya que se empleará software libre para el desarrollo y que es accesible para su uso.

- **Factibilidad de fechas.**

Las fechas planteadas para el desarrollo son factibles ya que la información que se requiere se encuentra disponible, asimismo pueden variar por distintas causas no se pueden prever.

- **Factibilidad financiera.**

Los gastos de diseño y desarrollo son 0, ya que la aplicación se está va desarrollar con software libre, para su implementación se tienen 2 opciones:

1. Generación de gastos debido a que se deben:

a. Adquirir equipos móviles para el personal del área, un total de 8, siendo un costo aproximado de 1600 soles, considerando un costo individual por equipo de S/. 200.

b. Adquirir un plan de datos básico para que pueda emplear el personal para ingresar a la aplicación por medio de internet. Teniendo un costo de S/. 336.

2. Coordinar con el personal del área que emplee sus dispositivos personales, y se coordinaría con el cliente para que se facilite el acceso a su red de internet corporativa como parte de la implementación de la aplicación, siendo esto una manera de que se genere 0 costos.

• **Glosario de términos**

- ✓ **Mantenimiento**, Acciones para mantener en correcto funcionamiento un equipo o infraestructura.
- ✓ **Gestión de mantenimiento**, Administrar los procesos de un área o empresa con eficiencia.

- ✓ **Orden de trabajo**, documento que autoriza la ejecución de un trabajo en específico.
- ✓ **Mantenimiento correctivo**, acción que se ejecuta en el momento que se reporta o informa que un equipo se ha detenido o una infraestructura está en mal estado.
- ✓ **Mantenimiento preventivo**, acción que se realiza a un equipo o edificación mediante un plan de actividades en el tiempo evitando que haya paradas inesperadas de un equipo o daños de una infraestructura.
- ✓ **Mantenimiento predictivo**, acción que se ejecuta tras la evaluación de indicadores que permiten idéntica momentos precisos para el mantenimiento de un equipo o edificación.
- ✓ **RUP**, metodología de desarrollo de software orientado a objetos, la cual indica iteraciones para su ejecución.
- ✓ **Web móvil**, aplicación que puede ser ejecutada no solo en una computadora de escritorio, sino también en un dispositivo móvil.

4.1.2. ITERACIÓN #2: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – MODELADO DE NEGOCIO.

• Diagrama de contexto de negocio

Se ha elaborado un diagrama de contexto del área de mantenimiento de campamento menor en cual se esta desarrollando el proyecto.

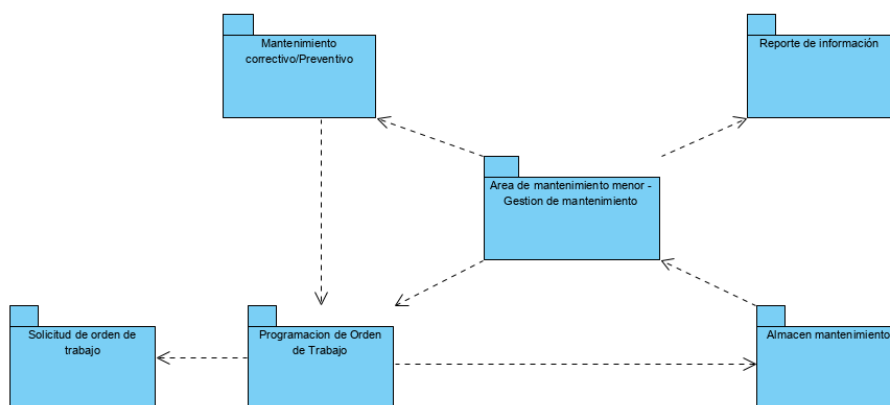


Figura 5:Diagrama de contexto del negocio

• Requerimientos funcionales

- ✓ Acceso a la aplicación y activación de opciones de la misma diferenciado por tipo de usuario.
- ✓ Envío de notificación vía correo electrónico de registro de solicitud de orden de trabajo, así como de su finalización de la misma.
- ✓ Asignación de prioridad de la solicitud de orden de trabajo mediante algoritmo que identifique palabras u oraciones clave.
- ✓ Acceso desde cualquier dispositivo móvil para el registro o actualización de una Orden de trabajo.
- ✓ Generar reportes de manera oportuna con la información almacenada en la base de datos.

✓ Manual de funcionalidad de la aplicación.

• **Requerimientos no funcionales**

- ✓ Diseño de las interfaces amigables.
- ✓ Horario de registro de una orden de trabajo no limitada.
- ✓ Que se pueda implementar un reporte nuevo de ser requerido.

• **Diagrama de casos de uso de negocio**

Se ha realizado el diagrama de casos de uso del negocio considerando solo el área de desarrollo del proyecto.

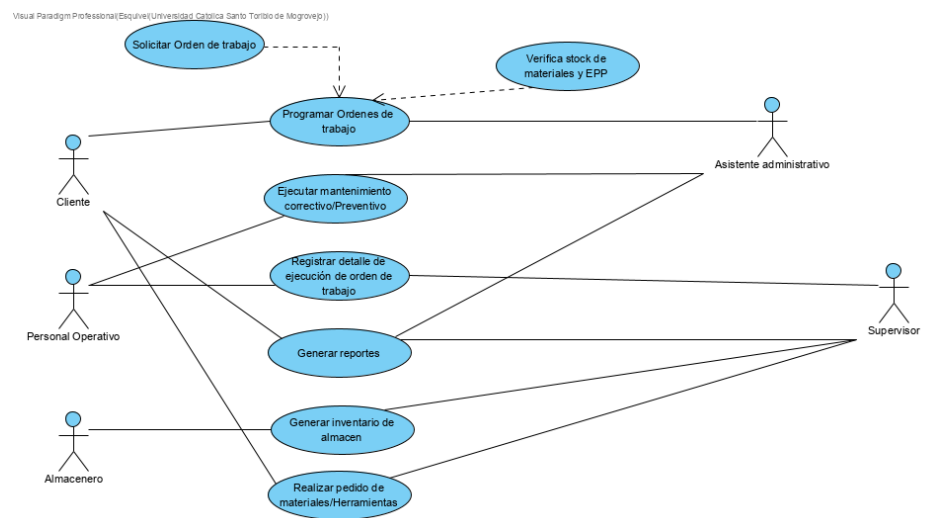


Figura 6: Diagrama de caso de su del negocio

• **Por cada proceso de negocio (caso de uso de negocio) modelar:**

– **Diagrama de actividad de negocio**

- ✓ Diagrama de actividad del proceso de programación de OT.

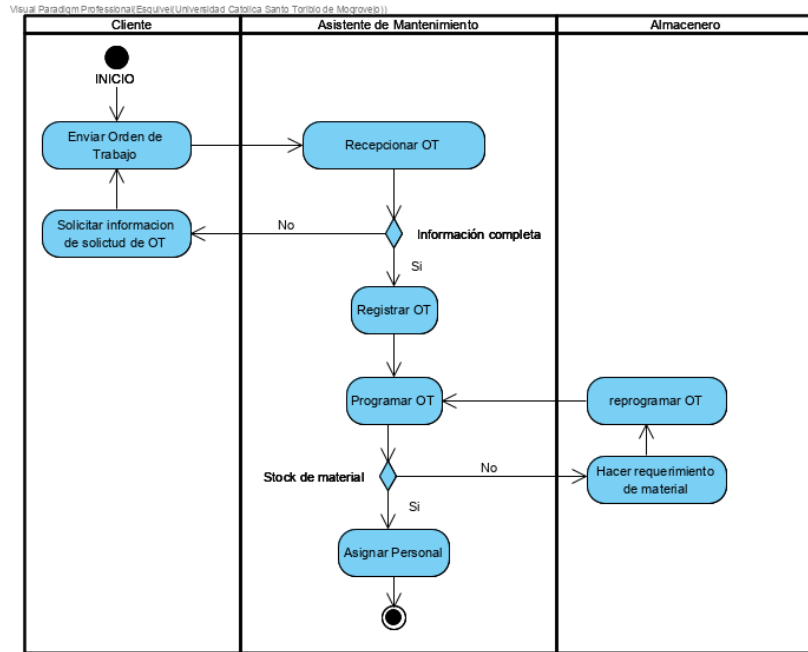


Figura 7: Diagrama de actividad del proceso programación de OT

- ✓ Diagrama de actividad del proceso de mantenimiento correctivo/preventivo.

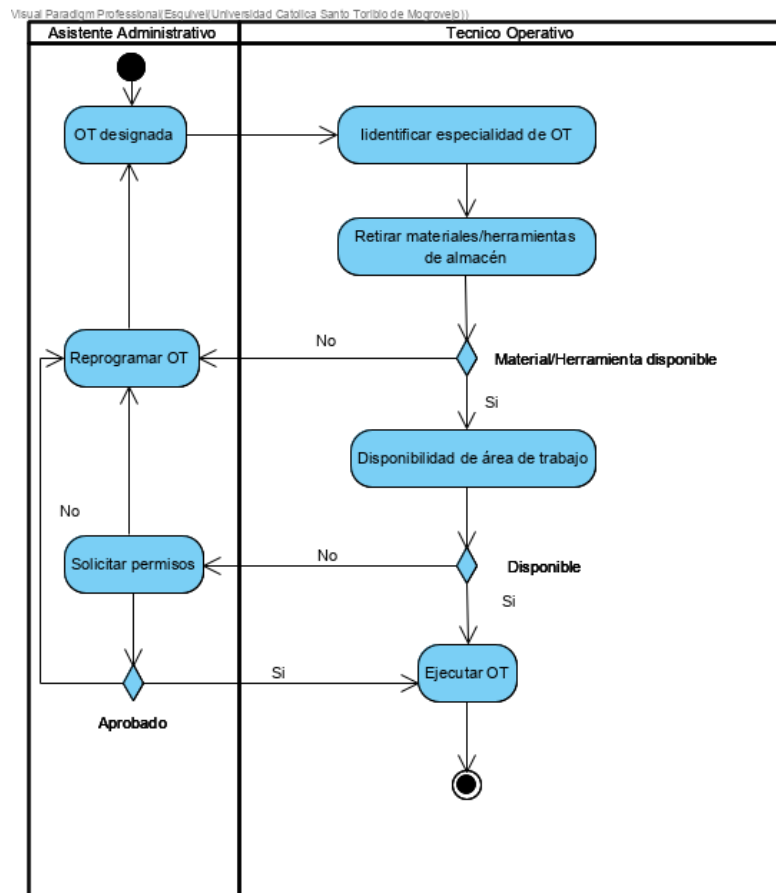


Figura 8: Diagrama de actividad del proceso de mantenimiento correctivo/preventivo

✓ Diagrama de actividad del proceso de información.

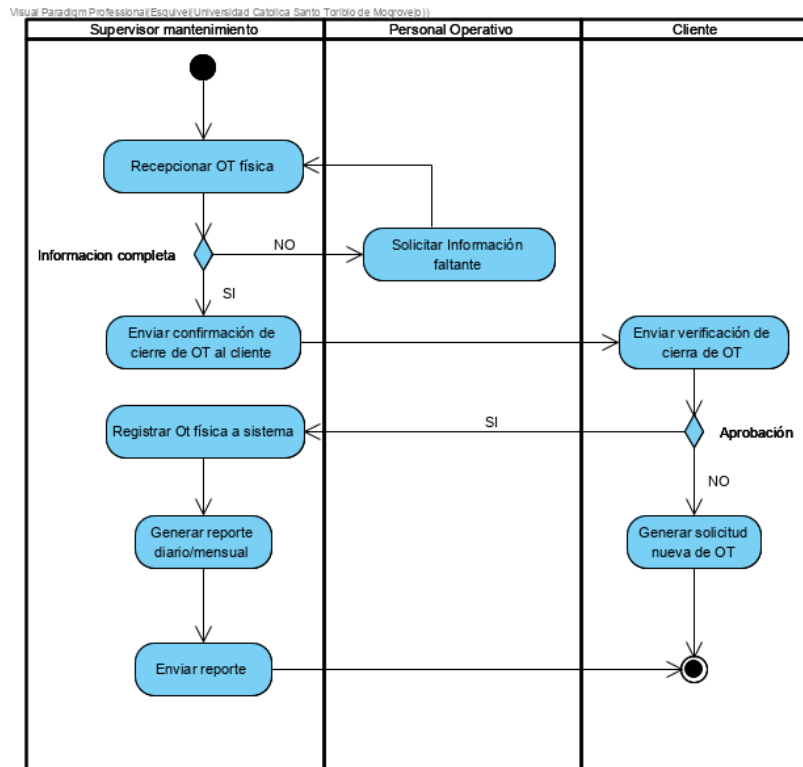


Figura 9: Diagrama de actividad del proceso de información

✓ Diagrama de actividad del proceso de almacén.

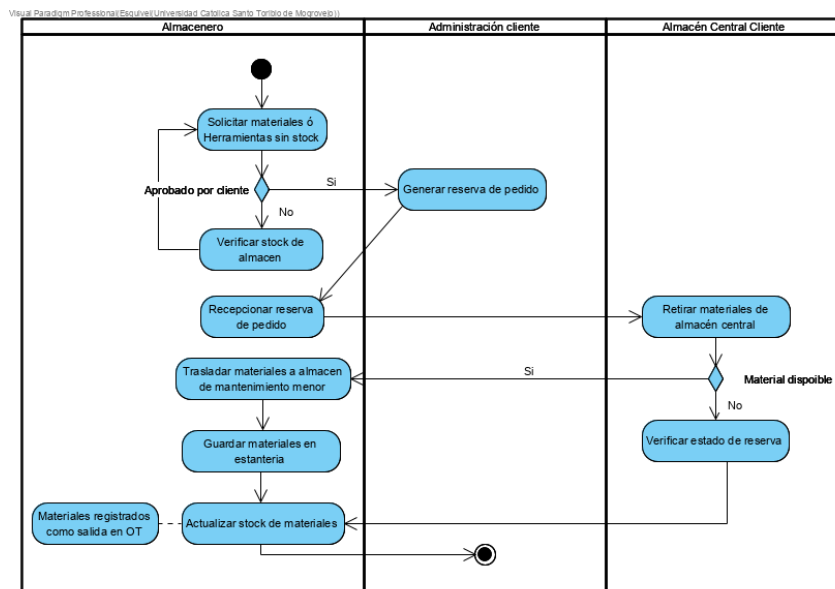


Figura 10: Diagrama de actividad del proceso de almacén

• Diagrama de objetos de negocio

Visual Paradigm Profesional (Esquive (Universidad Católica Santo Toriblo de Mogrovejo))

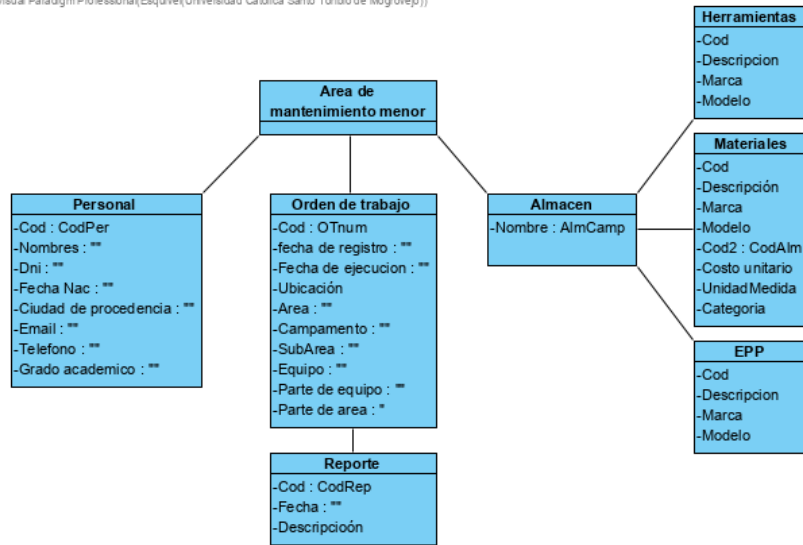


Figura 11:Diagrama de negocio

• Modelo de dominio

Visual Paradigm Profesional (Esquive (Universidad Católica Santo Toriblo de Mogrovejo))

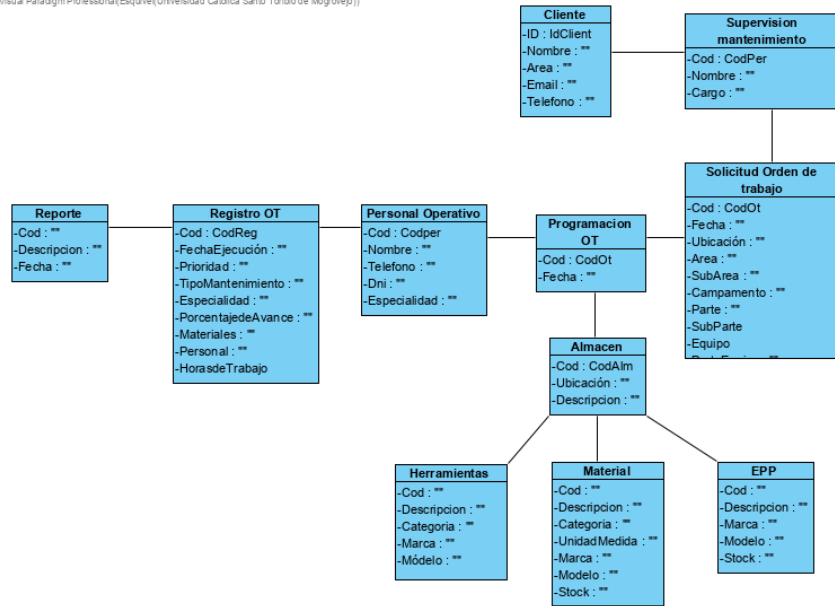


Figura 12:Diagrama de dominio

4.1.3. ITERACIÓN #3: ANÁLISIS PRELIMINAR DE REQUERIMIENTOS – CASOS DE USO

• Modelo de casos de uso (Modelo de requerimientos)

- ✓ Solicitar usuario.

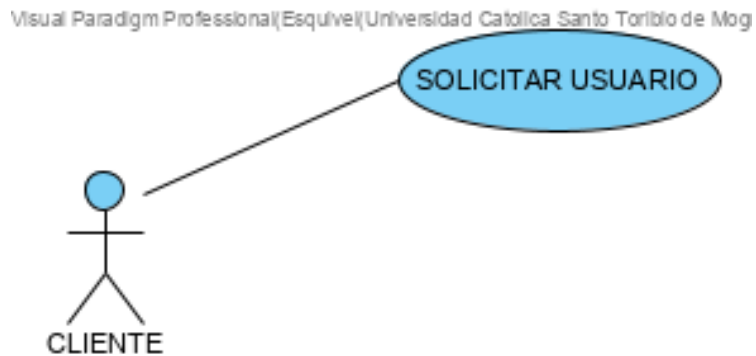


Figura 13:Modelo de caso de uso – solicitar usuario

- ✓ Gestionar usuario:

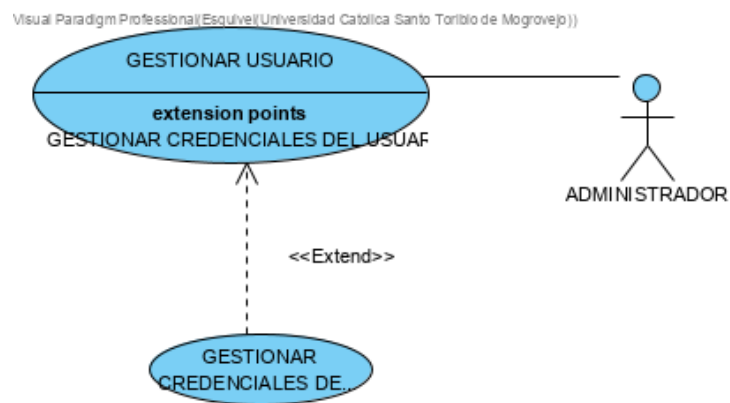


Figura 14:Modelo de caso de uso – gestionar usuario

✓ Inicio de sesión.

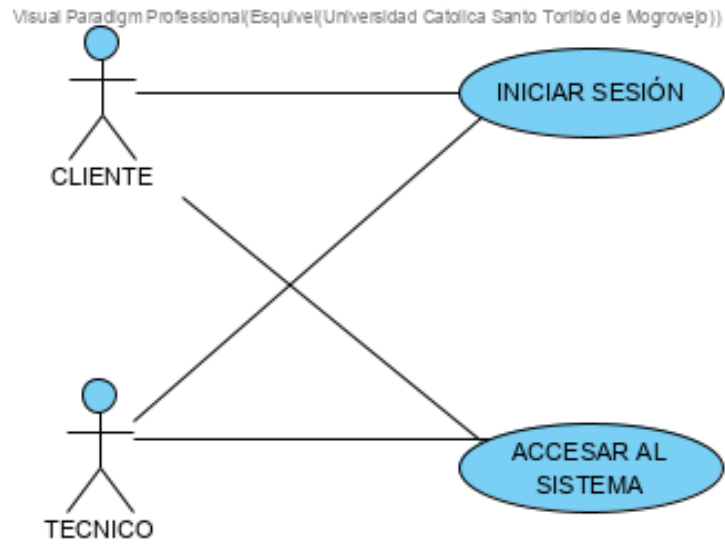


Figura 15:Modelo de caso de uso – Inicio de sesión

✓ Registro de base de datos de orden de trabajo.

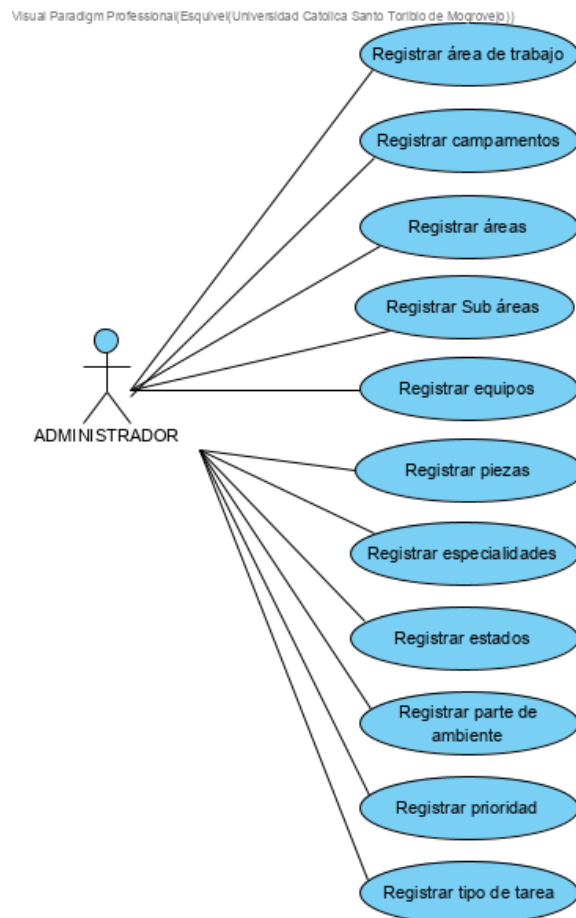


Figura 16:Modelo de caso de uso – Base de datos de Orden de trabajo

✓ Registrar información de almacén.

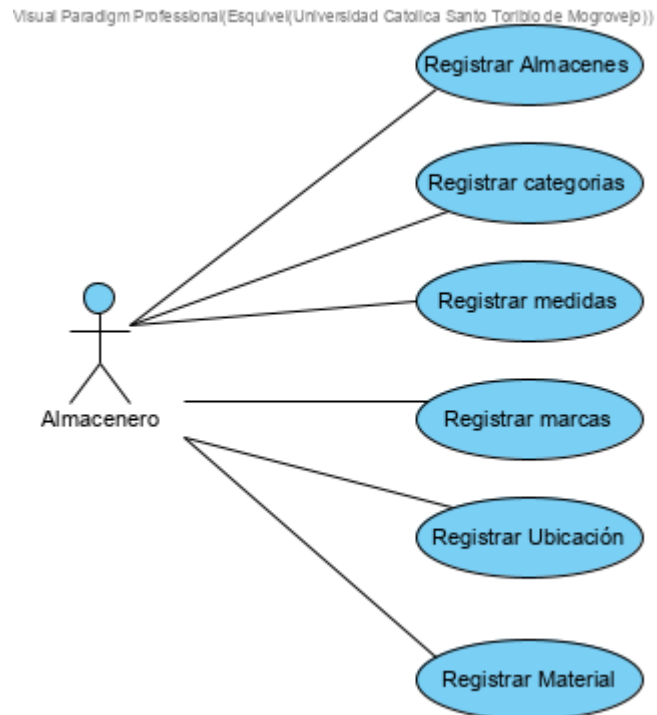


Figura 17:Modelo de caso de uso –registro de información de almacén

✓ Registro de Orden de trabajo nueva.

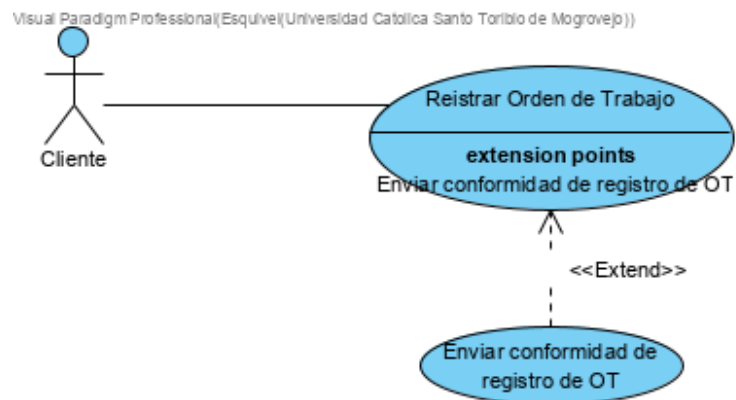


Figura 18:Modelo de caso de uso – Registro de Orden de trabajo nueva

✓ Actualización de Orden de trabajo.

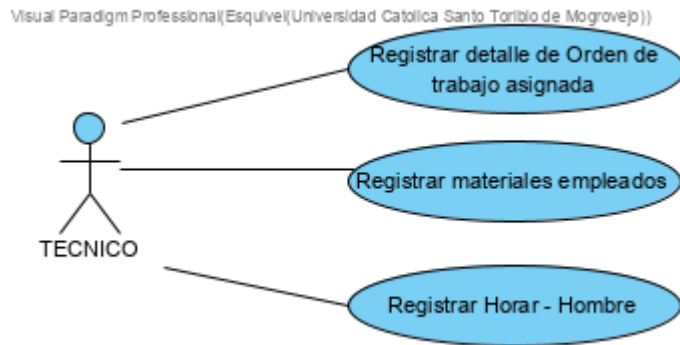


Figura 19:Modelo de caso de uso – Actualización de Orden de trabajo nueva

✓ Generar reportes.

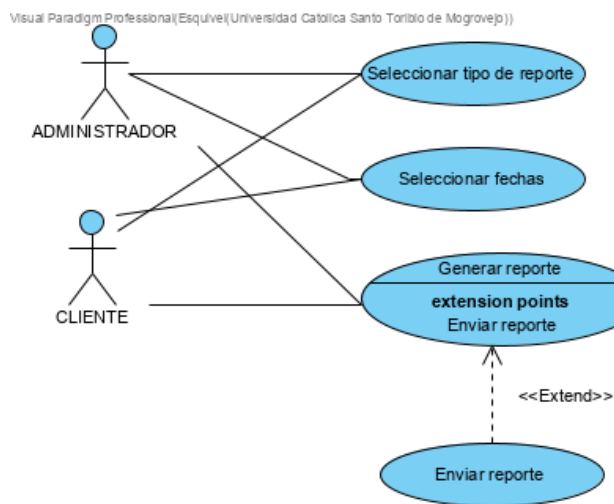


Figura 20:Modelo de caso de uso – Generar reportes

• Diagrama de contexto.

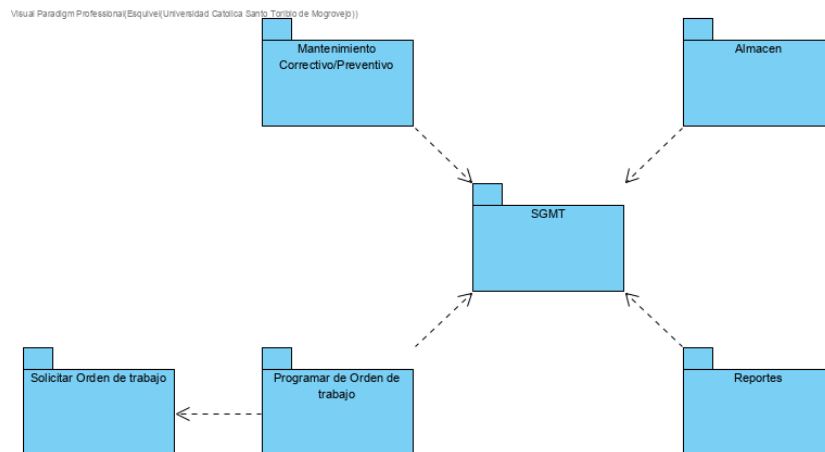


Figura 21:Diagrama de contexto de requerimientos

• Diagrama de casos de uso

✓ Paquete de Programación de Ordenes de Trabajo.

Visual Paradigm Professional(Esquire(Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo))

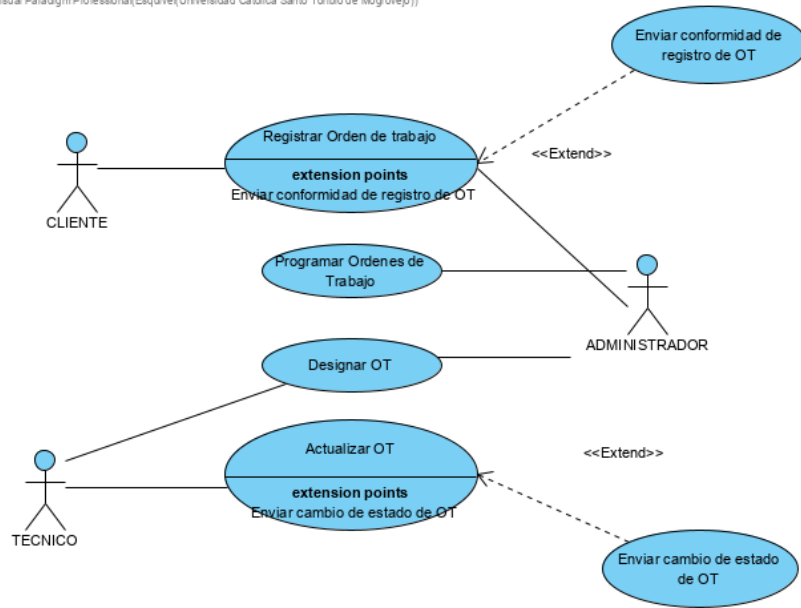


Figura 22: Casos de Uso de paquete programación

✓ Paquete de mantenimiento correctivo/preventivo.

Visual Paradigm Professional(Esquire(Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo))

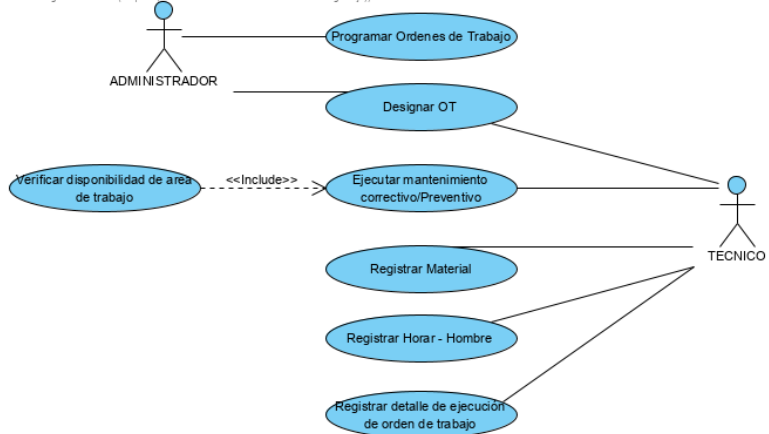


Figura 23: Caso de uso de paquete mantenimiento correctivo/Preventivo

✓ Paquete de almacén.

Visual Paradigm Professional(Esquire(Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo))



Figura 24: Casos de Uso de paquete Almacén

✓ Paquete informe.

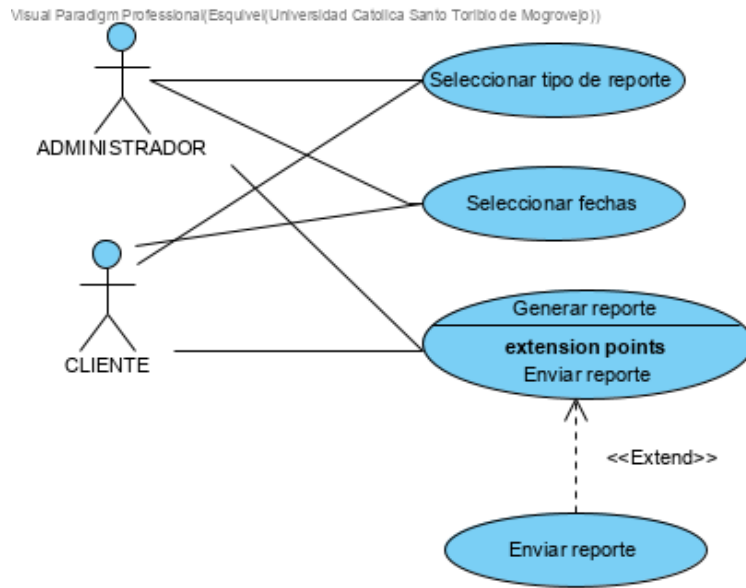


Figura 25: Casos de uso de paquete informe

✓ Paquete Sistema de Gestión de Mantenimiento

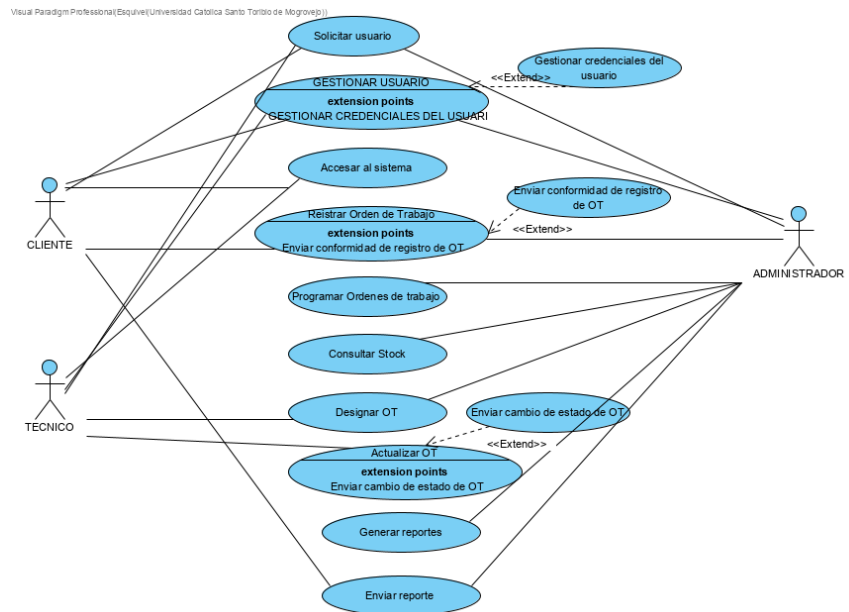


Figura 26: Caso de uso de paquete SGM

• **Diagrama de actividades:**

- ✓ Diagrama de actividades de paquete de programación de Ordenes de trabajo.

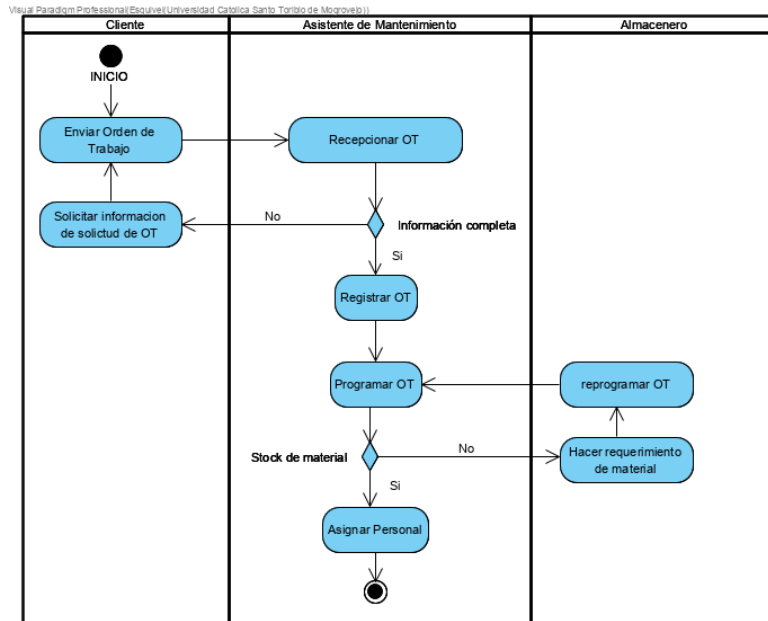


Figura 27: Diagrama de actividad de paquete programación de Orden de Trabajo

- ✓ Diagrama de actividades de paquete de mantenimiento correctivo / Preventivo.

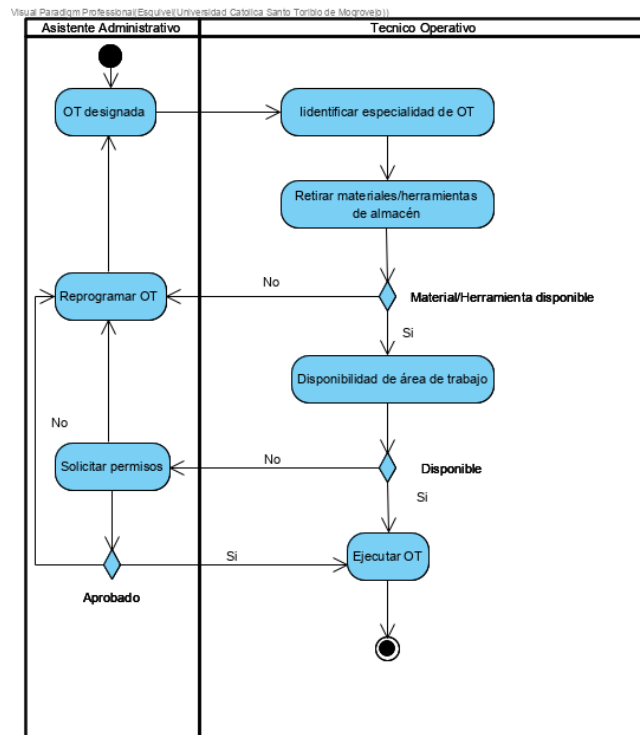


Figura 28: Diagrama de actividad de paquete mantenimiento Correctivo/preventivo

✓ Diagrama de actividades de paquete de Información.

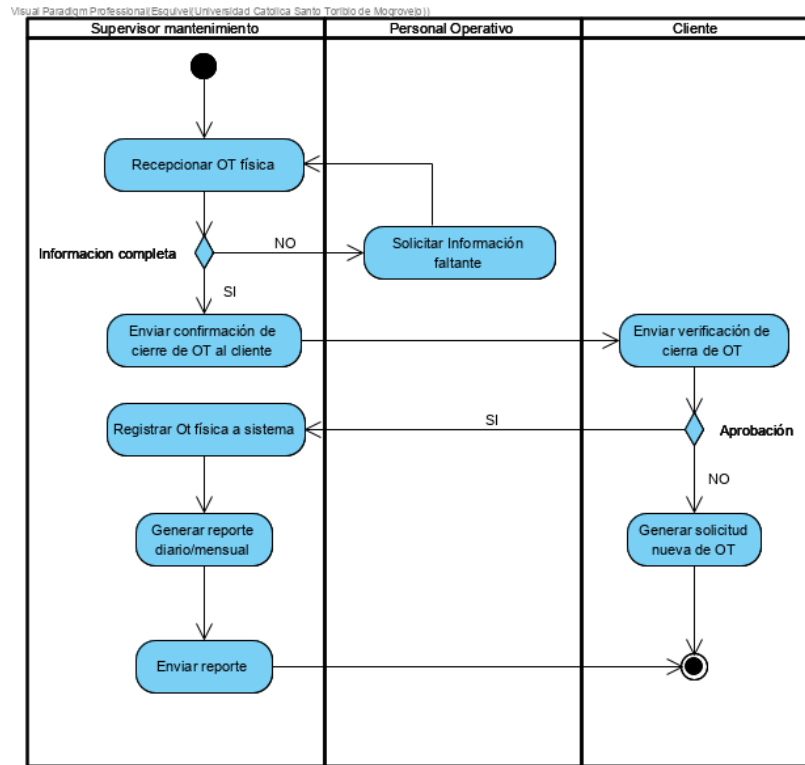


Figura 29: Diagrama de actividad de paquete Información

✓ Diagrama de actividades de paquete de almacén.

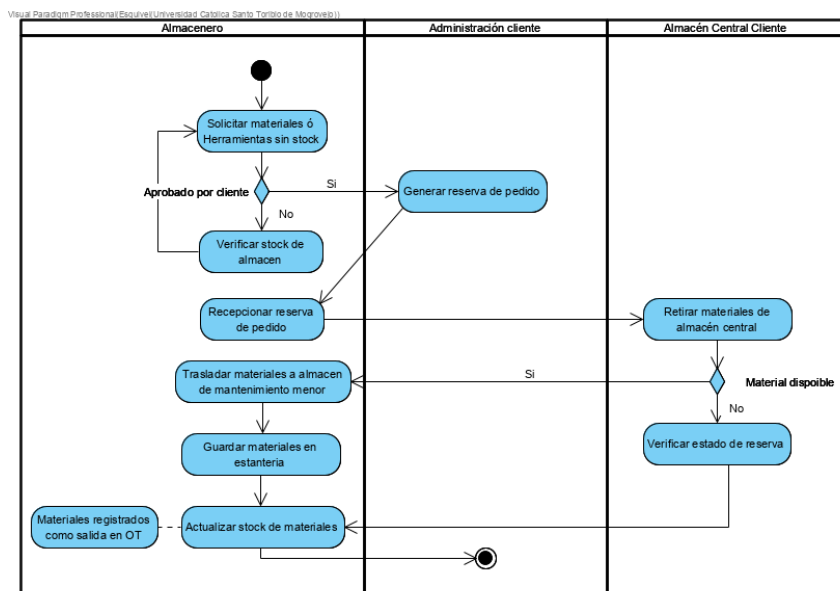


Figura 30: Diagrama de actividad de paquete almacén

• Diagrama de objetos.

Visual Paradigm Professional(Esquivel(Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo))

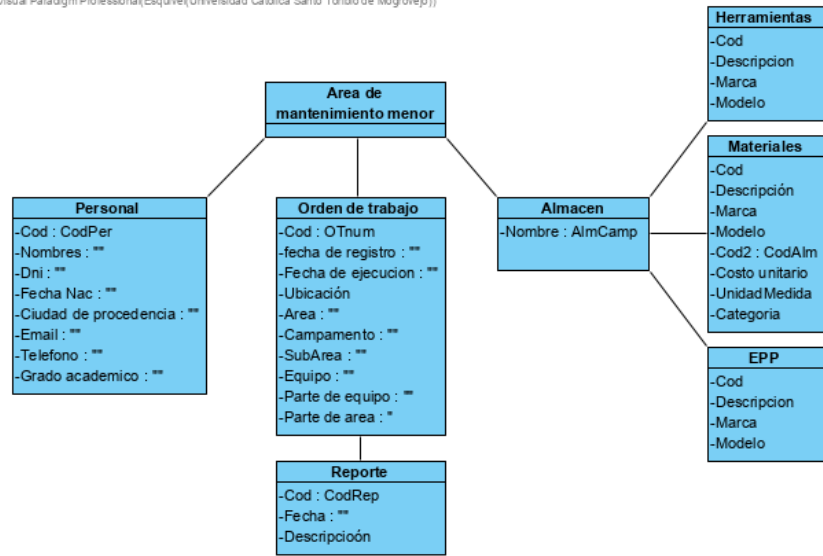


Figura 31: Diagrama de Objetos de paquetes

• Diagrama de objetos general (Modelo del dominio)

Visual Paradigm Professional(Esquivel(Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo))

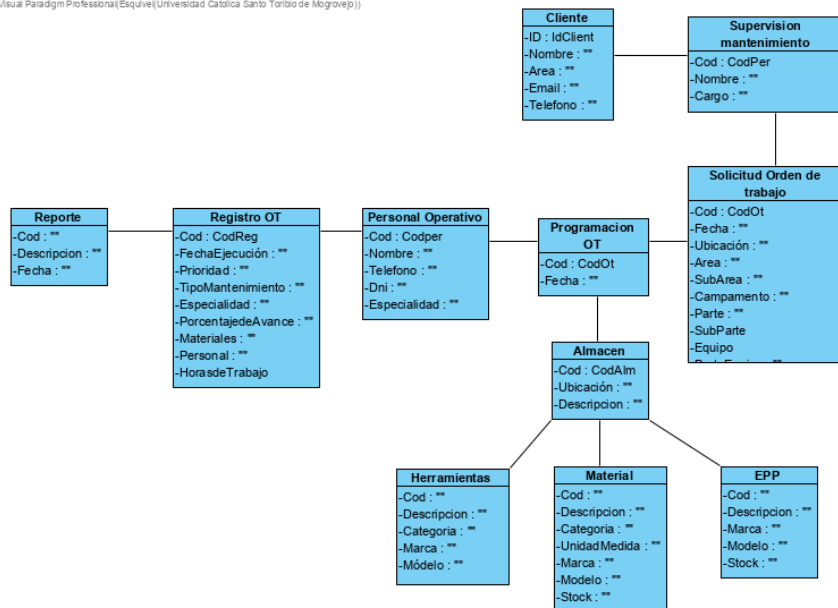


Figura 32: Diagrama de dominio de paquetes

4.1.4. ITERACIÓN #4: ANÁLISIS

- Diagrama de realizaciones de casos de uso de análisis

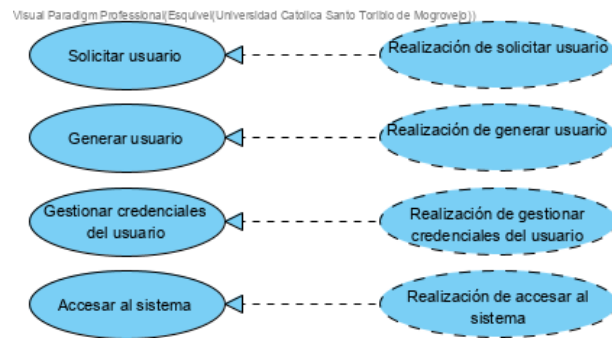


Figura 33 Diagramas de casos de Uso de Realización de solicitar usuario e iniciar sesión



Figura 34: Diagramas de casos de uso de realización – registro de datos para generar una OT nueva

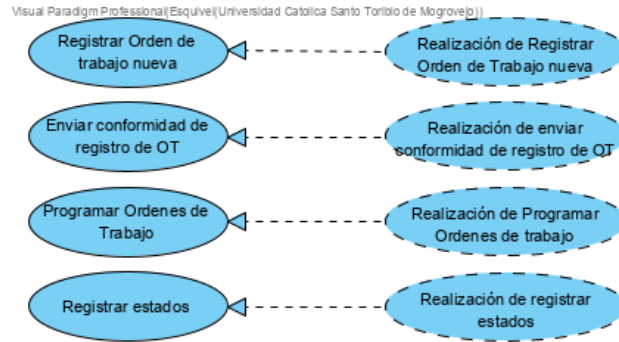


Figura 35: Diagramas de casos de Uso de Realización - generar una OT nueva



Figura 36: Diagrama de casos de uso de Realización - Datos de registro de almacén

• Diagrama de clases general

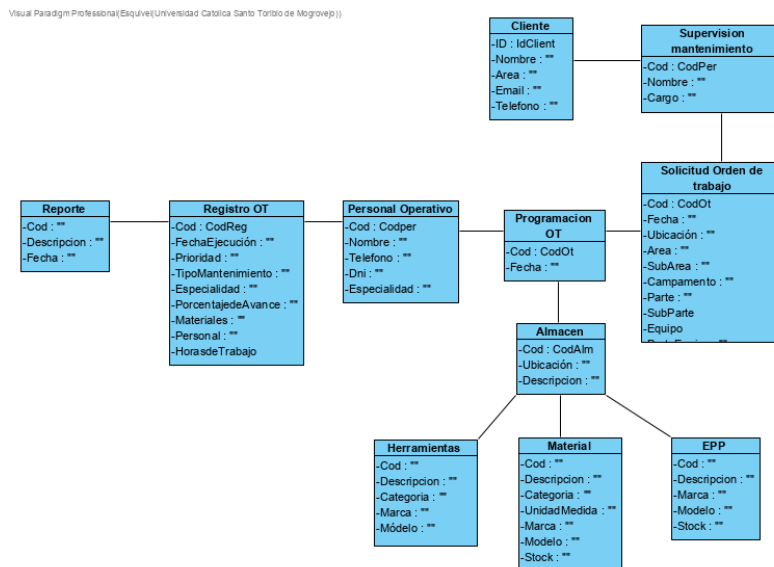


Figura 37: Diagrama de clases

4.1.5. Iteración #5: Diseño

- Diagrama de realizaciones de casos de uso de análisis

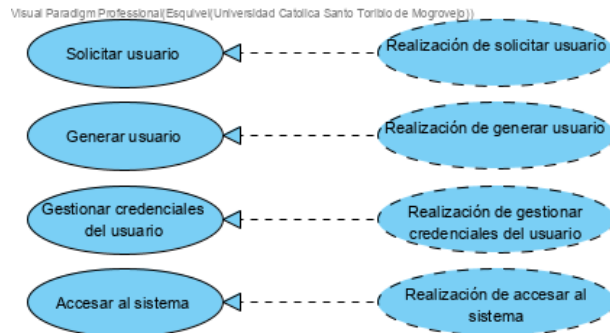


Figura 38 Diagramas de casos de Uso de Realización de solicitar usuario e iniciar sesión



Figura 39: Diagramas de casos de uso de realización – registro de datos para generar una OT nueva

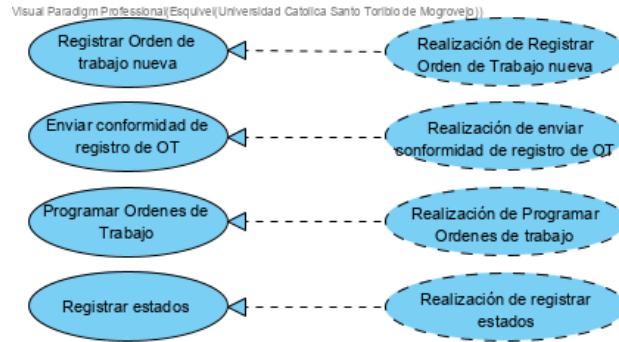


Figura 40: Diagramas de casos de Uso de Realización - generar una OT nueva



Figura 41: Diagrama de casos de uso de Realización - Datos de registro de almacén

• Diseño de base de datos

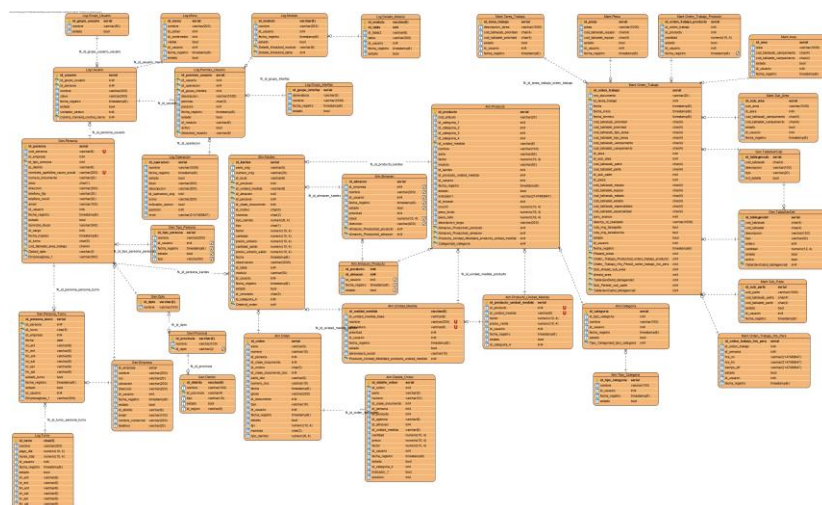


Figura 42: Diseño de base de datos

• Diagrama de secuencia

✓ Diagrama de secuencia iniciar sesión y generar OT nueva:

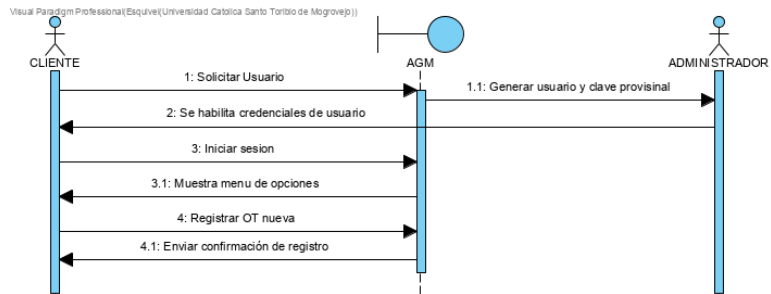


Figura 43:Diagrama de secuencia iniciar sesión

✓ Diagrama de secuencia de programación de OT y actualización de OT ejecutada.

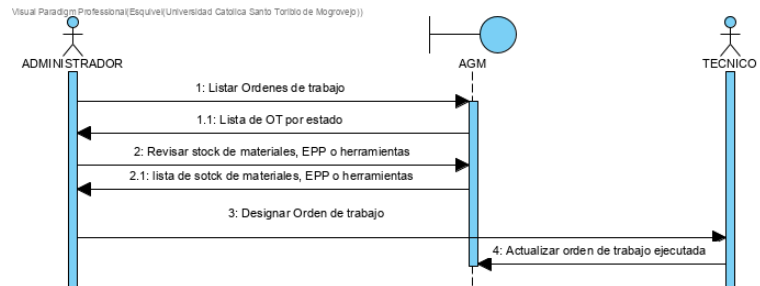


Figura 44: Diagrama de secuencia de programación de OT y actualización de OT ejecutada

✓ Diagrama de secuencia generar reporte y cierre de sesión.

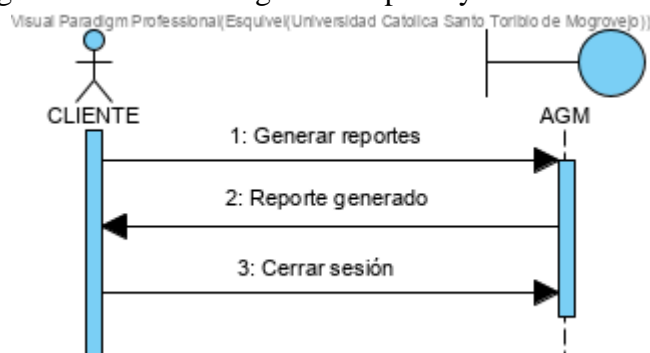


Figura 45:Diagrama de secuencia generar reporte y cierre de sesión

• Diagrama de clases general

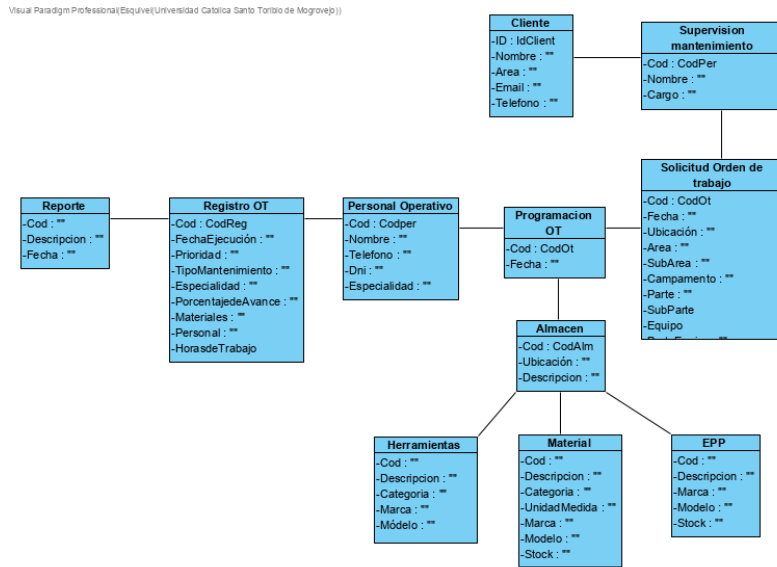


Figura 46: Diagrama de clases

• Diagramas de estados

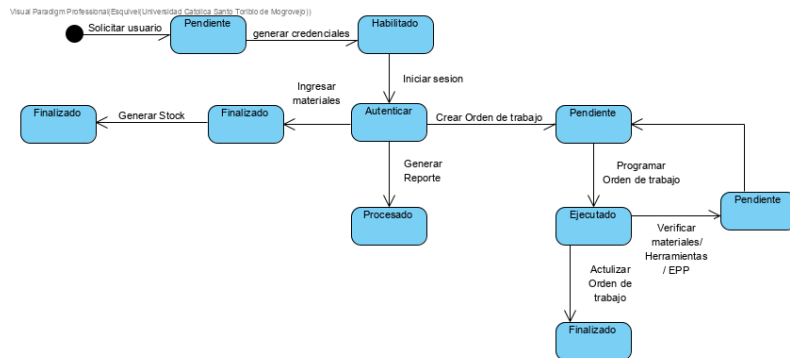


Figura 47: Diagrama de estados

• Diseño de interfaces

✓ Inicio de sesión.

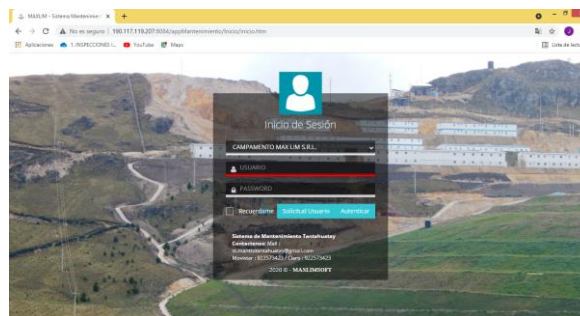


Figura 48: Inicio de sesión

✓ Registro de solicitud de usuarios.

Figura 49: Registro de solicitud de usuario

✓ Interface: Página de Inicio con el menú al lado izquierdo con las diferentes opciones.

Figura 50: Página de inicio de aplicación web móvil

✓ Interface de menú configuración: gestión de personal

Figura 51: Interface de menú configuración: gestión de personal

✓ Interface de menú configuración: personal nuevo

Figura 52: Interface de menú configuración: personal nuevo

✓ Interface de menú configuración: búsqueda de personal por DNI, nombre o dirección

Figura 53: Interface de menú configuración: búsqueda de personal por DNI, nombre o dirección

✓ Interfaz generación de credenciales de usuarios (habilitado de usuario y clave)

ID	OPCION	NOMBRE	CLAVE	PERSONAL	GRUPO	FECHA REGISTRO
1	HABILITADO	HALLZHSQFT		JOSE ANDRE ESQUIVEL YOVERA	ADMINISTRADOR	04-03-2014

Figura 54: Interfaz generación de credenciales de usuarios (habilitado de usuario y clave)

✓ Interfaz generar y activar credenciales de usuario

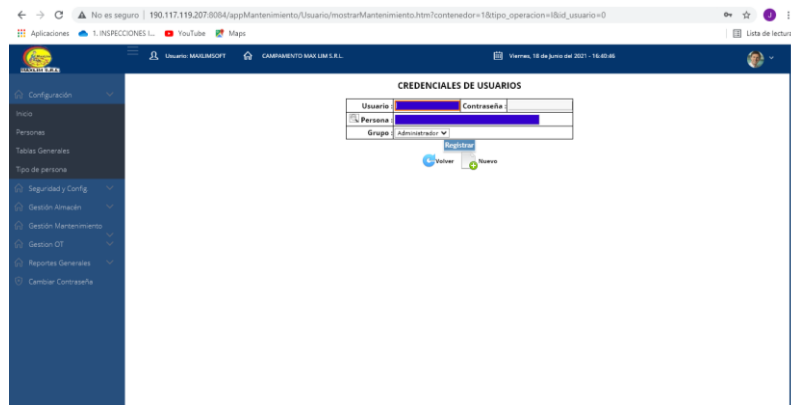


Figura 55: Interfaz generar y activar credenciales de usuario

✓ Interfaz: Mantenimiento de ubicación de almacenes

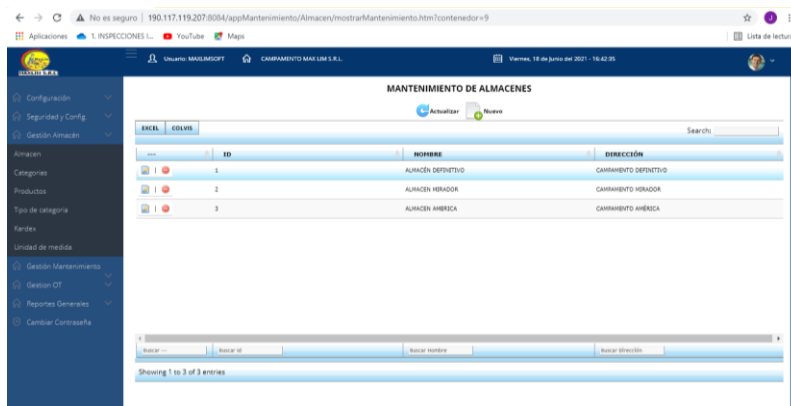


Figura 56: Interfaz: Mantenimiento de ubicación de almacenes

✓ Interfaz: Nueva almacén, modificación o eliminación y ubicación de campamento

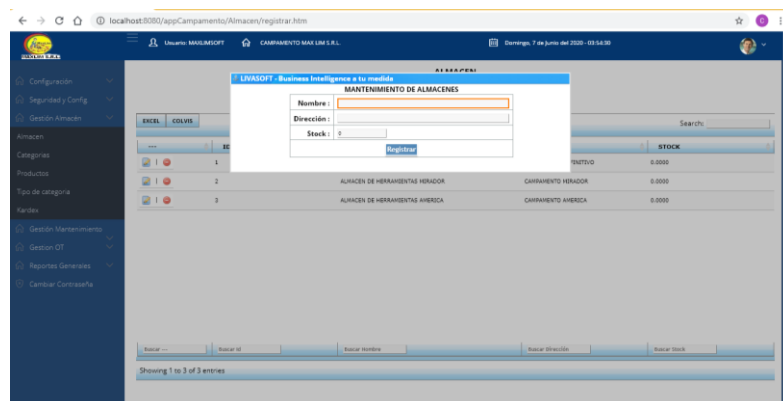


Figura 57: Interfaz: Nueva almacén y ubicación de campamento

- ✓ Interfaz: Tablas de categoría (datos básicos para nuevo producto)

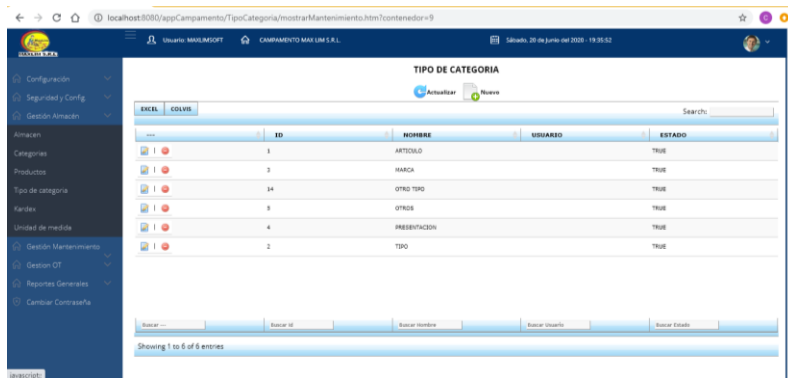


Figura 58: Interfaz: Tablas de categoría.

- ✓ Interface: Registrar, modificar o eliminar producto (materiales, insumos o repuestos)

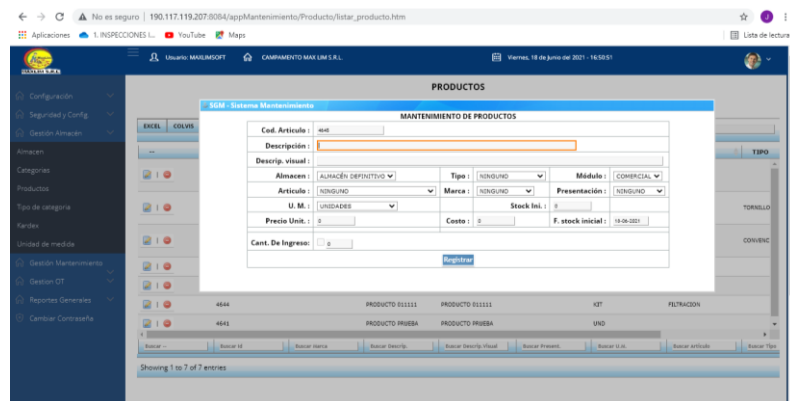


Figura 59: Interface de registro, modificación o eliminación de material, insumo o repuestos.

- ✓ Interface: Kardex (control de ingreso, salida y stock de materiales)

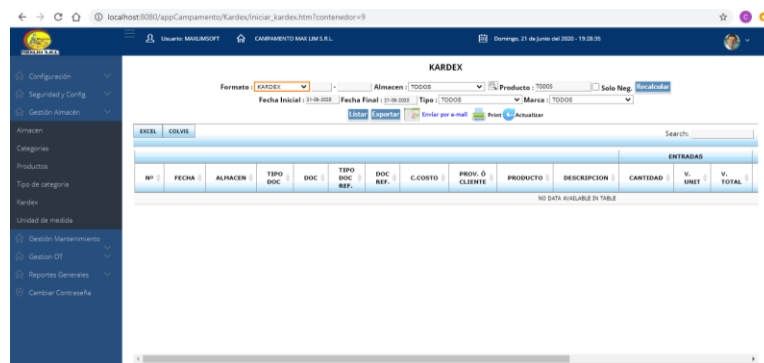


Figura 60: Kardex (control de ingreso, salida y stock de materiales)

- ✓ Interface: menú Gestión de mantenimiento (registro de datos para cuando se genere una nueva solicitud de OT)
Opción Área:

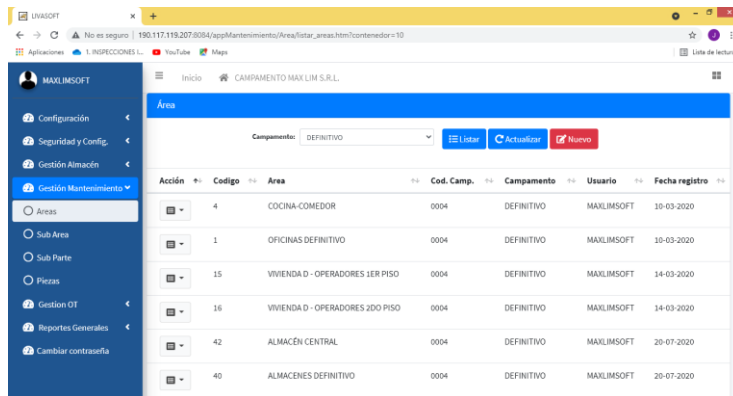


Figura 61: Interfaz de mantenimiento de áreas

Opción Sub Área

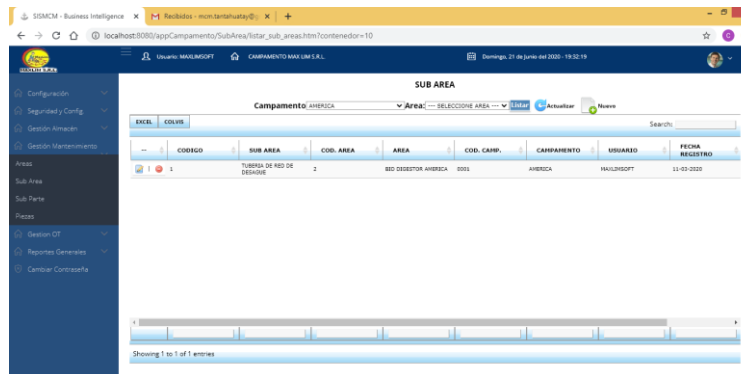


Figura 62: Interfaz de mantenimiento de sub áreas

Opción Sub parte

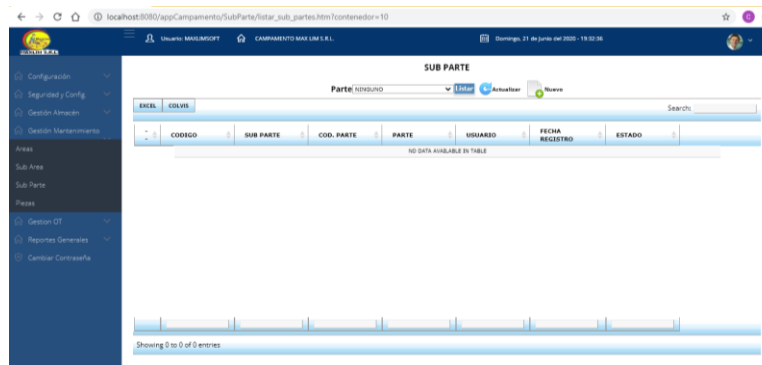


Figura 63: Interfaz de mantenimiento de Sub Parte

Opción piezas

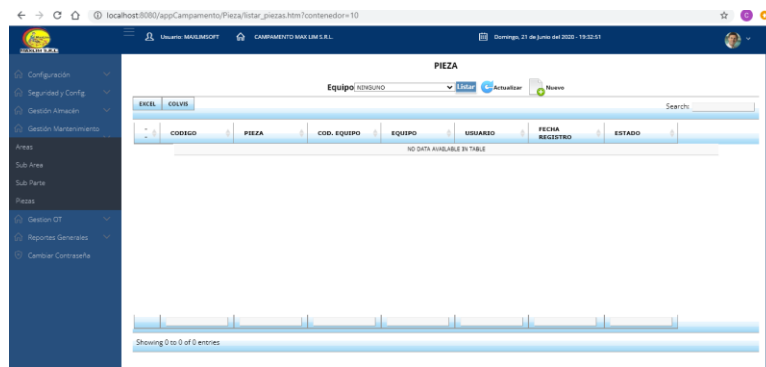


Figura 64: Interfaz de mantenimiento de pieza

✓ Interfaces: menú gestión OT

Opción Tarea de trabajo

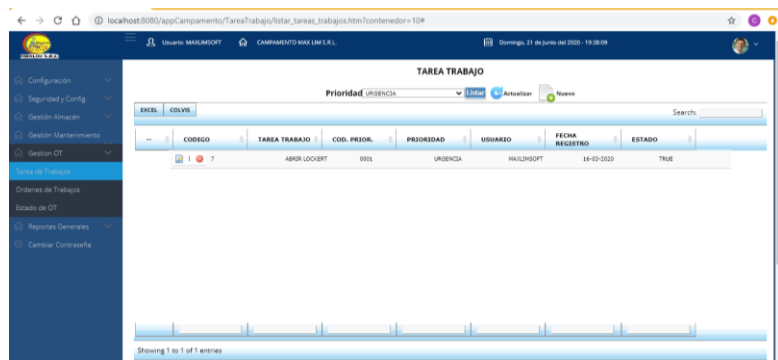


Figura 65: Interfaz de mantenimiento tarea trabajo

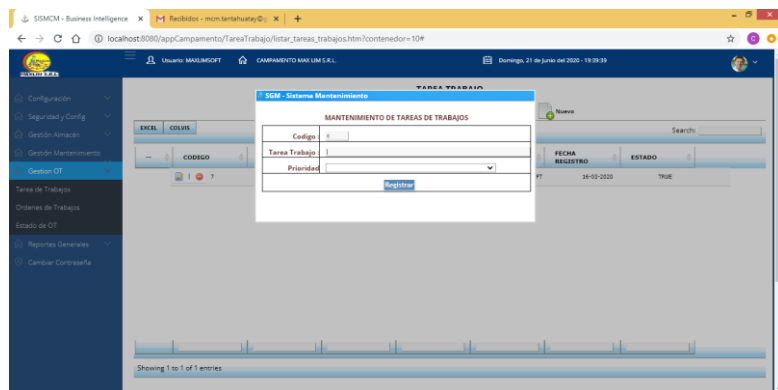


Figura 66: Interfaz de nueva tarea trabajo

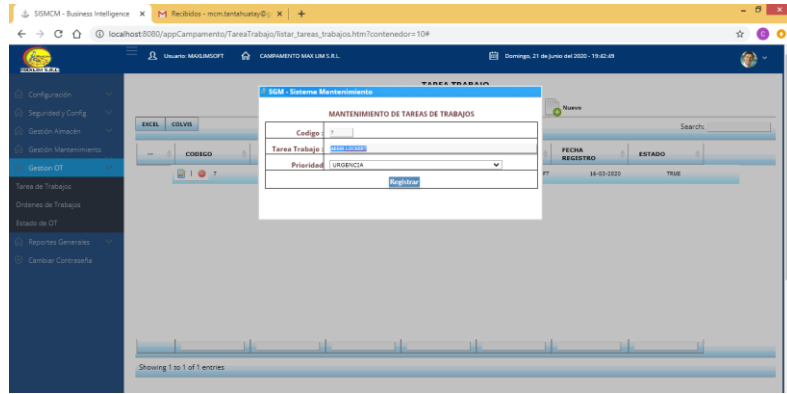


Figura 67: Interfaz de modificar tarea trabajo

Opción de Orden de trabajo

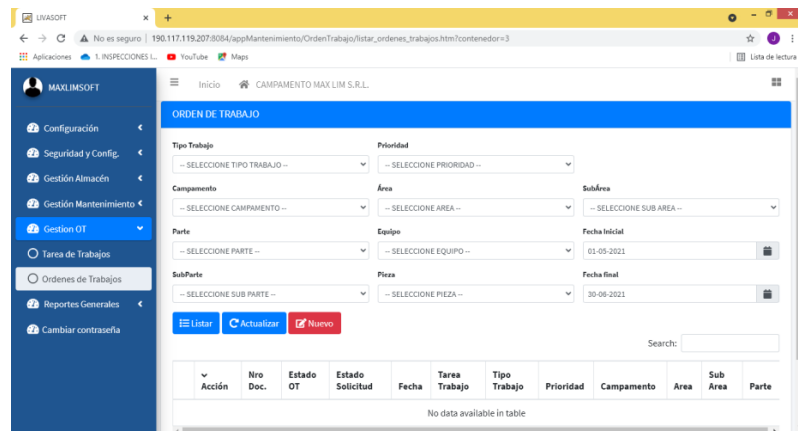


Figura 68: Interfaz de listado de OT

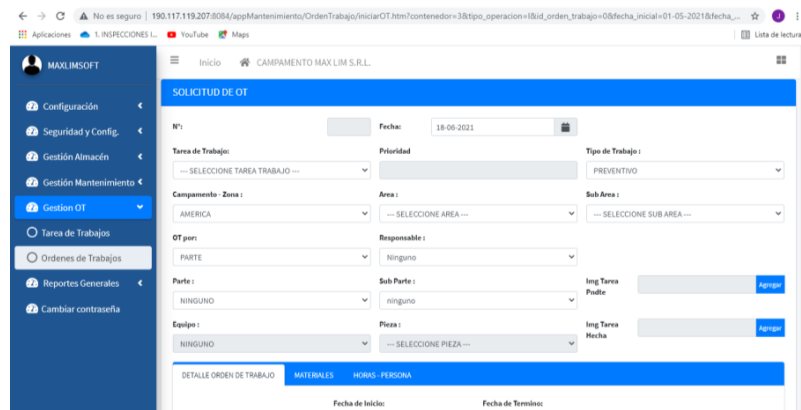


Figura 69: Interfaz nueva solicitud de OT

✓ Interfaces: Menú reportes

Opción reporte campamento

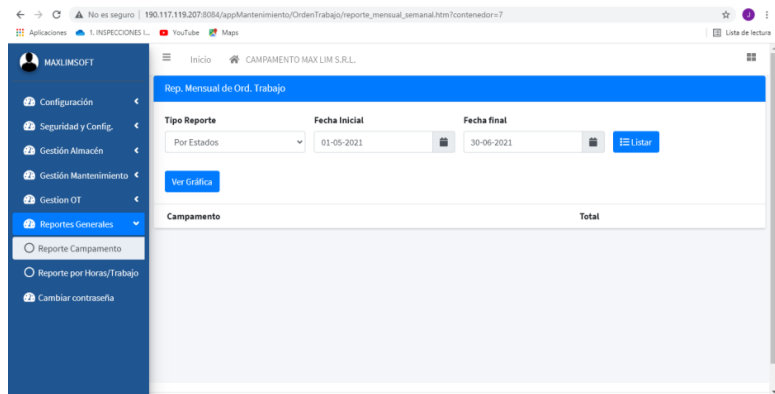


Figura 70: Interfaz de reportes de trabajo (Campamento por tipo de mantenimiento, especialidad, estado y prioridad)

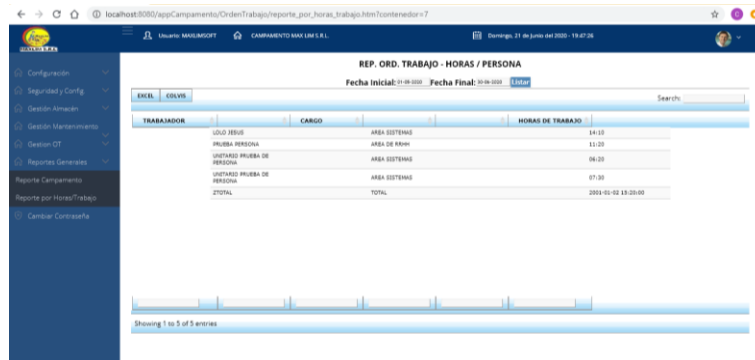


Figura 71: Interfaz de reporte de Horas/hombre

• Diseño de la arquitectura

✓ Diagrama de despliegue de la aplicación.

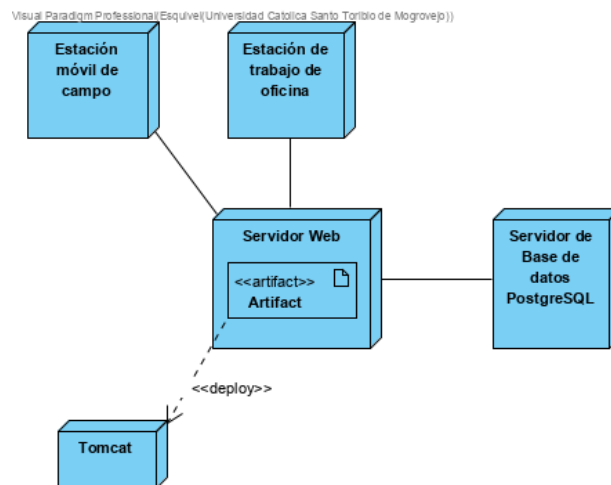


Figura 72: Diagrama de despliegue de aplicación web móvil

✓ Diseño de la infraestructura tecnológica

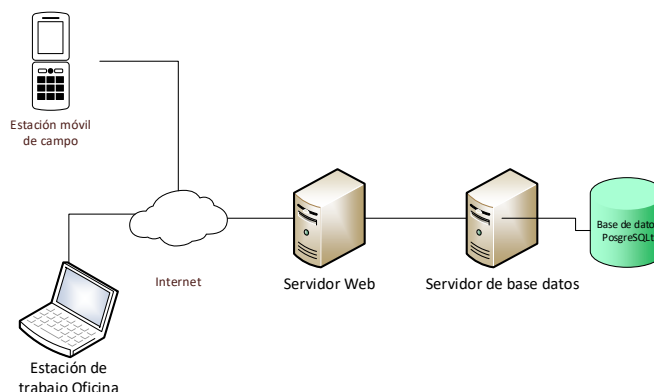


Figura 73: Diseño de infraestructura tecnologica de aplicación Web Móvil

4.1.6. ITERACIÓN #6: IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA

• Diagrama de componentes

✓ Diagrama de componente solicitar usuario



Figura 74: Diagrama de componente solicitar usuario.

✓ Diagrama de componente inicio de sesión

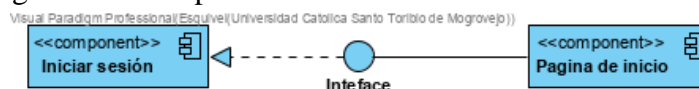


Figura 75: Diagrama de componente inicio de sesión

• Prueba de caja blanca y caja negra

- ✓ Caja blanca: se puso a prueba varias consultas del código de la aplicación con respuesta positiva de acorde a las consultas de los requerimientos solicitados.
- ✓ Caja negra: Se ingresó a las interfaces de la aplicación, para poner a prueba el registrar, modificar, eliminar de las tablas de usuarios, personas, productos, logeo, nueva orden de trabajo, reportes.

• Prueba unitaria e integración:

La aplicación web móvil se ha instalado en el servidor de la universidad Santo Toribio de Mogrovejo para lo que se ha requerido previa instalación los programas PosgretSQL y Apache Tomcat, una vez instalada se procedió con las Pruebas en el área de mantenimiento y la oficina de superintendencia de administración, en el cual se creó distintos usuarios cada uno con opciones de menú específicas, los cuales logran interactuar con la aplicación sin ningún inconveniente.

Se elaboró un check list (Ver Anexo 09), en el cual la población seleccionada verifico el cumplimiento del desarrollo de los requerimientos iniciales y la funcionalidad de los mismos

4.2. EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.2.1. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 1

Se desarrolló un algoritmo, que posteriormente se plasmó en código de lenguaje de programación java, que dentro de la aplicación genere automáticamente la prioridad para la ejecución de la Orden de Trabajo, el cual se muestra en el anexo 08.

4.2.2. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 2

Se desarrollar e implemento la aplicación Web móvil que apoya la gestión del mantenimiento en el área de mantenimiento menor en la U.P. Tantahuatay, siguiendo las iteraciones de la metodología RUP. Las cuales se pueden visualizar, en los ítems del 4.1.1 al 4.1.6, en *el Capítulo IV. Resultados.*

4.2.3. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 3

Se realizó la validación de la aplicación por parte del personal interesados, mediante un check list de funcionalidad y aceptación, el cual se evalúa el cumplimiento en la implementación de los requerimientos funcionales y no funcionales, el cual se puede ver en el anexo 10.

4.2.4. DESCRIPCIÓN DE OBJETIVO 4

Se realizó una tabla comparativa para evaluar si la aplicación web móvil cumple con las características de calidad software de acuerdo a la norma ISO 25010. (Ver anexo 11).

4.3. IMPACTOS ESPERADOS

4.3.1. IMPACTOS ECONÓMICOS

El desarrollo e implementación de la investigación permitirá optimizar las horas/hombres con respecto al desempeño de los colaboradores incrementado la productividad y rentabilidad para la empresa. Finalmente reducirá errores, mejorará el control de las operaciones y actualizará la información de manera óptima. Así como también permitirá reducir los gastos económicos en adquirir una aplicación de costos altos en implementación y que no se adapte de manera concreta a las necesidades de la empresa.

4.3.2. IMPACTOS EN TECNOLOGÍA

La implementación de la aplicación web móvil permitirá cambiar sus procesos de gestión de mantenimiento manual a automatizado, eliminando el llenado a mano de formatos de órdenes de trabajo, pudiendo de esta forma centralizar la información en una aplicación amigable y de fácil acceso para los diferentes tipos de usuarios. Si bien es cierto existen en el mercado varias aplicaciones orientadas a mantenimiento, ninguna se puede adaptar a las necesidades de la empresa, como la aplicación desarrollada que es a medida.

4.3.3. IMPACTOS AMBIENTALES

Se va percibir debido a que se reducirá la utilización de papel, tinta de impresora, beneficiando al medio ambiente evitando así la tala indiscriminada de árboles, utilizando la digitalización como un aporte para la propia empresa.

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se presenta la relación que nuestra hipótesis y objetivo, conjuntamente con la aplicación web móvil implementada para optimizar los procesos de gestión de mantenimiento, en el área de mantenimiento menor de la UP Tantahuatay.

La aplicación web móvil implementada ayuda a optimizar el registro de información centralizando las solicitudes de las ordenes de trabajo que son ingresadas, y optimiza el tiempo de búsqueda para realizar una actualización de la OT o visualización del estado de ejecución, como también se registra información del almacén del área y verificar el stock para que se puedan realizar los trabajos requeridos, así mismo poder generar no solo trabajos correctivos sino realizar una programación de trabajos correctivos. Contrastando con la solución propuesta de D. Molina [6] , para optimizar la gestión de mantenimiento de vehículos en un taller mecánico donde se implementa una aplicación web para evitar que la información que se registraba de manera física en formatos impresos se pierda debido al deterioro de los documentos o se extravíen por que no son ordenados, así mismo la demora en búsqueda de información valiosa para todos los involucrados como son el cliente, personal mecánico y personal administrativo del taller. Así como también la investigación D. Vargas [10], en la cual se implementa una aplicación web para mejorar la gestión de servicios técnicos de la empresa ROXFARMA S.A., que no cuenta con registro de los procesos de solicitudes mantenimientos, cambios de equipos, registros de usuarios.

La aplicación implementada implica procesos de la gestión de mantenimiento documentario y toma de decisiones, el cual optimiza el cumplimiento de las OT solicitadas, manteniendo un stock de materiales y EPP que eviten retraso en las OT a ejecutar, así como también gastos innecesarios por compra de materiales que no se requieren o de poca rotación, como horas hombre perdidas, también se puede generar reportes por estado, tipo de mantenimiento, especialidad, prioridad, horas hombre y costo de materiales empleados de acuerdo a un rango de fechas. Contrastando con la solución implementada por L. Márquez [7], quien presenta una gestión de mantenimiento centrado en motores de inducción, en la cual modifica la instrumentación física por electrónica, debido a la ineficacia en la lectura de datos para los mantenimientos e implementa una aplicación estática con el software Matlab para el entorno de visualización y análisis de digitalizados de datos, y para reportes emplea hoja de cálculo de Microsoft Excel.

La implementación de la aplicación web móvil es una pieza fundamental para la gestión de mantenimiento ya que ayuda a registrar cantidad de información que

existe en el área, con ello poder mantener en óptimo estado la infraestructura y equipos doméstico. Como lo confirma S. Morales [8], en su investigación quien propone optimizar su gestión de mantenimiento de la empresa CLARIANT realizando un plan de mantenimiento basado en criterios estadísticos de fallas. Que incluye la adquisición de una aplicación de gestión que recopile la extensa información estadística de mantenimiento.

En la investigación J. Llaza [5], se propone un control de mantenimiento preventivo empleando la herramienta de BSC para planificar mejor las tareas que se realizan en el área de mantenimiento la misma que es administrada por Recursos Humanos de Mina, sobre todo disminuyendo la cantidad averías no programadas, concluyendo en un planteamiento de metas que se buscan alcanzar estratégicamente como aumentar el uso del presupuesto del área, aumentar el la satisfacción de los usuarios y mejorar el mantenimiento preventivo en un 7,38% en bienestar de los usuarios. La implementación de la aplicación busca también mejorar aspectos como la reducción de OT sin ejecución, falta de stock de materiales, manejar eficientemente el presupuesto del área referente a los materiales, aumentar la satisfacción del usuario y cumpliendo oportunamente con la información que en este caso lo solicita el área de administración mina

La investigación realizada por A. Cáceres [9] y L. Pacheco [11], plantean mejorar la gestión de mantenimiento mediante la elaboración de un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad), en la cual empleando las herramientas como análisis de criticidad, análisis de causa raíz y el análisis de modo y efecto de fallas, se identifican los puntos críticos del mantenimiento de los camiones gigantes y maquinaria de construcción. Para posteriormente realizar un plan global que se divide en planes de mantenimiento, procedimiento de mantenimientos y operativos, modificaciones o mejoras posibles e identificación del stock de repuestos. Mientras la implementación de la aplicación web móvil en la presente investigación es un apoyo importante para la recopilación de datos y sus reportes estadísticos pueden ser empleados para elaborar un plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones de los campamentos y de los equipos domésticos para aumentar su tiempo de vida.

Así como en otras investigaciones se ha empleado para la mejora de la gestión de mantenimiento empleando la metodología RCM, en la investigación M. García [12], nos presenta otra metodología de análisis como TPM, en la cual se analiza: criticidad, documentación, fallos, se realiza calculo OEE e inspección visual. Para identificar la confiabilidad de las máquinas de una planta de pilado de arroz. Dando como solución implementar un plan de gestión basado en la metodología TPM. Todos los planes de mantenimiento que se basan en metodologías siempre requieren de una aplicación que pueda recabar toda la información de mantenimiento para que pueda tener un soporte en los próximos análisis, en la presente investigación se ha implementado el recurso tecnológico como es la aplicación web para recabar la información del mantenimiento, control de stock de materiales, solicitudes de órdenes de trabajo. Los cuales nos permitirán elaborar planes de mantenimiento eficientes.

En la investigación A. Salazar [13], nos presenta una solución para toma de decisiones que es un factor esencial en la gestión de mantenimiento en cual se puede tomar decisiones oportunas. Lo mismo podemos encontrar en la implementación de la aplicación web móvil que se ha implementado en la presente investigación, ya que no solo es registrar la información sino también presentar reportes para toma de sesiones en elaboración de planes de mantenimiento preventivo, uso del presupuesto de gasto en materiales, EPP y herramientas.

VI. CONCLUSIONES

1. Mediante el diseño del algoritmo y una tabla de prioridades se realiza un filtro de las tareas de mayor a menor prioridad, luego le asigna una prioridad al orden de trabajo vinculando la tarea designada en la OT y finalmente muestra un listado de las OT con mayor prioridad automáticamente.
2. La implementación de la aplicación web móvil, ha optimizado los procesos inmersos en la gestión de mantenimiento correctivo del área debido a su centralización y automatización de las solicitudes de órdenes de trabajo, las cuales se pueden programar a acorde a su prioridad y stock de materiales, EPP o herramienta requerida, así mismo se logra tener la información de las ordenes de trabajo en campo actualizadas por el personal operativo, reduciendo el tiempo de obtención de dicha información y finalmente pudiendo entregar de manera oportuna la información solicitada por el cliente, o que este mismo pueda visualizarlo en la aplicación, ya que esta cuenta con 3 tipos de usuarios que son: Jefatura, usuario y administrador.
3. La aplicación paso por una validación por parte de los interesados tanto del cliente como de la empresa contratista, en la cual se le otorgó un check list en el cual ellos al interactuar con la aplicación iban validando los requerimientos funcionales o no funcionales que en su momento solicitaron. Los participantes quienes realizaron la validación fueron: el superintendente de administración y el administrador por parte del cliente y las 08 personas del área de mantenimiento, logrando una aceptación en el cumplimiento del 100% de los requerimientos solicitados. (Ver tabla XIV – Anexo 10)
4. La aplicación web móvil se evaluó de acuerdo a las características de calidad de software que pide la norma ISO 25010, la cuales se describen en una tabla del anexo 11.

RECOMENDACIONES

1. Para posteriores investigaciones se puede complementar la aplicación web móvil implementada con un plan general de mantenimiento el cual se pueda dar las pautas de todos los procesos del área de mantenimiento empleando una metodología como RCM, MPT o MBR (Mantenimiento basado en el riesgo).
2. Se puede evaluar la ampliación del alcance de la aplicación no solo a registros del mantenimiento correctivo, sino que se genere un plan de mantenimiento preventivo en base a la información recopilada.
3. Considerando el cumplimiento de optimización de los procesos de gestión de mantenimiento de los campamentos mineros, se puede evaluar La aplicación web móvil en otros ámbitos empresariales.

VII. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] C. Vidal, «Ditecsa Soluciones industriales y medioambientales,» Area de mantenimiento industrial grupo Ditecsa, 11 07 2017. [En línea]. Available: <http://www.grupoditecsa.com/es/mantenimiento-industrial-conoces-el-origen-del-mantenimiento-preventivo/>. [Último acceso: 26 05 2020].
- [2] B. VERITAS, «El origen y la actualidad del mantenimiento predictivo a nivel mundial,» BUREAU VERITAS, 17 07 2017. [En línea]. Available: <https://lubrication-management.com/2017/07/17/el-origen-y-la-actualidad-del-mantenimiento-predictivo-a-nivel-mundial/>. [Último acceso: 26 05 2020].
- [3] ANDINA, «ANDINA agencia de noticias,» ANDINA, 16 12 2019. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-mantenimiento-mueve-alrededor-s-200-millones-al-ano-el-peru-778501.aspx>. [Último acceso: 26 05 2020].
- [4] Superintendencia del Mercado de Valores, «Incidencias de mantenimiento en los campamentos en Perú,» 31 12 2017. [En línea]. Available: <http://www.smv.gov.pe/ConsultasP8/temp/Bnv%20Anual%20Indv%2031%2012%2017-16%20DirectorioUV.pdf>. [Último acceso: 26 05 2020].
- [5] J. Llaza, «Preventivo para Servicios Generales de viviendas mediante herramienta BSC, en campamento minero de Ayacucho”,», Tesis de Pregrado, Departamento de Ing. Industrial, Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Perú, 2019[En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/1930>.
- [6] D. Molina, «Aplicación web para la gestión del mantenimiento de vehículos,» tesis de grado, Departamento de Informatica, Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España, 2018, [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/handle/10251/115928>.
- [7] L. Marquez, «"Sistema electronico para la gestión y mantenimiento de motores eléctricos de inducción",», Tesis de maestria, Facultad de tecnología, Universidad mayor de San Andrés, La paz, Bolivia, 2017, [En línea]. Available: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/13618>.
- [8] S. Morales, «“Generación y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en base a criticidad, según criterios de estadística de fallas en empresa Química CLARIANT”,», tesis de pregrado, Departamento de Ing. Mecanica, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile, 2017[En línea]. Available: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23029>.
- [9] A. L. R. Caceres, «“Apliación de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la flota de camiones de acarreo Caterpillar 793F de una compañía minera para el mejoramiento de la confiabilidad operacional”,» Tesis de pregrado, Departamento de ingenieria en energía, Universidad del Santa, Chimbote, Perú, 2017[En línea]. Available: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2803>.
- [10] D. Vargas, «Aplicación web para la mejora de la gestión de servicios de soporte técnico de la empresa ROXFARMA S.A.,» Tesis de pregrado, Departamento de ing. de computación y sistemas, Universidad peruana de las Americas, Lima, Perú, 2017, [En línea]. Available: <http://repositorio.ulasamericas.edu.pe/handle/upa/323>.
- [11] L. Pacheco, «"Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa HYDRO PÁTAPÓ S.A.C.",» Tesis de pregrado,

Departamento de Ing. Industrial, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2018, [En línea]. Available:
<http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/1353>.

- [12 M. García, «"Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las maquinas de la empresa comercial Molinera SAN LUIS SAC",» Tesis de pregrado, departamento de ing. industrial, Universidad San Martin de Porres, Pimentel, Perú, 2018, [En línea]. Available: <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/3953>.
- [13 A. Salazar, «"Implementación de una solución de Business Intelligence como apoyo a la toma de decisiones en el proceso de mantenimiento de servicios de clientes de la empresa Claro En El Área De Instalación & Mantenimiento Hfc Chiclayo",» Tesis de grado, Departamento de ing. de sistemas y computación, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2019, [En línea]. Available: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/2068>.
- [14 S. García, Organización y gestión integral del mantenimiento, Madrid: Diaz de Santos S.A, 2003.
- [15 J. P. a. M. Merino, «Concepto de Gestion,» 2008. [En línea]. Available: <https://definicion.de/gestion/>. [Último acceso: 28 04 2020].
- [16 J. P. a. A. Gardey, «Definición. de,» 2018. [En línea]. Available: <https://definicion.de/mantenimiento/>.
- [17 S. Garcia, Mantenimiento Correctivo: Organización y gestión de la reparación de averías, Madrid: Renovetec, 2009.
- [18 R. Avila, Fundamentos de mantenimiento guias economicas, técnicas y administrativas, Mexico: Limusa, 1995.
- [19 E. Newbrough, Administración de mantenimiento industrial: Organización, motivación y control en el mantenimiento industrial, Mexico: Diana S.A., 1997.
- [20 L. Tavares, Administración moderna de mantenimiento, Brasil: Novo Polo, 1999.
- [21 I. Sommerville, Ingeniería del software, Madrid: Pearson Educación S.A., 2005.
- [22 P. Kruchten, The Rational Unified Process An Introduction Second Edition, Addison Wesley, 2000.
- [23 A. Villar, Introducción a la informatica y al uso y manejo de aplicaciones comerciales, España: IDEASPROPIAS EDITORIAL, 2006.
- [24 G. Beekman, Introducción a la informatica, Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A., 2005.
- [25 F. C. a. J. C. F. Bernal, Desarrollo Profesional de aplicaciones web con ASP.NET, Madrid: First Edition, 2007.
- [26 V. Hiard, Gestion de un proyecto Web: Planificación, dirección y buenas prácticas, Barcelona: Ediciones ENi, 2016.
- [27 J. V. Javier Cuello, Diseñando App para moviles, Catalina Duque Giraldo, 2013.
- [28 ISO, «ISO 2500,» ISO, 2019. [En línea]. Available: <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010?limit=3&limitstart=0>. [Último acceso: 21 06 2020].

- [29 Metodología de la investigación, Mexico: McGRAW-HILL /
] INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2014.
- [30 C. Bernal, Metodología de la investigación: Administración, economía,
] humanidades y ciencias sociales, Colombia: PEARSON EDUCACIÓN, 2010.
- [31 M. Namakforoosh, Metodología de la investigación, Mexico: Grupo Noriega
] Editores, 2002.

VIII. ANEXOS**ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO
ACREDITABLE DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS****CARTA DE ACEPTACIÓN DE DESARROLLO DE PROYECTO DE TESIS**

Tantahuatay, 25 /04 /2020

Mgtr. Huidar Juanito Mera Montenegro
Director De Escuela De Ingeniería De Sistemas Y Computación
Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.

Presente. -

Yo, **PEÑA PINTO JOHANNA ROSALY**, identificado con DNI: 42738828, teniendo el cargo de Administrador de Campamento de la Unidad de Producción Tantahuatay, de la empresa CIA Minera Coimolache, tengo el agrado de comunicarme con usted para hacer de su conocimiento que el Sr. José André Esquivel Yovera, Estudiante de la Escuela de Ingeniería de sistemas y computación de la Institución Universitaria que Usted Representa , ha sido aceptado para que pueda desarrollar en el área de mantenimiento de campamento menor su tesis: "APLICACIÓN WEB MÓVIL PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LOS CAMPAMENTOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN TANTAHUATAY, CAJAMARCA".



Johanna Rosaly Peña Pinto

DNI: 42738828

ANEXO N° 02. ANÁLISIS DE RIESGOS

1. Datos generales

- **Tesista** : José André Esquivel Yovera
- **Fecha inicial** : agosto del 2019
- **Fecha final** : mayo del 2020

2. Alcance del proyecto

Se implementó la aplicación web móvil para optimizar los procesos inmersos en la gestión de mantenimiento en el área de mantenimiento menor en los campamentos de la UP Tantahuatay, en el distrito de Hualgayoc – Cajamarca,

La aplicación web implementada permite centralizar las Ordenes de trabajo solicitadas por parte del cliente, programarlas de acuerdo a su nivel de criticidad: Emergencia, urgencia, a corto plazo o a largo plazo. Además, la aplicación permite llevar el control de stock, salidas y entradas de materiales, herramientas y EPP del almacén del área de mantenimiento, como también permite generar tablas de reporte por campamentos, estado de OT, especialidad, por tipo de mantenimiento y horas hombre por personal técnico. Para ello el personal operativo deberá actualizar las OT que se le fueron designadas durante el día en la aplicación, la cual tendrá cada uno acceso desde su dispositivo móvil o pc en oficina del área de mantenimiento menor.

3. Interesados (Stakeholders)

Para el desarrollo de la presente tesis se ha identificado a los siguientes interesados:

- **Internos**

TABLA VI
INTERESADOS INTERNOS

Interesado	Participación
Supervisor de mantenimiento	Quien facilito la información de las OT, y otros documentos requeridos del área.
Asistente de mantenimiento	Por medio de entrevista nos indicó requerimientos para la aplicación.
Personal Operativo Superintendente	Por medio de entrevista nos indicó requerimientos para la aplicación.
de Administración - mina	Por medio de entrevista nos indicó requerimientos para la aplicación.
Administrador mina	Autorización de uso de información del área de mantenimiento menor y por medio de entrevista nos indicó requerimientos para la aplicación implementada..

- **Externos**

TABLA VII
INTERESADOS EXTERNOS

Interesado	Participación
Supervisor de Operaciones	Acepto el desarrollo de la investigación en el área de mantenimiento menor que la empresa Maxlim administra.
Gerente general Maxlim S.R.L	Acepto el desarrollo de la investigación en el área de mantenimiento menor que la empresa Maxlim administra.
Jefatura de Recursos Humanos Maxlim S.R.L.	Acepto el desarrollo de la investigación en el área de mantenimiento menor que la empresa Maxlim administra.

4. Beneficios

Los beneficios que se van a obtener con el producto que se ha desarrollado son:

- Centralizar la recepción de las solicitudes de órdenes de trabajo nuevas.
- Programar las órdenes de trabajo de acuerdo a su prioridad.
- Controlar el almacén: ingreso, salida y stock de materiales.
- Optimizar el registro de información una vez finalizada la ordenes trabajo.
- Reportes de: estado por campamento, tipo de mantenimiento por campamento, especialidad por campamento, prioridad por campamento
- Optimizar la entrega de información al cliente.

5. Etapas de desarrollo

Para el desarrollo del producto de la presente tesis se ha realizado considerando las iteraciones de la Metodología RUP, que consta de las siguientes etapas:

- **Iteración 1**

- **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta iteración se mencionan:

TABLA VIII
MATRIZ DE RIESGOS ETAPA 1

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Desarrollo de tesis en empresa minera y contratista denegada.	Iteración 1	Falta de interés de empresa minera y empresa contratista sobre la investigación	Ninguno	1	Alcance	4	30	ALTO
						Tiempo	4	30	
						Costo	4	30	
						Calidad	4	30	
						Total probabilidad por impacto		120	
RE1 – 002	Demora de entrega de la información solicitada para la tesis.	Iteración 2	Distancia de la empresa y la operación donde administra el área de mantenimiento	Ninguno	2	Alcance	4	30	ALTO
						Tiempo	4	30	
						Costo	4	30	
						Calidad	4	30	
						Total probabilidad por impacto		120	

– **Matriz salvaguarda de riesgos**

Entre los planes de mitigación para superar riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA IX
MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS ETAPA N

Código del riesgo	Amenaza / Oportunidad	Descripción del riesgo	Fase	Nivel de riesgo	Tipo de respuesta	Responsable	Plan de mitigación
RE1 – 001	Oportunidad de presentar a la minera y empresa un producto tecnológico que optimice su gestión de mantenimiento de los campamentos de la UP	Desarrollo de tesis en empresa minera y contratista denegada	1	ALTO	Salvaguarda	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se envió una carta de presentación del estudiante emitido por la universidad. ✓ Se presentó el objetivo a alcanzar con la tesis al personal seleccionado de la alta administración de la minera y empresa contratista.
RE1 – 002	Amenaza en recolección de información a destiempo	Demora de entrega de la información solicitada para la tesis.	1	ALTO	Salvaguarda	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se coordinó que todo documento sería digitalizado y enviado por correo.

- **Iteración 2, 3 y 4**
 - **Matriz de riesgos**

Entre los riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA X
RIESGOS IDENTIFICADOS ETAPA N

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Fase afectada	Causa raíz	Entregables afectados	Estimación probabilidad	Objetivo afectado	Estimación Impacto	Probabilidad por impacto	Nivel de riesgo
RE1 – 001	Levantamiento de información de los requerimiento inexacta	Iteraciones 2,3 y 4	Requerimiento mal descrito	Análisis y diseño	1	Alcance	5	30	ALTO
						Tiempo	5	30	
						Costo	5	30	
						Calidad	5	30	
						Total probabilidad por impacto		120	
RE1 – 002	Incumplimiento en el desarrollo de aplicación por coyuntura actual del COVID 19	Iteración 2,3 y 4	Ubicación geográfica de tesista para desarrollo de aplicación	Aplicación web móvil	1	Alcance	5	30	ALTO
						Tiempo	5	30	
						Costo	5	30	
						Calidad	5	30	
						Total probabilidad por impacto		120	

– **Matriz salvaguarda de riesgos**

Entre los planes de mitigación para superar riesgos identificados en esta etapa se mencionan:

TABLA XI
MATRIZ DE SALVAGUARDA DE RIESGOS ETAPA N

Código del riesgo	Amenaza / Oportunidad	Descripción del riesgo	Fase	Nivel de riesgo	Tipo de respuesta	Responsable	Plan de mitigación
RE1 – 001	Amenaza para el desarrollo de la aplicación	Levantamiento de información de los requerimiento inexacta	2 y 3	ALTO	Salvaguarda	Tesista	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se seleccionó como población a todo el personal del área de mantenimiento y personal de alto rango del área de administración mina. ✓ Se realizó entrevistas a cada persona para obtener sus ideas y requerimientos de forma mas concretas ✓ Se empleó software libre y accesible. ✓ Se solicitó permisos para desarrollo de aplicación durante horarios laborales.
RE1 – 002	Amenaza en cumplimiento de plazos de desarrollo de la aplicación	Incumplimiento en el desarrollo de aplicación por coyuntura actual del COVID 19	4	ALTO	Salvaguarda	Tesista	

ANEXO N° 03. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENTREVISTA A ADMINISTRADORA DE CAMPAMENTO

¿Nombres y apellidos?

Johanna Peña Pruto.

¿Qué cargo es el que usted tiene?

Administrador Campamentos.

¿Qué relación tiene el área que usted dirige con el área de mantenimiento de campamento menor?

Me encargo de gestionar el área de Campamento solicitando los trabajos de mantenimiento.

¿Con respecto a las solicitudes de trabajos que se realizan se encuentra normalizado por un formato y medio de envío?

Se tiene formatos, pero se solicitan por correo o por teléfono.

¿Cuál su nivel satisfacción con respecto al cumplimiento de las solicitudes de trabajo direccionadas al área de mantenimiento menor?

Satisfacción Buena, porque las confirmaciones de trabajo no se encuentran a la fecha.

¿Qué reportes puntualmente son los requeridos por el área que usted dirige?

- Reporte Semanal - Reporte de estado trabajos
- Reporte Mensual

¿Los reportes o información requerida por área que usted dirige son oportunamente enviados?

Tenemos el retraso con reportes de confirmación de trabajo.

¿Cuál es el tiempo que demora el personal administrativo del área en enviar un reporte?

Toma 2 o 3 días de retraso.

¿Si el área contara con una aplicación web móvil de la cual se genere la solicitud de trabajo desde una PC o celular, y así mismo se pueda realizar un seguimiento del mismo, cuál sería su apreciación u opinión?

Me parecería una buena alternativa ya que nos generaría ver en tiempo real el estado de los trabajos y que se centralicen las solicitudes.

Firma del entrevistado



ANEXO N° 04. MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

APLICACIÓN SISMCM

1. Direccionamiento de ingreso a la aplicación web móvil SISMCM:
Se debe copiar en el URL, la siguiente dirección, sea un explorador desde su computadora de escritorio, laptop o celular:
<http://190.117.119.207:8084/appMantenimiento>

2. LOGIN:
En la interfaz de logueo, que se muestra en la figura 76, se debe ingresar en los campos la siguiente información:
 - USUARIO: En este campo va el valor de usuario designado para ingresar a la aplicación web.

 - CONTRASEÑA: En este campo se ingresa el valor de contraseña que el usuario ha generado.

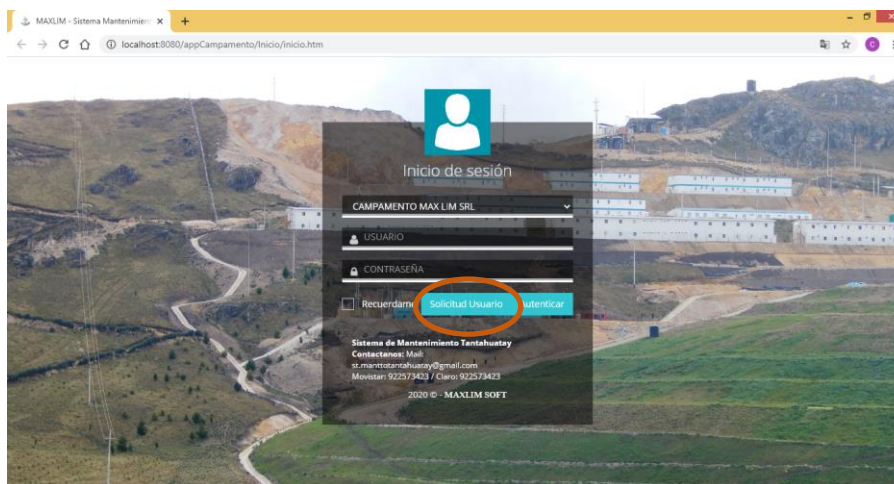


Figura 76: Logeo de usuario para ingreso a la aplicación

- Si no se cuenta con un usuario, se debe dar clic en la opción solicitar usuario, la cual abre la interfaz de registro (figura 76), en los campos se solicita la siguiente información: **Apellidos y nombres, DNI, sexo, empresa, cargo, e-mail, teléfono**. Una vez ingresado los datos requeridos que son de carácter obligatorio, se da click en el botón registrar. En breves minutos le llegara un correo con su usuario y clave provisional, asimismo debe esperar una segunda confirmación que indicara la activación de la cuenta con los permisos

concedidos de acorde al tipo de usuario que pertenece, el cual puede demorar hasta 1 día.

En caso que no llegue la segunda confirmación enviar un correo solicitando la activación de cuenta, a la siguiente dirección de e-mail st.manttotantahuatay@gmail.com

Figura 77: Registro de usuario nuevo

- Una vez habilitado su usuario, usted puede loguearse en la interfaz de inicio de sesión (Figura 75), he inmediatamente lo direccionara a la interfaz de Inicio de la aplicación Web móvil. (figura 77)

Figura 78: Página de inicio.

- De acuerdo al tipo de usuario al que pertenece se le habilita opciones del menú para su navegación en la aplicación, los cuales se describen a continuación:

Usuario Jefatura: este tipo de usuario es para el personal del área de administración de campamentos de CIA Coimolache o alta gerencia de la empresa contratista Maxlim S.R.L.

- Tiene las opciones de ver estado de Ordenes de trabajos.

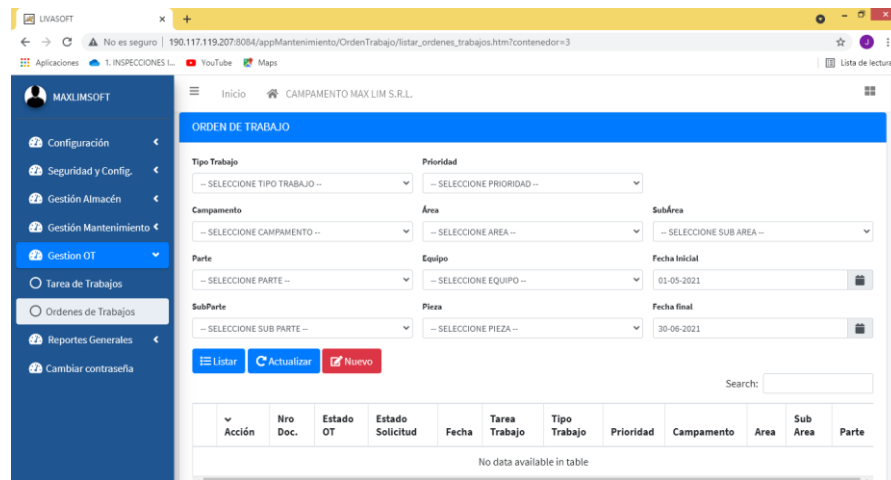


Figura 79: Interfaz de visualización de estado de las OT

- Realizar una nueva solicitud de orden de trabajo.

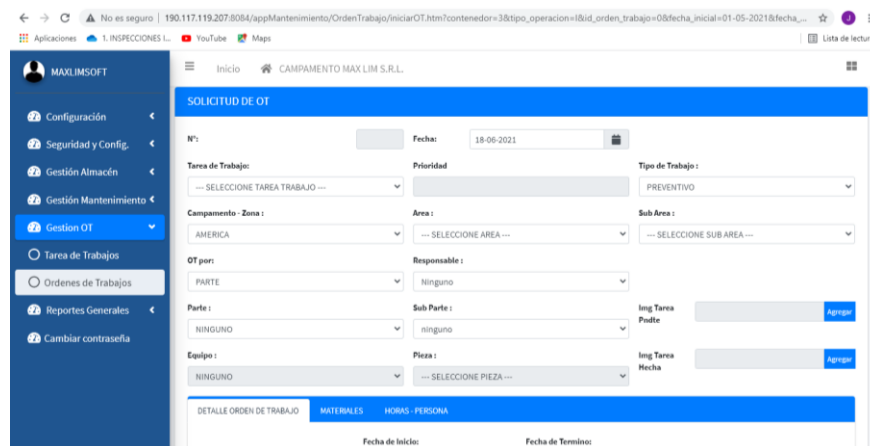


Figura 80: Interfaz para generar una solicitud de OT nueva

- Realizar reportes de tablas de acuerdo a: estado por campamento, tipo de mantenimiento por campamento, estado por campamento y especialidad por campamento, teniendo en cuenta rangos de fechas. Estos cuadros se pueden exportar a una hoja de cálculo de Microsoft Excel, así como ver gráficamente en la aplicación.

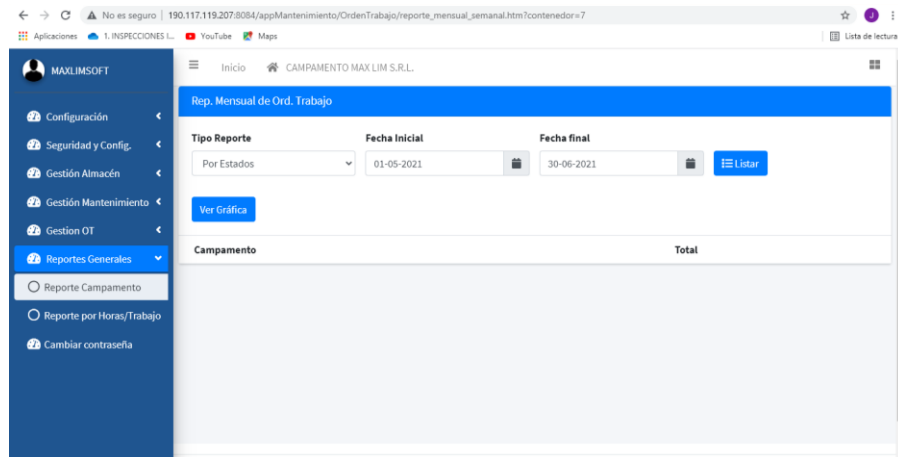


Figura 81: Interfaz de reportes

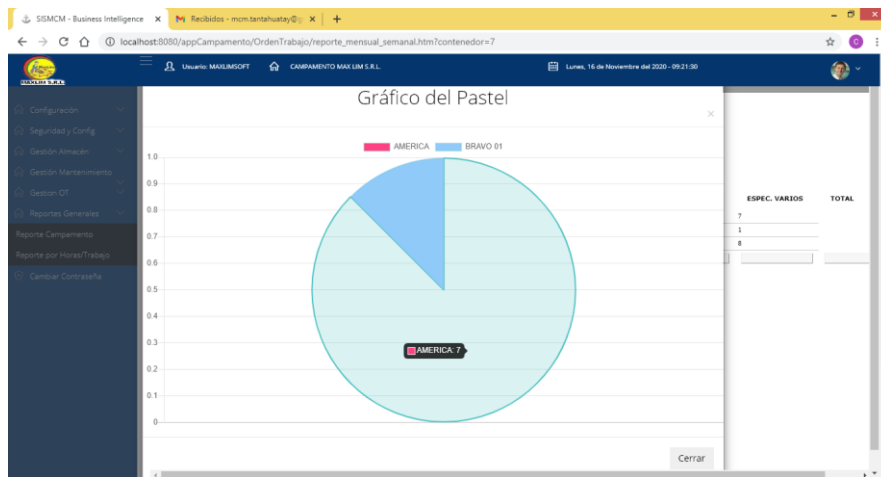


Figura 82: Grafico de reporte tipo pastel

Usuario cliente: este tipo de usuario son todas las personas responsables de las áreas de minera Coimolache o empresas contratistas.

- Tiene las opciones de ver estado de su orden de trabajo previamente registrada.

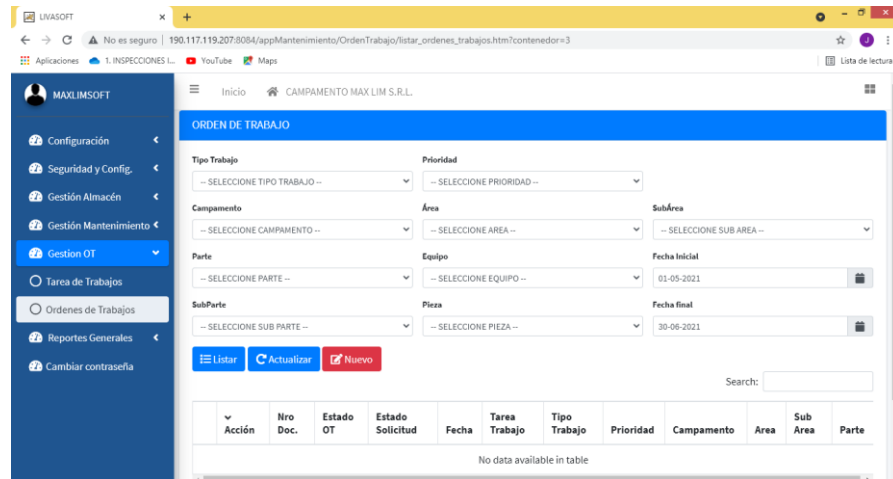


Figura 83: Estado de OT

- Registrar una nueva solicitud de orden de trabajo.

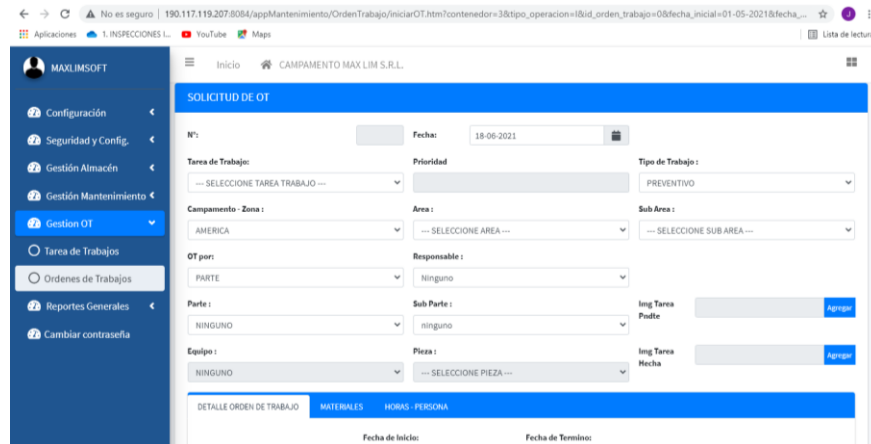


Figura 84: Registrar nueva OT

Usuario administrador: el usuario administrador va tener el control total de la aplicación.

ANEXO N° 05. ORGANIGRAMA EXTRACTURAL DE LA EMPRESA

MAXLIM

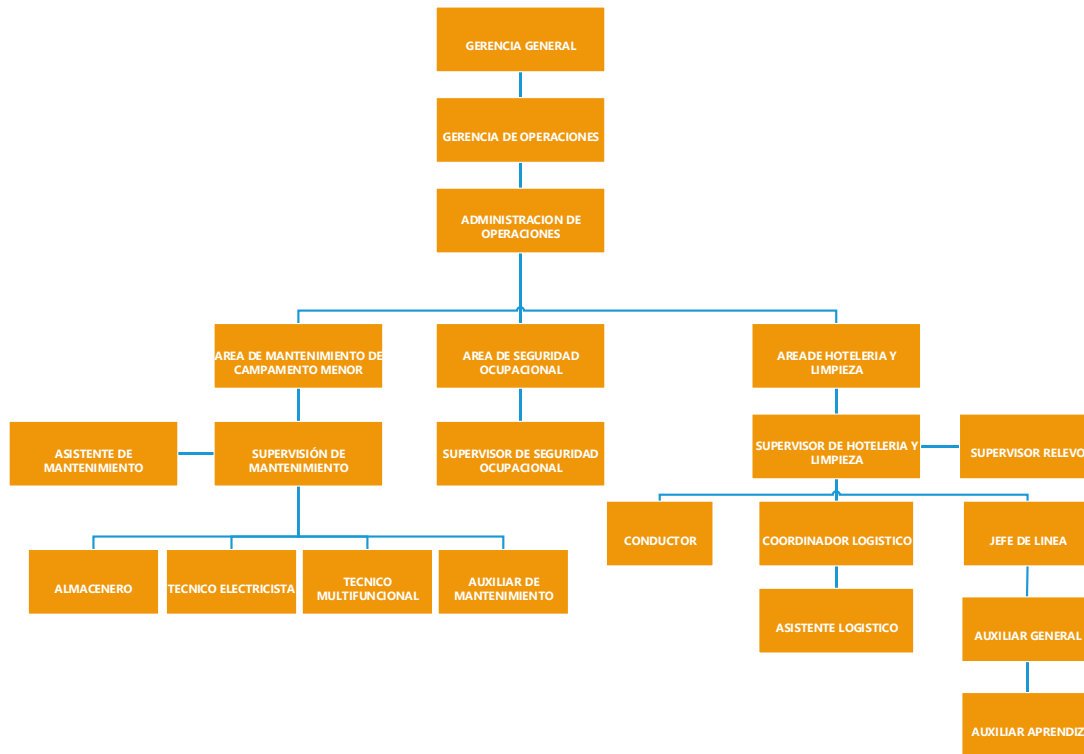


Figura 85: Organigrama Maxlim Unidad de Producción Tantahuatay

**ANEXO N° 06. CUADROS ESTADISTICOS DEL AREA DE
MANTENIMIENTO MENOR ENTRE LOS AÑOS 2017 Y 2019**

TABLA XII

PORCENTAJE DE TRABAJOS POR TIPO DE MANTENIMIENTO EN LOS ÚLTIMOS 3 AÑOS – U.P. TANTAHUATAY

AÑO	TIPO DE TRABAJO				
	Correctivo	%	Preventivo	Total	%
2017	1606	85	284	1890	15
2018	2225	92	183	2408	7
2019	2746	96	113	2859	4
Totales	6577	92%	580	7157	0.8%

TABLA XIII

GASTO EN MATERIALES EN LOS ÚLTIMOS 3 AÑOS PARA LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN LA U.P.
TANTAHUATAY

Años	Gasto total es \$
AÑO 2017	\$ 26,732.94
AÑO 2018	\$ 45,524.29
AÑO 2019	\$ 30,912.41
	\$ 103,169.64

ANEXO N° 07. REGISTRO FISICO DE ORDEN DE TRABAJO

MaxLin S.R.L.		REPORTE DE ORDEN DE TRABAJO				VER. 03-07-7	
Módulo Carpintería		UBICACIÓN: TANTAHUATAY		CARPINTERO: Mirador		RES. JABY	
NRO. OT:	675	FECHA:	17/03/2020	UBICACIÓN:	TANTAHUATAY	CARPINTERO:	Mirador
N° LM:	675	SUB AREA:		EQUIPO:		AREA:	Copa 10
DESCRIPCION DE OT A REALIZAR	Operación de Grupo de Iluminación						
DESCRIPCION DEL TRABAJO EJECUTADO	Es Cálculo operativo.						
ESPECIALIDAD:		AVANCE:	100 %				
PERSONAL TECNICO		HL	H.F.	FIRMA			
1	Miranda Poma Higuera Angel	9:00am	10:00am				
2	Espejo Hualicho Edwin	9:00am	10:00am				
3							
4							
5							
6							
7							

MATERIAL	UNI	CANT.
Fluorescitos 36w	uno	02
Balasto 2x36w	uno	02

Figura 86: Orden de Trabajo

ANEXO N° 08. ALGORITMO QUE PERMITE IDENTIFICAR LA PRIORIDAD DE UNA ORDEN DE TRABAJO

```

71 UPDATE "Mant"."Orden_Trabajo" ot
72 SET prioridad = tablaPrioridad.prioridad
73 FROM (
74   SELECT par.tipo prioridad,tt.id_tarea_trabajo,par.ctex1,tt.descripcion_tarea
75   FROM "Gen"."Parametro" par
76   INNER JOIN "Mant"."Tarea_Trabajo" tt on (position(UPPER(par.ctex1)in UPPER(tt.descripcion_tarea))>0
77   WHERE par.id_prefijo = 14
78   ORDER BY par.tipo DESC
79 ) tablaPrioridad
80 WHERE ot.id_tarea_trabajo = tablaPrioridad.id_tarea_trabajo AND estado = true AND ot.fecha::Date BETWEEN i_fecha_inicial::Date AND i_fecha_final::Date;
81
82 -----
83 -- select position(UPPER('Mun') in UPPER('Hola Mundo'));
84

```

put pane

	prioridad	id_parametro	id_prefijo	tipo	cnum1	cnum2	ctex1	ctex2	id_usuario	fecha_registro	estado	cnum3	posicion
	integer	integer	integer	integer	integer	integer	character varying(100)	character varying(100)	integer	timestamp without time zone	boolean	numeric(10,4)	integer
1	9	158	14	9	1	0	Ruptura		90	2020-10-28 21:54:07.107	t	0.0000	1
2	8	159	14	8	1	0	Filtracion		90	2020-10-28 21:54:07.107	t	0.0000	1
3	7	160	14	7	1	0	Desatoro		90	2020-10-28 21:54:07.107	t	0.0000	1
4	6	161	14	6	1	0	Cortocircuito		90	2020-10-28 21:54:07.107	t	0.0000	1
5	5	162	14	5	1	0	Ausencia		90	2020-10-28 21:54:07.107	t	0.0000	1
6	4	163	14	4	1	0	Cable		90	2020-10-28 21:54:07.107	t	0.0000	1

Figura 87: Algoritmo y tabla que permite ordenar automáticamente la prioridad de una Orden de trabajo.

**ANEXO N° 09. CHECK LIST DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE LA
APLICACIÓN WEB MOVIL**

**CHECK LIST DE FUNCIONALIDAD DE APLICACIÓN WEB MOVIL -E
GESTION DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (SISMICM)**

Apellidos y nombres: _____

Cargo: _____ Empresa: _____ Fecha: _____

DESCRIPCION	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
La accesibilidad de la aplicación es viable (PC, Laptop o dispositivo móvil).			
Las interfaces de la aplicación son amigables y fáciles de manejar por medio del menú.			
Al generar una solicitud de orden de trabajo la información es clara y concisa.			
Una vez registrada la orden de trabajo le llega a su correo personal una confirmación.			
Al seleccionar la tarea de la orden de trabajo se selecciona automáticamente la prioridad, es la adecuada de acuerdo a su criterio.			
Se puede visualizar los reportes que usted sugirió sean implementados (personal operativo no tiene esta opción activada, pasar al siguiente ítem)			
Se le entrega un manual de funcionalidad de la aplicación			
Puede ingresar una solicitud de orden de trabajo en cualquier horario.			
En caso de requerir un reporte adicional, considera adecuada la información que se registra en la aplicación.			

FIRMA Y DNI:

Figura 88: Check list de validación de cumplimiento de requerimientos.

ANEXO N° 10. RESUMEN DE ACEPTABILIDAD DE APLICACIÓN WEB**MOVIL DE GESTION DE MANTENIMIENTO**

REGISTRÓ DE PRUEBA DE APLICACIÓN










NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO	EMPRESA	FIRMA
Cesar Esquivel Saavedra	Superintendente	Coimolache	
Johanna Peña Pinto	Administrador	Coimolache	
José Esquivel Yovera	Supervisor mantenimiento	Maxlim SRL	
Wilmer Diaz Chuquilin	Asistente Administrativo	Maxlim SRL	
Miguel Miranda Poma	Técnico Electricista	Maxlim SRL	
Carlos Moza Diaz	Técnico Electricista I	Maxlim SRL	
Juan Vigo Narro	Técnico mantenimiento	Maxlim SRL	
Edwin Espinoza Molocho	Auxiliar de mantenimiento	Maxlim SRL	
Henry Gaitan Rubio	Auxiliar de mantenimiento	Maxlim SRL	
Cesar Cabanillas Centurion	Auxiliar de mantenimiento	Maxlim SRL	

Figura 89: Registro de pruebas de aplicación.

TABLA XIV
 ACEPTABILIDAD DE CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTO FUNCIONALES Y NO FUNCINALES

DESCRIPCION	CANTIDAD DE CUMPLIMIENTO	NO CUMPLE	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS
La accesibilidad de la aplicación es viable (PC, Laptop o dispositivo móvil).	10	0	100%
Las interfaces de la aplicación son amigables y fáciles de manejar por medio del menú.	10	0	100%
Al generar una solicitud de orden de trabajo la información es clara y concisa.	10	0	100%
Una vez registrada la orden de trabajo le llega a su correo personal una confirmación.	10	0	100%
Al seleccionar la tarea de la orden de trabajo se selecciona automáticamente la prioridad, es la adecuada de acuerdo a su criterio.	10	0	100%
Se puede visualizar los reportes que usted sugirió sean implementados (personal operativo no tiene esta opción activada, pasar al siguiente ítem)	4	0	100%
Se le entrego un manual de funcionalidad de la aplicación	10	0	100%
Puede ingresar una solicitud de orden de trabajo en cualquier horario.	10	0	100%
En caso de requerir un reporte adicional, considera adecuada la información que se registra en la aplicación.	2	0	100%

**ANEXO N° 11. CUMPLIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS ACORDE A LA
NORMA ISO 25010**

TABLA XV

DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CARACTERÍSTICAS ACORDE A LA NORMA ISO 25010 – CALIDAD DE SOFTWARE

CARACTERÍSTICA	CUMPLIMIENTO
<p>Adecuación Funcional: Son funciones que satisfacen las necesidades señaladas y debe cumplir con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completitud funcional • Corrección funcional • Pertinencia funcional 	<ul style="list-style-type: none"> - La aplicación web móvil ha sido implementada con los requerimientos funcionales y no funcionales que por medio de la técnica de recolección de datos (Entrevistas) se han identificado. - Parte de su funcionalidad comprende en realizar cálculos precisos para los diversos reportes. - La aplicación cuenta con 3 tipos de usuarios los cuales tienen activados diferentes opciones de menú de acorde a su perfil asignado.
<p>Eficiencia de desempeño: Representa el desempeño de la aplicación de acorde a la cantidad de recursos utilizados. Además, debe cumplir con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento temporal óptimo. • Óptima utilización de recursos. • Capacidad de cumplimiento de requisitos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Durante las pruebas realizadas bajo determinadas condiciones, cumple satisfactoriamente con los tiempos estimados al procesar los registros, búsquedas y consultas de las distintas opciones del menú - Utiliza los recursos de manera óptima y manteniéndose dentro de los límites máximos del software.
<p>Compatibilidad: Capacidad para interactuar con otros sistemas o componentes al intercambiar información y/o llevar a cabo sus funciones requeridas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coexistencia con otro software. • Interoperabilidad de intercambiar información y emplear la intercambiada. 	<ul style="list-style-type: none"> - La aplicación puede ejecutarse a través de la web por medio de cualquier explorador como Chrome, Mozilla, Opera, Internet Explorer, a su vez puede desplegarse en cualquiera de los sistemas operativos existentes de escritorio o sistema operativo móvil. - La aplicación permite exportar información a hojas de cálculo de Microsoft Excel.
<p>Usabilidad El producto de software puede ser entendido, aprendido y usado, resultando atractivo para el usuario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocer su adecuación del usuario. • Permite aprendizaje de la aplicación por parte del usuario. • Permite ser usado con facilidad. • Protección contra errores de usuario. • Estética de la interfaz de usuario. • Accesibilidad del producto de software. 	<ul style="list-style-type: none"> - La aplicación fue probada por los usuarios quienes indicaron que los requerimientos funcionales y no funcionales que ellos requerían han sido implementados. - Las interfaces han sido consideradas amigables y fácil de usar para ellos. - Así mismo la aplicación cuenta con mensajes que indican el correcto funcionamiento o error durante su uso.
<p>Fiabilidad: El sistema o componente debe desempeñar las funciones específicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Madurez. • Debe estar disponible cuando se requiera. • Debe ser tolerante a fallos de hardware o software. 	<ul style="list-style-type: none"> - La aplicación maneja de manera segura y fiable los datos e información brindada por el usuario durante todos los procesos. - Además cumple con la tolerancia a fallos y capacidad de recuperar datos cuando existe algún problema de conexión o al cargar los formularios.

<ul style="list-style-type: none"> • Debe recuperar, datos y reestablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo. 	
<p>Seguridad: Debe contar con la protección de la información y datos de manera que personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe ser confidencial, para proteger la información y datos de accesos no autorizados. • Debe ser Integro, para prevenir accesos o modificaciones no autorizados. • Demostrar que las acciones o eventos acontecidos no sean repudiados. • Responsabilidad, rastrear de forma inequívoca las acciones de una entidad. • Autenticidad, demostrar la identidad de un sujeto o un recurso. 	<p>- Los procesos de registro y consulta, en el sistema permiten pasar la información de manera segura, sin ser alterada, modificada durante todo el proceso, al inicio, durante y al final del mismo, a su vez esta información está segura de sufrir algún cambio o pérdida de la misma, el acceso solo es según cada usuario, según su perfil y no hay otra forma de llegar a ella, que solo por medio de las distintas opciones del Sistema.</p>
<p>Mantenibilidad: El producto de software puede ser modificado efectiva y eficientemente, dependiendo a las necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiene que estar Modulado para permitir que un cambio en un componente tenga un mínimo impacto en los demás. • Debe permitir reusar en más de un sistema, software o en la construcción de otros activos. • Permite Analizar y evaluar el impacto de un determinado cambio sobre el resto del software e identificar las partes a modificar. • Debe permitir ser modificado, efectiva y eficiente. • Disponibilidad para ser probado. 	<p>- El diseño de la aplicación se encuentra bien distribuida y ordenada de tal manera que si se hace un cambio se puede ubicar de manera instantánea y no influye mucho en los demás módulos, a su vez el desarrollo que está en Java permite ejecutarlo en distintos sistemas de software, como también sirve para construir otras aplicaciones, por lo que sí es reusable.</p> <p>- Además al realizar un cambio se puede apreciar y analizar que tanto será el impacto, en tiempo, en esfuerzo, los cambios que se van a realizar en el desarrollo, pudiendo concluir posibles errores, fallas, inconsistencias en cuanto a lo que se va a realizar, a su vez pueden hacerse cambios y continuar con su buen funcionamiento, así como realizar pruebas en cada opción.</p>
<p>Portabilidad: Permite ser trasladado efectiva y eficiente de un entorno a otro.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe ser adaptable efectiva y eficiente a otros entornos. • Debe ser fácil de instalar y/o desinstalar de manera exitosa en un determinado entorno. • Puede ser reemplazado, por otro producto con el mismo propósito y en el mismo entorno. 	<p>- La aplicación al ser ejecutada por medio del navegador web puede utilizarse en cualquier sistema operativo, en distintos dispositivos como computadora de escritorio, laptop, Tablet, celulares, etc., a su vez para acceder solo es necesario un acceso para abrir el programa y no se necesita más, también al cumplir bien sus funcionalidades es fácil y cómodo para reemplazar a otro software de similares características.</p>