

UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA



Aplicación Web para el control y gestión de la infraestructura que opera la
Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas.

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero Informático

Autor: Ailenem Tremols Navarro.

Tutor: Ing. Yumileidy La Hoz Gómez

Matanzas, 2022

Dedicatoria:

A mis padres por siempre creer en mí, por toda su ayuda y apoyo para que lograra llegar al final de la carrera. A toda mi familia que siempre estuvo para apoyarme en todo momento. A mi esposo que está conmigo desde el comienzo.

Agradecimientos:

Gracias a mi mamá y papá por siempre creer en mí, a mis abuelos, a mis tíos y primos que me han ayudado en todo momento. Gracias a todos mis amigos, especialmente a los que me han acompañado en estos años de universidad, a Rox y Melo por nuestras mañanas de café, a Daniel por siempre estar dispuesto a ayudarme, a Gualberto por acompañarme, especialmente en estos últimos meses que han sido caóticos. A Ely por aguantarme en mis peores momentos y por confiar en mi cuando ni yo misma lo hacía. A mi esposo por aguantarme durante todos los años de carrera, por estar siempre apoyándome y ayudándome en todo momento. Los quiero.

Resumen:

El manejo del agua es una tarea vital y costosa, por lo que la eficiencia de los servicios de acueducto y alcantarillado debe ser considerado una prioridad. El funcionamiento eficiente de un sistema de acueducto y alcantarillado se basa en un correcto control de su infraestructura. La necesidad de contar con una herramienta que permita un control y gestión de la información referente a la infraestructura que se opera para el abasto de agua a la población en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas es cada vez más apremiante. Por lo que el este trabajo tiene como principal objetivo desarrollar una aplicación web que facilite este proceso, y que a su vez centralice la información para que el acceso a la misma sea mucho más sencillo y rápido. El resultado de esta investigación es una aplicación intuitiva y fácil de usar que permitirá a la Empresa brindar un servicio más completo a la población.

Abstract:

Water management is a vital and costly task, so the efficiency of water and sewerage services must be considered a priority. The efficient operation of an aqueduct and sewerage system is based on the correct control of its infrastructure. The need for a tool to control and manage information on the infrastructure operated by the Matanzas Water and Sewerage Company to supply water to the population is becoming more and more urgent. Therefore, the main objective of this work is to develop a web application that facilitates this process, and at the same time centralizes the information so that access to it is much simpler and faster. The result of this research is an intuitive and easy to use application that will allow the company to provide a more complete service to the population.

Índice:

Introducción:.....	12
Capítulo I: Marco Teórico Referencial.....	17
1.1 Introducción del Capítulo.....	17
1.2 Caracterización del Objeto de Estudio.....	17
1.3 Antecedentes de la Investigación	17
1.4 Metodología de desarrollo de software	18
1.5 Herramientas y Tecnologías.....	20
1.5.1 Lenguaje de Modelado	20
1.5.2 Lenguajes de Programación.....	21
1.5.3 Herramientas de Desarrollo	22
1.5.4 Framework.....	22
1.5.5 Patrones de Diseño y Arquitectura de Software.....	24
1.6 Conclusiones del capítulo	24
Capítulo II: Diseño e Implementación de la solución propuesta	25
2.1 Introducción al Capítulo	25
2.2 Descripción de la solución propuesta.....	25
2.2.1 Base de Datos.....	25
Anexo 4	25
2.2.2 Sistema	26
2.3 Equipo de trabajo y roles	32
2.4 Resumen de Historias de usuario	33
2.5 Historias de usuario iniciales.....	35
2.6 Planificación de Iteraciones.....	39
2.7 Tareas Iniciales a Desarrollar	40
2.7.1 Descripción de Tareas a desarrollar por historias de Usuario	43
2.8 Plan de Entregas iniciales	45
2.9 Incidencias	46
2.10 Estudio de Factibilidad.....	47
2.10.1 Estimación de Costo	47
2.10.2 Beneficios tangibles e intangibles.....	49
2.10.3 Análisis de Costos y beneficios.....	49
2.11 Conclusiones del capítulo	50
Capítulo III: Validación de la solución propuesta.....	51
3.1 Introducción al Capítulo	51

3.2 Pruebas	51
3.2.1 Pruebas de Caja Blanca.....	51
3.2.2 Pruebas de Caja Negra	52
3.2.3 Pruebas de aceptación	53
3.3 Compatibilidad, optimización y rendimiento	57
3.4 Análisis de los resultados obtenidos.....	58
3.5 Documentación del sistema	58
3.6 Conclusiones del Capitulo	59
Conclusiones Generales	60
Recomendaciones.....	61
Referencias Bibliográficas.....	62
Anexos:	64

Índice de Tablas:

Tabla 1: Roles	32
Tabla 10: Historia de Usuario 8	36
Tabla 11: Historia de Usuario 9	36
Tabla 12: Historia de Usuario 10	37
Tabla 13: Historia de Usuario 11	37
Tabla 14: Historia de Usuario 12	37
Tabla 15: Historia de Usuario 13	37
Tabla 16: Historia de Usuario 14	37
Tabla 17: Historia de Usuario 15	38
Tabla 18: Historia de Usuario 16	38
Tabla 19: Historia de Usuario 17	38
Tabla 2: Resumen de Historias de Usuario	33
Tabla 20: Historia de Usuario 18	38
Tabla 21: Historia de Usuario 19	38
Tabla 22: Planificación de Iteraciones	39
Tabla 23: Tareas Iniciales a Desarrollar	40
Tabla 24: Tarea 1	43
Tabla 25: Tarea 2	43
Tabla 26: Tarea 3	43
Tabla 27: Tarea 4	43
Tabla 28: Tarea 5	44
Tabla 29: Tarea 6	44
Tabla 3: Historia de Usuario 1	35
Tabla 30: Tarea 7	44
Tabla 31: Tarea 8	44
Tabla 32: Tarea 35	44
Tabla 33: Tarea 36	44
Tabla 34: Tarea 37	45
Tabla 35: Tarea 38	45
Tabla 36: Tarea 39	45
Tabla 37: Plan de Entrega	46
Tabla 38: Estimación de Costos	47

Tabla 39: Factores de Ajuste.....	48
Tabla 4: Historia de Usuario 2.....	35
Tabla 40: Prueba de Aceptación 1	53
Tabla 41: Prueba de Aceptación 2	54
Tabla 42: Prueba de Aceptación 3	54
Tabla 43: Prueba de Aceptación 4	55
Tabla 5: Historia de Usuario 3	35
Tabla 6: Historia de Usuario 4	35
Tabla 7: Historia de Usuario 5	35
Tabla 8: Historia de Usuario 6	36
Tabla 9: Historia de Usuario 7	36

Índice de imágenes

Anexo 1:.....	62
Anexo 2:.....	62
Anexo 3:.....	62
Anexo 4.....	25
Anexo 5.....	26
Anexo 6.....	54
Anexo 7.....	55
Anexo 8.....	56
Anexo 9.....	56

Introducción:

La misión de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz) es brindar servicios de abasto de agua potable y de tratamiento de residuales líquidos con calidad, que proporcione una gestión eficaz y competitiva para la satisfacción de las necesidades de sus clientes.

Actualmente la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz) no cuenta con un sistema correctamente estructurado para el control y gestión de la infraestructura que opera. La entidad emplea varias herramientas para mantener un orden simple de la información relacionada con el abasto de agua a la población, entre ellas tienen un tarjetero para la información relacionada con los equipos de bombeo (Anexo 1 y 2), un libro de registro en el que mantienen los cambios en la ubicación de los equipos (Anexo 3) y además cuentan con la opinión de expertos que han estado trabajando en la entidad por muchos años y poseen una gran experiencia en el sector. Con el auge de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's) intentaron informatizar toda esta información a través de Hojas de Excel, pero todo quedó en un intento.

Esta situación provoca que el tiempo de respuesta ante determinadas situaciones como son las roturas tanto mecánicas como eléctricas tomen más tiempo del necesario en resolverse debido a la fiabilidad de la información y en ocasiones incluso a la ausencia de la misma. Basados en todos los inconvenientes que esta situación conlleva surge la necesidad de crear un sistema informático, en este caso una aplicación web sería la opción más adecuada para una correcta organización y centralización de la información.

Las empresas de Acueducto y Alcantarillado de Cuba surgen originalmente como medida para la protección y el uso racional de las aguas subterráneas, evitar acciones que condujeran al agotamiento acuífero y controlar y ordenar las perforaciones de pozos. Independientemente de su función original en cada provincia se persiguen objetivos diferentes que responden a las especificidades de cada región.

La provincia de Matanzas esta entre las de mayor disponibilidad de recursos hídricos del país ($1390 * 10^6 m^3$), pero no todos son aprovechables (2016

* $10^5 m^3$). De estos la disponibilidad por habitante es solo del 70.94%. (Domínguez, 2017)

Ante esta situación se hace necesario alcanzar una gestión sostenible de los limitados recursos hídricos del país, para ello se hace necesario:

- Incrementar el índice de disponibilidad de los recursos hídricos aprovechables.
- Disminución radical y acelerada de las cuantiosas pérdidas de agua a causa de salideros y roturas.
- Modificar la matriz de distribución de los recursos hidráulicos disponibles y ajustarla a los cálculos de los caudales ambientales y ecológicos, al menos para las principales cuencas hidrográficas del país.
- Desarrollar una cultura general en el uso sostenible del agua.

Además de todo esto un pequeño paso para lograrlo sería lograr un correcto control y gestión de la infraestructura que se opera en el país para el abasto de agua tanto para personas naturales como jurídicas.

Por lo que el problema de investigación consiste en: Determinar las tecnologías y herramientas a emplear para el desarrollo de una aplicación web que permita el control y gestión de la infraestructura que opera la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz) para el abasto de agua a la población, ya que este proceso en la actualidad se hace de forma manual, en papeles, provocando pérdida de la información.

Como objeto de estudio se tiene: El proceso de control y gestión de la información referente a la infraestructura que opera la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz) para el abasto de agua a la población.

Objetivo general de la presente investigación es: Desarrollar una aplicación web de apoyo al proceso de control y gestión de la información referente a la infraestructura que opera la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz) para el abasto de agua a la población.

Para dar respuesta al objetivo general se definen los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar un estudio mediante el análisis de las tecnologías para el diseño y la implementación de la aplicación web para la gestión de la información referente a la infraestructura de abasto de agua a la población en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz).
- Diseñar e implementar una aplicación web para la gestión de la información referente a la infraestructura de abasto de agua a la población en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz).
- Validar la aplicación web para la gestión de la información referente a la infraestructura de abasto de agua a la población en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz), a partir de la aplicación de pruebas de software.

Hipótesis: Si se desarrolla una aplicación web para el control y gestión de la información referente a la infraestructura que opera la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz) para el abasto de agua a la población, entonces habrá una mejora en la calidad del servicio.

Variables Independientes:

- Tiempo empleado en el proceso.
- Fiabilidad de los datos.
- El costo del proceso.

Variables Dependientes:

- Calidad del proceso de gestión.

Se espera que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz) cuente con una aplicación web que permita un control y gestión efectivo de la información de la infraestructura de abasto de agua en la provincia. De esta manera toda la información referente a Estaciones de Bombeo y Rebombeo de Agua Potable, Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales, así como todos los equipos que se encuentran en las mismas y de la información de las Unidades Empresariales de Base (UEB) y los municipios comprendidos dentro de cada una estará almacenada en un mismo lugar y facilitará el acceso a la misma. Por otra parte, será capaz de determinar en dependencia de la población asociada a

cada estación si se está haciendo un uso óptimo del equipamiento. Además, el sistema permitirá reducir el consumo de recursos y evitará la pérdida de información. Será fácil de usar y de administrar, contribuirá a disminuir el tiempo de respuesta ante situaciones tanto de roturas mecánicas como eléctricas. Además, permitirá que las UEB sean capaces de dar respuesta a las consultas de la población con mayor rapidez. La aplicación web mantendrá un archivo histórico que facilitará la toma de decisiones a futuro.

Para el desarrollo del software se utilizaron diversos **métodos y técnicas** tales como:

Métodos Teóricos: Permiten estudiar las características del objeto de investigación que no son observados directamente, facilitan la construcción de modelos e hipótesis de investigación, crean las condiciones para ir más allá de las características fenomenológicas y superficiales de la realidad, contribuyen al desarrollo de teorías científicas. (Martín, 2006)

De este tipo de método se utilizaron los siguientes:

- **Análisis y síntesis:** En una primera parte el proceso será mentalmente analizado por partes para así después relacionarlas entre ellas para llegar a tener en sí el funcionamiento del proceso.

Métodos Empíricos: Explican las características observables de los hechos reales y presuponen determinadas operaciones prácticas, tanto con los objetivos estudiados como con los medios materiales del conocimiento utilizado. Representan un nivel en el proceso de investigación cuyo contenido procede de la experiencia y es sometido a cierta elaboración racional. (Martín, 2006)

La técnica utilizada fue la entrevista, que permite realizar conversaciones planificadas con expertos funcionales, consultores, analistas de sistema y sobre todo con el cliente. Se utiliza para obtener información necesaria para la especificación de los requisitos del sistema.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, el trabajo queda estructurado de la siguiente manera:

- **Introducción:** descripción de la situación problemática y fundamentación del problema científico a resolver.
- **Capítulo I “Marco Teórico Referencial”:** se presenta de forma detallada los referentes teóricos que argumentan la propuesta de solución y permitan un acercamiento al objeto de estudio. Además, se presentan las tecnologías a utilizar para el desarrollo de la aplicación web.
- **Capítulo II “Solución teórica del problema científico”:**
- **Capítulo III “Resultados del trabajo desarrollado”:**
- **Conclusiones:** verificación del cumplimiento de los objetivos trazados al inicio de la investigación.
- **Recomendaciones:** propuestas encaminadas a la continuidad de la investigación.
- **Referencias Bibliográficas.**

Capítulo I: Marco Teórico Referencial

1.1 Introducción del Capítulo

El estudio de diferentes conceptos que se abordarán a lo largo de la investigación resulta de gran utilidad a la hora de desarrollar la solución propuesta a la problemática planteada. En el presente capítulo se realiza una descripción teórica de las temáticas que sirven de apoyo en la investigación a desarrollar; se seleccionan las metodologías y tecnologías adecuadas para dar una solución exitosa al problema antes mencionado; y se lleva a cabo un estudio minucioso de antecedentes de la investigación a realizar, para ver si ya existe una solución al problema.

1.2 Caracterización del Objeto de Estudio

Ante una situación de rotura, tanto mecánica como eléctrica, los operadores de la Estación de Bombeo o Rebombeo deben notificar a la sala de despacho provincial el desperfecto, estos a su vez se ponen en contacto con el director de la UEB Electromecánica quien debe enviar a una brigada a comprobar cuál es el problema.

Una vez identificado el problema se procede a comprobar los datos del equipo, para de esta forma saber cómo solucionar el problema ya sea reparando o reemplazando el equipo por otro de similares características.

Para la consulta de los datos de estos equipos se cuenta con un libro de registro donde se guardan las ubicaciones de los equipos y los cambios que se han realizado, por otra parte, hay un tarjetero donde se almacenan los datos de cada uno, y se solicita la opinión de un consultor de vasta experiencia en estos temas.

Una vez identificado el problema se procede a la reparación o sustitución del equipo.

Este proceso resulta lento e ineficiente, por lo que se plantea la necesidad de desarrollar un sistema de gestión que facilite este proceso.

1.3 Antecedentes de la Investigación

En Cuba actualmente ninguna de las Empresas de Acueducto y Alcantarillado cuenta con un sistema informático que les permita gestionar esta información de

forma rápida y segura. Sin embargo en la provincia de Granma se desarrolló un Sistema de Gestión de Información para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, esta automatizaría los procesos que se llevan a cabo dentro de la Empresa Provincial de Acueducto y Alcantarillados y en cada una de las Unidades Empresariales de Base (UEB) de los 13 municipios, además de los procesos de los departamentos de Energía y Transporte y Operaciones, lo cual permitirá llevar un control más preciso de las acciones que se efectúan en estas áreas, así como realizar los partes de cada municipio de forma centralizada. (Enoa Payés, 2016)

Por otra parte, en el país se han desarrollado varios sistemas de información geográfica vinculados a distintas empresas de acueducto del país. Como por ejemplo la empresa Aguas de La Habana cuenta con una aplicación de Control de Incidencias del Servicio (ACIS), que surge como respuesta a la necesidad de mejorar la atención al cliente y adecuar la gestión técnica de las incidencias. Es una herramienta que gestiona, controla y eleva la calidad de la atención al cliente y como sistema integra el flujo de comunicación entre las Oficinas Comerciales y Territoriales, el Centro de Incidencias y las Bases Productivas, permite trabajar sobre una base de datos única en tiempo real, ya sea en acceso local o remoto. Como su nombre lo indica esta solo nos permite controlar las incidencias. (Núñez & Cruz, 2012).

A pesar de la existencia de diferentes opciones ninguna de estas satisface las necesidades de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas (EAAMtz).

1.4 Metodología de desarrollo de software

El auge de la tecnología ha originado la necesidad de implantar Metodologías de Desarrollo de Software, que tienen el objetivo de agilizar y automatizar los procesos. Estas ayudan a entregar un producto de calidad en tiempo y costo estimados. Las metodologías ágiles de desarrollo de software han despertado interés gracias a que proponen simplicidad y velocidad para crear sistemas (Highsmith & Cockburn, 2001). Las metodologías tradicionales no se adaptan a las nuevas necesidades o expectativas que tienen los usuarios, en parte porque los métodos usados no son flexibles ante la posibilidad de la exigencia de nuevos requerimientos (Cao, Lan, & otros, 2004). Estos cambios generalmente implican

altos costos, demanda de tiempo y la reestructuración total del proyecto que se esté llevando; en contraparte, los métodos ágiles permiten un desarrollo iterativo y adaptable que permite la integración de nuevas funcionalidades a lo largo del desarrollo del proyecto; para que tanto el cliente como el desarrollador queden satisfechos porque el producto final tiene una calidad adecuada (Giraldo, 2006)

El objetivo de las metodologías de desarrollo ágil de software es la organización de un trabajo creativo, que suele ser bastante caótico. Se intenta dar prioridad a la ejecución sobre la planificación. A medida que se profundiza en el conocimiento de un problema se cambian los planes. Cuando el cliente vea nuestras propuestas, se le ocurrirán nuevas ideas que cambiarán los planes. Cuando profundicemos en el conocimiento de nuevas tecnologías haremos descubrimientos que cambiarán de nuevo los planes.

Ágil quiere decir, adaptable. Desde esta premisa, los cambios son bienvenidos, derivan de un mejor entendimiento del problema y son una oportunidad para mejorar el software (Blanch, Bataller, & Daniel, 2010)

Los principales valores de la gestión ágil son la anticipación y la adaptación; diferentes a los de la gestión de proyectos ortodoxa: planificación y control para evitar desviaciones sobre el plan (José H, 2003)

En cuanto a la superioridad de las metodologías no ágiles con respecto a las que lo son se considera que para lograr hacer frente a cualquier proyecto y se obtengan resultados favorables no se puede establecer una metodología única. Éstas deben ser adaptadas al contexto es decir los recursos humanos y técnicos, el tiempo de desarrollo, el tipo de sistema, es decir depende de lo que se desee lograr es necesario hacer un estudio para aplicar la metodología correcta.

La programación extrema (Extreme Programming, XP) es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo (Joskowicz, 2008). XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios

(Goto, 2014). XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos donde existe un alto riesgo técnico (Beck, 2000).

Las características esenciales de XP son: historias de usuario, roles, proceso y prácticas.

Considero que XP es la metodología correcta para desarrollar el proyecto debido a que proporciona una gran garantía a la hora de implementar el sistema, esta se centra en realizar un producto con calidad y lo más rápido posible, también se puede realizar cambios durante el proceso de desarrollo ya que el cliente forma parte indiscutible en el equipo de desarrollo. Además, al sustentarse en los valores antes mencionados, promueve el trabajo en equipo y la comunicación constante no solo con el equipo de desarrollo, sino también con el cliente.

1.5 Herramientas y Tecnologías

Las tendencias de diseño y de construcción de un sistema computarizado van mejorando con los años tras obtener la experiencia del usuario, basado en esto se desarrollan las aplicaciones, que a fin de cuentas se deben hacer a la medida de los usuarios que las requieran.

A continuación, se describen los procedimientos, tecnologías, herramientas y lenguajes de programación que se tendrán en cuenta en la etapa de desarrollo de la aplicación.

1.5.1 Lenguaje de Modelado

UML: es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. Se utiliza para definir un sistema de software, para detallar los artefactos en el sistema y para documentar y construir. Se puede aplicar en una gran variedad de formas para dar soporte a una metodología de desarrollo de software. (Terraza, 2017)

1.5.2 Lenguajes de Programación

Son un conjunto de sintaxis y reglas semánticas que definen los programas del ordenador, es una técnica estándar de comunicación para entregarle instrucciones al computador. Le proporciona la capacidad al programador de especificar, qué tipo de datos actúan y que acciones tomar bajo una variada gama de circunstancias, utilizando un lenguaje relativamente próximo al lenguaje humano. (Benitez, 2009)

PHP es un lenguaje de programación que se conoce como lenguaje de script o interpretado. Significa que el código que se escribe no se compila, sino que es interpretado por un núcleo o compilador en tiempo de ejecución. Es un lenguaje que nació para darle dinamismo a la Web. Su característica más notable es la posibilidad de embeberse junto al código HTML. (Lerdorf, 2014)

JavaScript es el lenguaje de programación web del lado del cliente más extendido, permite crear funcionalidades específicas, con él se pueden generar páginas dinámicamente en función de las preferencias del usuario, validar datos en un formulario o modificar dinámicamente el contenido de la página, puede ser ejecutado sin la necesidad de instalar otro programa para ser visualizado, es un lenguaje más orientado a objetos. (Duarte, 2012) (Flanagan, 2002)

HTML, siglas de HyperText Markup Language, hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Es un estándar que sirve de referencia para la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, entre otros. Es un estándar a cargo de la W3C, organización dedicada a la estandarización de casi todas las tecnologías ligadas a la web, sobre todo en lo referente a su escritura e interpretación. (Hyatt, 2009)

CSS, Hojas de Estilo en Cascada, es un lenguaje formal usado para definir cómo se va a mostrar un documento en la pantalla, a imprimir o incluso cómo va a ser pronunciada la información presente en ese documento a través de un dispositivo de lectura. Esta forma de descripción de estilos ofrece a los desarrolladores el control total sobre estilo y formato de sus documentos. Se utiliza para dar estilo a documentos HTML y XML, separando el contenido de la presentación. (Cristian, 2008)

SQL brinda la posibilidad de realizar consultas con el objetivo de recuperar información de las bases de datos de manera sencilla. Es a la vez un lenguaje fácil de comprender y una herramienta completa para la administración de los datos. (Meza, 2015)

1.5.3 Herramientas de Desarrollo

Google Chrome: Es un navegador web desarrollado por Google y compilado con base en varios componentes e infraestructuras de desarrollo de aplicaciones (frameworks) de código abierto, como el motor de renderizado Blink (bifurcación o fork de WebKit). Está disponible gratuitamente bajo condiciones específicas del software privativo o cerrado.

VisualStudioCode: Es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux y macOS. Incluye soporte para la depuración, control integrado de Git, resaltado de sintaxis, finalización inteligente de código, fragmentos y refactorización de código. También es personalizable, por lo que los usuarios pueden cambiar el tema del editor, los atajos de teclado y las preferencias. Es gratuito y de código abierto, aunque la descarga oficial está bajo software propietario requiriendo tus datos de uso del programa legalmente. Va más allá del resaltado de sintaxis y autocompleta con IntelliSense, lo que proporciona terminaciones inteligentes basadas en tipos de variables, definiciones de funciones y módulos importados. Tiene extensiones que se ejecutan en procesos separados, lo que garantiza que no ralentizarán su editor. Con Microsoft Azure puede implementar y alojar sus sitios React, Angular, Vue, Node, Python, y más. Almacena y consulta datos basados en documentos y relacionales, y escalar con computación sin servidor, todo con facilidad. (Visual Studio Code, s.f.)

VisualParadigm: es una herramienta que usa el Lenguaje Unificado de Modelación (UML) profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El software de modelado UML ayuda a una rápida construcción de aplicaciones de calidad mejores y a un menor coste. Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, generar código desde diagramas y generar documentación.

1.5.4 Framework

Un framework o marco de trabajo se define como un conjunto de componentes que componen un diseño reutilizable que facilita y agiliza el desarrollo de

aplicaciones. prácticas de desarrollo, como el uso de patrones de diseño. **Fuente especificada no válida.**

Laravel: Es un *framework* PHP. Es uno de los más utilizados y de mayor comunidad en el mundo de Internet. Resulta bastante moderno y ofrece muchas utilidades potentes a los desarrolladores, que permiten agilizar el desarrollo de las aplicaciones web. Laravel pone énfasis en la calidad del código, la facilidad de mantenimiento y escalabilidad, lo que permite realizar proyectos desde pequeños a grandes o muy grandes. Además, permite y facilita el trabajo en equipo y promueve las mejores prácticas. Trabaja con una arquitectura de carpetas avanzada, de modo que promueve la separación de los archivos con un orden correcto y definido, que guiará a todos los integrantes del equipo de trabajo y será un estándar a lo largo de los distintos proyectos. Por supuesto, dispone también de una arquitectura de clases también muy adecuada, que promueve la separación del código por responsabilidades. Su estilo arquitectónico es MVC. Contiene además un amplio conjunto de características, que sirven para realizar la mayoría de las aplicaciones web. Entre ellas podemos encontrar:

- Un sistema de rutas, mediante las cuales es fácil crear y mantener todo tipo de URLs amistosas a usuarios y buscadores, rutas de API, etc.
- Un sistema de abstracción de base de datos, con un ORM potente pero sencillo de manejar, mediante el que podemos tratar los datos de la base de datos como si fueran simples objetos.
- Un sistema para creación de colas de trabajo, de modo que es posible enviar tareas para ejecución en *background* y aumentar el rendimiento de las aplicaciones.
- Varias configuraciones para envío de *email*, con proveedores diversos
- Un sistema de notificaciones a usuarios, mediante *email*, base de datos y otros canales
- Una abstracción del sistema de archivos, mediante el cual podemos escribir datos en proveedores *cloud*, y por supuesto en el disco del servidor, con el mismo código.
- Gestión de sesiones

- Sistema de autenticación, con todo lo necesario como recordatorios de clave, confirmación de cuentas, recordar un usuario logueado, etc.
- La posibilidad de acceder a datos en *realtime* y recibir notificaciones cuando éstos se alteran en la base de datos.

Vue.js: es un framework de JavaScript de código abierto para la construcción de interfaces de usuario y aplicaciones de una sola página. Cuenta con una arquitectura de adaptación gradual que se centra en la representación declarativa y la composición de componentes. (Lerdorf, 2014)

Vue.js permite extender el HTML con atributos HTML llamados directivas.⁷ Las directivas ofrecen funcionalidad a las aplicaciones HTML, y vienen como directivas incorporadas o definidas por el usuario.

1.5.5 Patrones de Diseño y Arquitectura de Software

Modelo Vista Controlador (MVC): separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado, define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario. Este patrón de arquitectura de software se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento.

1.6 Conclusiones del capítulo

- Se definieron las tecnologías y herramientas que se aplicarán al diseño e implementación del software.
- Los sistemas existentes no se pueden utilizar como solución al problema planteado, debido a que responden a las características propias de los negocios para los que fueron creados.
- En sentido general, se ha contribuido a la mejor comprensión del objeto de estudio y se han establecido las bases para las siguientes fases de la investigación.

Capítulo II: Diseño e Implementación de la solución propuesta

2.1 Introducción al Capítulo

Para el correcto desarrollo de un sistema informático es necesario un gran trabajo de análisis y diseño para poder alcanzar un producto final con la suficiente calidad y que, al mismo tiempo cumpla con las exigencias del cliente. Dicho proceso tiene como objetivo transformar los requisitos en un diseño del sistema en desarrollo y modificar el diseño para que se ajuste al entorno de implementación.

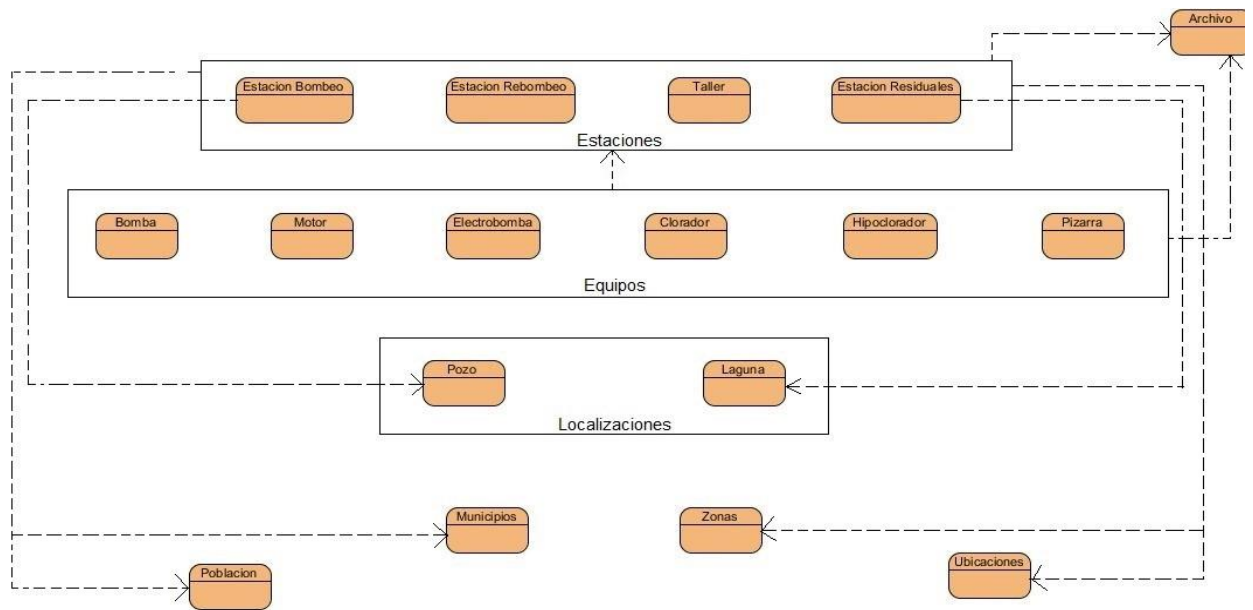
En este capítulo, basándose en la metodología de desarrollo de *software* XP, se describirá las características del sistema a realizar con la ayuda de los procedimientos, técnicas y herramientas que dicha metodología nos brinda.

2.2 Descripción de la solución propuesta

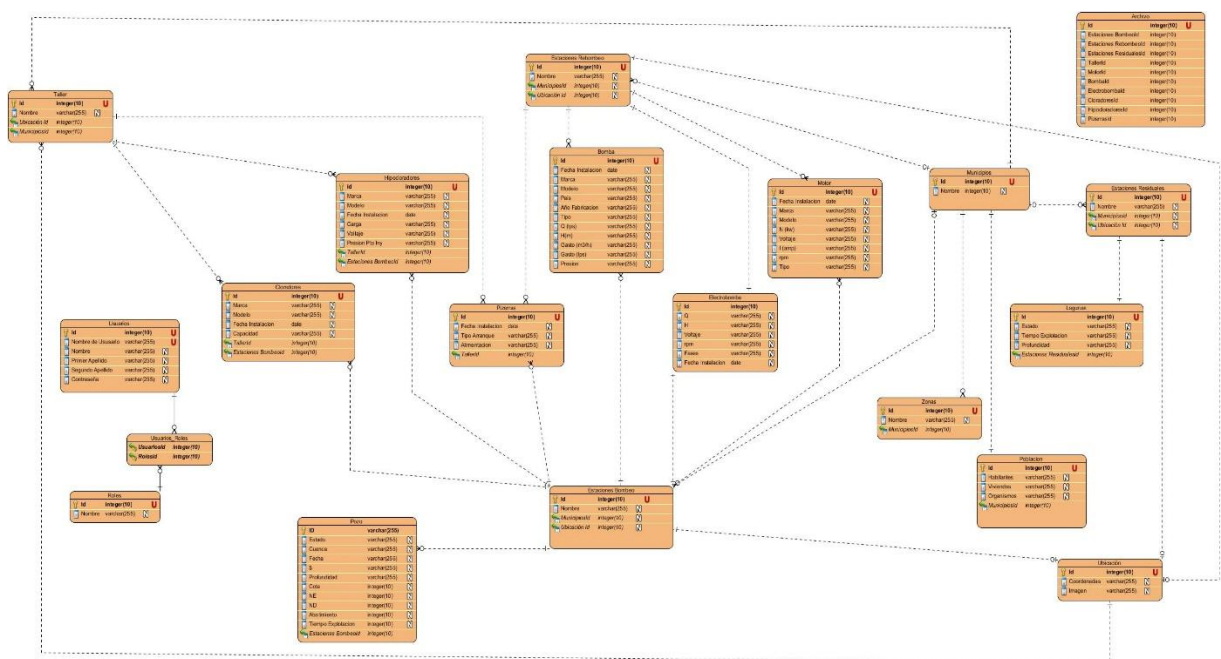
La Aplicación Web para el Control y Gestión de la Infraestructura para el Abasto de Agua de la EAAMtz es una herramienta informática que permite llevar un control de las Estaciones, tanto de bombeo, rebombeo y residuales, además de los talleres; los Equipos, que incluyen, bombas, motores, electrobombas, cloradores, hipocloradores y pizarras; los Pozos y Lagunas; y además las localizaciones de cada uno de estos, tanto por zonas, municipios y ubicación, así como la población abastecida por municipios.

2.2.1 Base de Datos

Anexo 4



Anexo 5



2.2.2 Sistema

La Aplicación Web para el Control y Gestión de la Infraestructura para el Abasto de Agua de la EAAMtz está destinado a la gestión de información. Su funcionamiento se basa en roles, ya que los usuarios solo serán capaces de visualizar la información solo si están autenticados.

Mediante la Aplicación Web para el Control y Gestión de la Infraestructura para el Abasto de Agua de la EAAMtz se pretende automatizar el control de los

equipos para el abasto de agua a la población y su ubicación, al igual que la consulta y actualización de los datos de forma rápida y segura. A continuación, se exponen todas las funcionalidades con las que cuenta el sistema:

1. Gestionar Estaciones de Bombeo de Agua Potable.
 - 1.1. Insertar Estaciones de Bombeo
 - 1.2. Modificar Estaciones de Bombeo
 - 1.3. Mostrar Estaciones de Bombeo
 - 1.4. Listar Estaciones de Bombeo
 - 1.5. Eliminar Estaciones de Bombeo

2. Gestionar Estaciones de Rebombeo de Agua Potable.
 - 2.1. Insertar Estaciones de Rebombeo
 - 2.2. Modificar Estaciones de Rebombeo
 - 2.3. Mostrar Estaciones de Rebombeo
 - 2.4. Listar Estaciones de Rebombeo
 - 2.5. Eliminar Estaciones de Rebombeo

3. Gestionar Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales.
 - 3.1. Insertar Estaciones de Residuales
 - 3.2. Modificar Estaciones de Residuales
 - 3.3. Mostrar Estaciones de Residuales
 - 3.4. Listar Estaciones de Residuales
 - 3.5. Eliminar Estaciones de Residuales

4. Gestionar Talleres.
 - 4.1. Insertar Taller
 - 4.2. Modificar Taller
 - 4.3. Mostrar Taller
 - 4.4. Listar Taller
 - 4.5. Eliminar Taller

5. Gestionar Bombas de Agua.
 - 5.1. Insertar Bomba
 - 5.2. Modificar Bomba

- 5.3. Mostrar Bomba
- 5.4. Listar Bomba
- 5.5. Eliminar Bomba

6. Gestionar Motores Eléctricos.

- 6.1. Insertar Motores
- 6.2. Modificar Motores
- 6.3. Mostrar Motores
- 6.4. Listar Motores
- 6.5. Eliminar Motores

7. Gestionar Electrobombas.

- 7.1. Insertar Electrobombas
- 7.2. Modificar Electrobombas
- 7.3. Mostrar Electrobombas
- 7.4. Listar Electrobombas
- 7.5. Eliminar Electrobombas

8. Gestionar Equipos Cloradores.

- 8.1. Insertar Cloradores
- 8.2. Modificar Cloradores
- 8.3. Mostrar Cloradores
- 8.4. Listar Cloradores
- 8.5. Eliminar Cloradores

9. Gestionar Equipos Hipocloradores.

- 9.1. Insertar Hipocloradores
- 9.2. Modificar Hipocloradores
- 9.3. Mostrar Hipocloradores
- 9.4. Listar Hipocloradores
- 9.5. Eliminar Hipocloradores

10. Gestionar Pizarras Eléctricas.

- 10.1. Insertar Pizarras
- 10.2. Modificar Pizarras

- 10.3. Mostrar Pizarras
- 10.4. Listar Pizarras
- 10.5. Eliminar Pizarras

11. Gestionar Pozos.

- 11.1. Insertar Pozos
- 11.2. Modificar Pozos
- 11.3. Mostrar Pozos
- 11.4. Listar Pozos
- 11.5. Eliminar Pozos

12. Gestionar Lagunas de Oxidación.

- 12.1. Insertar Lagunas
- 12.2. Modificar Lagunas
- 12.3. Mostrar Lagunas
- 12.4. Listar Lagunas
- 12.5. Eliminar Lagunas

13. Gestionar Municipios.

- 13.1. Insertar Municipios
- 13.2. Modificar Municipios
- 13.3. Mostrar Municipios
- 13.4. Listar Municipios
- 13.5. Eliminar Municipios

14. Gestionar Zonas.

- 14.1. Insertar Zonas
- 14.2. Modificar Zonas
- 14.3. Mostrar Zonas
- 14.4. Listar Zonas
- 14.5. Eliminar Zonas

15. Gestionar Ubicaciones.

- 15.1. Insertar Ubicaciones
- 15.2. Modificar Ubicaciones

- 15.3. Mostrar Ubicaciones
- 15.4. Listar Ubicaciones
- 15.5. Eliminar Ubicaciones

16. Gestionar Población.

- 16.1. Insertar Población
- 16.2. Modificar Población
- 16.3. Mostrar Población
- 16.4. Listar Población
- 16.5. Eliminar Población

La aplicación web presenta como primera interfaz un formulario de Inicio de Sesión, puesto que al sistema solo pueden acceder los usuarios previamente registrados, esta acción la llevara a cabo el usuario que tiene **Rol Administrador**.

Una vez iniciada la sesión, los usuarios podrán ver una página de inicio, en la que encontrarán un Menú de Navegación desde el cual podrán desplazarse por las diferentes páginas de la aplicación. Las opciones del menú de navegación son:

- Estaciones: esta opción del menú nos ofrece la opción de seleccionar cuales queremos visualizar ya sean las estaciones de Bombeo, Rebombeo, Residuales o Taller.
- Equipos: esta opción del menú nos ofrece la opción de seleccionar cuales equipos queremos visualizar ya sean Bombas, Motores, Cloradores, Hipocloradores o Pizarras.
- Localizaciones: esta opción del menú nos ofrece la opción de seleccionar que queremos visualizar ya sean los Pozos, Lagunas, Ubicaciones, Municipios, Zonas, o la Población asociada a cada Municipio.

Los usuarios que tengan **Rol Invitado** solo serán capaces de visualizar la información referente tanto a las estaciones, los equipos y las localizaciones de los mismos.

Por otra parte, el usuario con **Rol Gestor**, como su nombre lo indica será el encargado de gestionar la información, es decir, podrá añadir, editar y archivar la información, así como solicitar reportes de la misma.

Además, la aplicación tendrá un **Rol Administrador** que permitirá a los usuarios que posean dicho rol tener acceso a todas las funcionalidades de la aplicación.

Para el correcto funcionamiento del sistema son necesarios un conjunto de requisitos no funcionales, estos son:

Usabilidad:

- El sistema podrá ser usado por personas con conocimientos básicos en el manejo de computadoras.

Confiabilidad:

- Se establecerán los mecanismos necesarios para el restablecimiento del sistema ante fallos de comunicación u otros. Deben montarse sistemas de respaldo eléctrico en los locales de los servidores para mantener la vitalidad de los servicios.

Rendimiento:

- Debido a que el producto se diseñará sobre una arquitectura cliente - servidor, los tiempos de respuestas del sistema deben ser rápidos, al igual que la velocidad de procesamiento de la información para lograr respuestas rápidas del mismo.

Interfaz:

- El sistema tendrá una interfaz sencilla y amigable, que permita a los usuarios interactuar con la aplicación aun con conocimientos básicos de informática. Será diseñada para adaptarse a la resolución del usuario, con la utilización de colores refrescantes, agradables y se emplearán imágenes identificadas con el negocio donde se utilizará el sistema.

Portabilidad:

- El sistema será multiplataforma y será compatible con los sistemas operativos Windows y Linux.

Confiabilidad:

- La información que se maneje en el sistema estará protegida de acceso no autorizado y divulgación, a partir de los diferentes roles de los usuarios que empleen el sistema.

Software:

- Para el cliente: Navegador Mozilla Firefox.
- Sistema operativo: Linux NOVA / Windows 10
- Para el servidor: Un servidor WWW Apache v2.0 o superior con módulo PHP7.1 disponible, debe estar configurado con las extensiones pdo, pdo_pgsql, pg_postgis, pg_topology
- Gestor de base de datos: Postgresql v11.0 o superior.

Hardware:

- Para el cliente: Tarjeta de red. Procesador Intel Pentium i-3 de 7ma generación a 3.0GHz o superior, con 8GB de memoria RAM.
- Para el servidor: Procesador Pentium i-3 de 7ma generación a 3.0GHz o superior, con 4GB de memoria RAM. Al menos 40GB de espacio libre en disco duro.

2.3 Equipo de trabajo y roles

Según la metodología XP, se hace necesario ver como se aplican las prácticas para entender más la composición del equipo del trabajo. Estas traducen valores en actividades que un programador debe realizar diariamente. Esta metodología está diseñada para un equipo de trabajo donde existan al menos dos desarrolladores, sin embargo, en este caso está compuesto por un desarrollador principal y un consultor (tutora de la investigación).

El equipo de trabajo está integrado por el cliente, el consultor y un desarrollador que se encarga del resto de los roles (Invitado, Gestor, Administrador).

Tabla 1: Roles

Miembros	Roles
Ailenem Tremols Navarro	Programador
Ailenem Tremols Navarro Yumileidy La Hoz Gómez Director UEB Electromecánica	Encargado de Pruebas
Yumileidy La Hoz Gómez	Consultor
Director UEB Electromecánica	Cliente

Otros roles presentes en la metodología XP son:

Rastreador (Tracker): también conocido como “Metric Man”, observa sin molestar y mantiene los datos históricos.

Entrenador (Coach): es el responsable del proceso. Este tiende a estar en un segundo plano a medida que el equipo madura.

Jefe de Proyecto (Manager): es quien organiza y guía las reuniones además asegura condiciones adecuadas para el proyecto.

2.4 Resumen de Historias de usuario

Para el establecimiento de las historias se utilizan dos escalas nominales que exponen tres categorías: alta, media y baja las cuales significan el riesgo y la prioridad en la escala de riesgo y prioridad respectivamente. (Fuentes, 2015)

A continuación, se muestran las escalas equivalentes a la prioridad en el negocio:

Alta: Asignada a las Historias de Usuario que corresponden a funcionalidades esenciales en el desarrollo del proyecto, a las que el cliente define como primordiales.

Media: Dada a las Historias de Usuario que resultan para el cliente como funcionalidades a tener en cuenta, sin que estas tengan una afectación directa sobre el proyecto que se esté desarrollando.

Baja: Se le otorga a las Historias de Usuario que constituyen funcionalidades que sirven de ayuda al control de elementos asociados al equipo de desarrollo, a la estructura y no tienen nada que ver con el proyecto en desarrollo.

Escala Nominal de Riesgo en Desarrollo:

Alta: Cuando para la implementación de la Historia de Usuario se considera la posible existencia de errores que lleven a inoperatividad del código.

Media: Cuando pueden aparecer errores en la implementación de la Historia de Usuario que puedan retrasar la entrega de la versión.

Baja: Cuando pueden aparecer errores que serán tratados con relativa facilidad sin que traigan perjuicios para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2: Resumen de Historias de Usuario

No.	Nombre	Prioridad	Riesgo	ltrs	Duración (semanas)
1	Diseño de la Interfaz del Sistema	Alta	Medio	1	1
2	Diseño y Creación de la BD	Alta	Alta	2	2
3	Gestionar Usuarios y Roles	Alta	Medio	2	1
4	Gestionar Estaciones de Bombeo de Agua Potable	Alta	Media	3	1
5	Gestionar Estaciones de Rebombeo de Agua Potable	Alta	Media	3	1
6	Gestionar Estaciones de Bombeo de Residuales	Alta	Media	3	1
7	Gestionar Taller	Alta	Media	3	1
8	Gestionar Motores Eléctricos	Alta	Alta	4	1
9	Gestionar Bombas de Agua	Alta	Alta	4	1
10	Gestionar Electrobombas	Alta	Alta	4	1
11	Gestionar Equipos Cloradores	Alta	Alta	5	1
12	Gestionar Equipos Hipocloradores	Alta	Alta	5	1
13	Gestionar Pizarras Eléctricas	Alta	Alta	5	1

14	Gestionar Pozos de Agua Potable	Alta	Alta	6	2
15	Gestionar Laguna de Oxidación	Alta	Alta	6	2
16	Gestionar Municipios	Alta	Media	7	2
17	Gestionar Zonas	Alta	Media	7	1
18	Gestionar Ubicaciones	Alta	Media	8	1
19	Gestionar Población	Alta	Media	8	1

2.5 Historias de usuario iniciales

Las “Historias de usuario” son escritas por el cliente, en su propio lenguaje, como descripciones cortas de lo que el sistema debe realizar. Deben tener el detalle mínimo como para que los programadores puedan realizar una estimación poco riesgosa del tiempo que llevará su desarrollo. Las historias de usuario deben poder ser programadas en un tiempo entre una y tres semanas. Si la estimación es superior a tres semanas, debe ser dividida en dos o más historias. Si es menos de una semana, se debe combinar con otra historia. (Joskowicz, 2008)

A continuación, aparecen algunas de las HU elaboradas para el desarrollo del sistema.

Tabla 3: Historia de Usuario 1

Historia de Usuario	
Numero: 1	Usuario: -
Nombre de Historia: Diseño de la Interfaz de Usuario	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Media
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 1
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Diseño de las vistas de la aplicación.	

Tabla 4: Historia de Usuario 2

Historia de Usuario	
Numero: 2	Usuario: -
Nombre de Historia: Diseño y Creación de la BD	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Diseño de la base de datos y creación de la misma.	

Tabla 5: Historia de Usuario 3

Historia de Usuario

Numero: 3	Usuario: Administrador
Nombre de Historia: Gestionar Usuarios y Roles	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Media
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 2
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: El administrador será el encargado de registrar a los usuarios y su respectivo rol.	

Tabla 6: Historia de Usuario 4

Historia de Usuario	
Numero: 4	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Estaciones de Bombeo de Agua Potable	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Media
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los bombeos de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 7: Historia de Usuario 5

Historia de Usuario	
Numero: 5	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Estaciones de Rebombeo de Agua Potable	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Media
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los rebombeos de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 8: Historia de Usuario 6

Historia de Usuario	
Numero: 6	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Estaciones de Aguas Residuales	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Media
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los residuales de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 9: Historia de Usuario 7

Historia de Usuario	
Numero: 7	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Talleres	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Media
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 3
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los talleres de acuerdo a sus permisos.

Tabla 10: Historia de Usuario 8

Historia de Usuario	
Numero: 8	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Motores Eléctricos	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 4
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los motores de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 11: Historia de Usuario 9

Historia de Usuario	
Numero: 9	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Bombas de Agua	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 4
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los bombas de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 12: Historia de Usuario 10

Historia de Usuario	
Numero: 10	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Electrobombas	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 4
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los electrobombas de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 13: Historia de Usuario 11

Historia de Usuario	
Numero: 11	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Cloradores	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 5
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los cloradores de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 14: Historia de Usuario 12

Historia de Usuario	
Numero: 12	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Hipocloradores	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo:

	Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 5
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los hipocloradores de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 15: Historia de Usuario 13

Historia de Usuario	
Numero: 13	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Pizarras Eléctricas	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 5
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar las pizarras de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 16: Historia de Usuario 14

Historia de Usuario	
Numero: 14	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Pozos de Agua Potable	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 6
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los pozos de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 17: Historia de Usuario 15

Historia de Usuario	
Numero: 15	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Lagunas de Oxidación	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 6
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar las lagunas de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 18: Historia de Usuario 16

Historia de Usuario	
Numero: 16	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Municipios	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 7
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar los municipios de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 19: Historia de Usuario 17

Historia de Usuario	
---------------------	--

Numero: 16	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Zonas	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 7
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar las zonas de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 20: Historia de Usuario 18

Historia de Usuario	
Numero: 17	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Ubicaciones	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 8
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar las ubicaciones de acuerdo a sus permisos.	

Tabla 21: Historia de Usuario 19

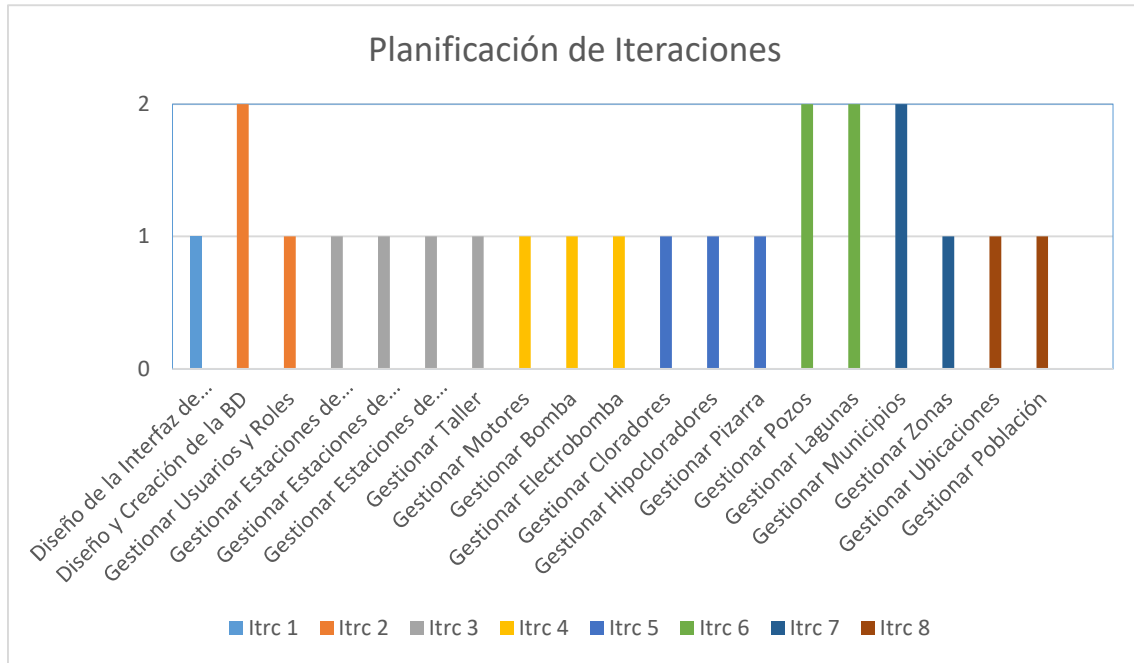
Historia de Usuario	
Numero: 18	Usuario: Todos
Nombre de Historia: Gestionar Poblaciones	
Prioridad en el Negocio: Alta	Riesgo en Desarrollo: Alta
Puntos Estimados: 1	Iteración Asignada: 8
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	
Descripción: Los usuarios autorizados serán capaces de añadir, editar, listar y eliminar las poblaciones de acuerdo a sus permisos.	

2.6 Planificación de Iteraciones

Las historias de usuario seleccionadas para cada entrega son desarrolladas y probadas en un ciclo de iteración, de acuerdo al orden preestablecido. Al comienzo de cada ciclo, se realiza una reunión de planificación de la iteración. Cada historia de usuario se traduce en tareas específicas de programación. Asimismo, para cada historia de usuario se establecen las pruebas de aceptación. Estas pruebas se realizan al final del ciclo en el que se desarrollan, pero también al final de cada uno de los ciclos siguientes, para verificar que subsiguientes iteraciones no han afectado a las anteriores. Las pruebas de aceptación que hayan fallado en el ciclo anterior son analizadas para evaluar su corrección, así como para prever que no vuelvan a ocurrir. (Joskowicz, 2008)

Las iteraciones se planificaron para un total de 24 semanas de trabajo como se muestra a continuación.

Tabla 22: Planificación de Iteraciones



2.7 Tareas Iniciales a Desarrollar

Tabla 23: Tareas Iniciales a Desarrollar

No.	Nombre HU	No.	Tarea de Ingeniería	Compl.	N.C
1	Diseño de la interfaz del Sistema	1	Interfaz del Sistema	EO	M
2	Diseño y Creación de la Base de Datos	2	Diseño de la Base de Datos	EO	M
		3	Creación de la Base de Datos	EO	M
3	Gestionar Usuarios y Roles	4	Añadir usuario	EI	B
		5	Eliminar usuario	EI	B
		6	Autenticarse	EQ	M
		7	Añadir rol	EI	B
		8	Eliminar rol	EI	B
		9	Asignar rol	EO	B
4		10	Añadir EBAP	EI	M
		11	Modificar EBAP	EI	B

	Gestionar Estaciones de Bombeo de Agua Potable	12	Mostrar EBAP	EQ	B
		13	Listar EBAP	EQ	B
		14	Eliminar EBAP	EI	B
5	Gestionar Estaciones de Rebombeo de Agua Potable	15	Añadir ERAP	EI	M
		16	Modificar ERAP	EI	B
		17	Mostrar ERAP	EQ	B
		18	Listar ERAP	EQ	B
		19	Eliminar ERAP	EI	B
6	Gestionar Estaciones de Bombeo de Residuales	20	Añadir EBR	EI	M
		21	Modificar EBR	EI	B
		22	Mostrar EBR	EQ	B
		23	Listar EBR	EQ	B
		24	Eliminar EBR	EI	B
7	Gestionar Taller	25	Añadir Taller	EI	M
		26	Modificar Taller	EI	B
		27	Mostrar Taller	EQ	B
		28	Listar Taller	EQ	B
		29	Eliminar Taller	EI	B
8	Gestionar Motores Eléctricos	30	Añadir Motor	EI	M
		31	Modificar Motor	EI	B
		32	Mostrar Motor	EQ	B
		33	Listar Motor	EQ	B
		34	Eliminar Motor	EI	B
9	Gestionar Bombas de Agua	35	Añadir Bombas	EI	M
		36	Modificar Bombas	EI	B
		37	Mostrar Bombas	EQ	B
		38	Listar Bombas	EQ	B
		39	Eliminar Bomba	EI	B
10	Gestionar Electrobomba	40	Añadir Electrobomba	EI	M
		41	Modificar Electrobomba	EI	B
		42	Mostrar Electrobomba	EQ	B
		43	Listar Electrobomba	EQ	B
		44	Eliminar Electrobomba	EI	B

11	Gestionar Equipos Cloradores	45	Añadir EC	EI	M
		46	Modificar EC	EI	B
		47	Mostrar EC	EQ	B
		48	Listar EC	EQ	B
		49	Eliminar EC	EI	B
12	Gestionar Equipos Hipocloradores	50	Añadir EH	EI	M
		51	Modificar EH	EI	B
		52	Mostrar EH	EQ	B
		53	Listar EH	EQ	B
		54	Eliminar EH	EI	B
13	Gestionar Pizarras Eléctricas	55	Añadir Pizarra	EI	M
		56	Modificar Pizarra	EI	B
		57	Mostrar Pizarra	EQ	B
		58	Listar Pizarra	EQ	B
		59	Eliminar Pizarra	EI	B
14	Gestionar Pozos de Agua Potable	60	Añadir Pozo	EI	M
		61	Modificar Pozo	EI	B
		62	Mostrar Pozo	EQ	B
		63	Listar Pozo	EQ	B
		64	Eliminar Pozo	EI	B
15	Gestionar Lagunas de Oxidación	65	Añadir Laguna	EI	M
		66	Modificar Laguna	EI	B
		67	Mostrar Laguna	EQ	B
		68	Listar Laguna	EQ	B
		69	Eliminar Laguna	EI	B
16	Gestionar Municipio	70	Añadir Municipio	EI	M
		71	Modificar Municipio	EI	B
		72	Mostrar Municipio	EQ	B
		73	Listar Municipio	EQ	B
		74	Eliminar Municipio	EI	M
17	Gestionar Zonas	75	Añadir Zona	EI	M
		76	Modificar Zona	EI	B
		77	Mostrar Zona	EQ	B

		78	Listar Zona	EQ	B
		79	Eliminar Zona	EI	B
18	Gestionar Población	80	Añadir Población	EI	M
		81	Modificar Población	EI	B
		82	Mostrar Población	EQ	B
		83	Listar Población	EQ	B
		84	Eliminar Población	EI	B
19	Gestionar Ubicaciones	85	Añadir Ubicación	EI	M
		86	Modificar Ubicación	EI	B
		87	Mostrar Ubicación	ILF	M
		88	Listar Ubicaciones	EQ	B
		89	Eliminar Ubicación	EI	B

2.7.1 Descripción de Tareas a desarrollar por historias de Usuario

A continuación, aparecen las descripciones de las tareas correspondientes a las HU 4 y 9.

Tabla 24: Tarea 1

Tarea	
Numero: 1	HU: 1
Nombre de Tarea: Interfaz del Sistema	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 1/10/2022	Fecha Fin: 3/10/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 25: Tarea 2

Tarea	
Numero: 2	HU: 2
Nombre de Tarea: Diseño de la BD	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 4/10/2022	Fecha Fin: 6/10/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 26: Tarea 3

Tarea	
Numero: 3	HU: 2
Nombre de Tarea: Creación de la BD	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 7/10/2022	Fecha Fin: 9/10/2022

Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro
--

Tabla 27: Tarea 4

Tarea	
Numero: 4	HU: 3
Nombre de Tarea: Añadir Usuario	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 12/10/2022	Fecha Fin: 14/10/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 28: Tarea 5

Tarea	
Numero: 5	HU: 3
Nombre de Tarea: Eliminar Usuario	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 15/10/2022	Fecha Fin: 17/10/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 29: Tarea 6

Tarea	
Numero: 6	HU: 3
Nombre de Tarea: Autenticar Usuario	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 19/10/2022	Fecha Fin: 21/10/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 30: Tarea 7

Tarea	
Numero: 7	HU: 3
Nombre de Tarea: Añadir Rol	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 23/10/2022	Fecha Fin: 25/10/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 31: Tarea 8

Tarea	
Numero: 8	HU: 3
Nombre de Tarea: Eliminar Rol	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 26/10/2022	Fecha Fin: 28/10/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 32: Tarea 35

Tarea	
Numero: 35	HU: 9
Nombre de Tarea: Añadir Bomba	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16

Fecha Inicio: 1/11/2022	Fecha Fin: 3/11/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 33: Tarea 36

Tarea	
Numero: 36	HU: 9
Nombre de Tarea: Modificar Bomba	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 4/11/2022	Fecha Fin: 6/11/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 34: Tarea 37

Tarea	
Numero: 37	HU: 9
Nombre de Tarea: Mostrar Bomba	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 7/11/2022	Fecha Fin: 9/11/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 35: Tarea 38

Tarea	
Numero: 38	HU: 9
Nombre de Tarea: Listar Bomba	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 10/11/2022	Fecha Fin: 12/11/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

Tabla 36: Tarea 39

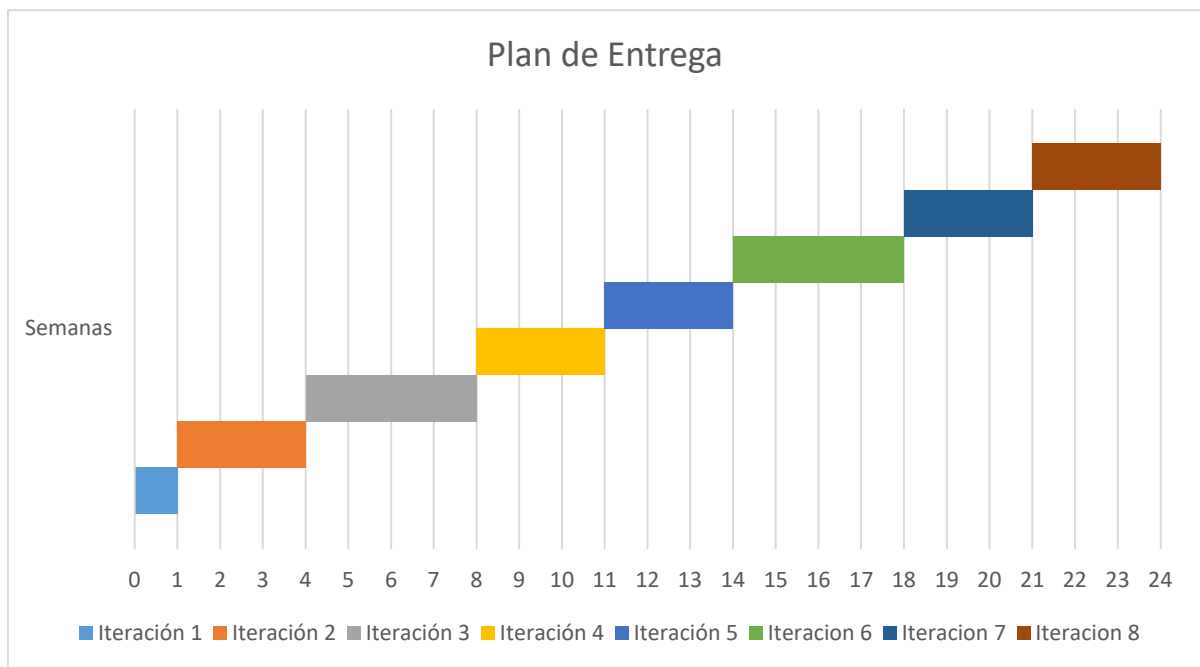
Tarea	
Numero: 39	HU: 9
Nombre de Tarea: Eliminar Bomba	
Tipo de Tarea: desarrollo	Horas: 16
Fecha Inicio: 13/11/2022	Fecha Fin: 15/11/2022
Programador Responsable: Ailenem Tremols Navarro	

2.8 Plan de Entregas iniciales

El cronograma de entregas establece que historias de usuario serán agrupadas para conformar una entrega, y el orden de las mismas. Este cronograma será el resultado de una reunión entre todos los actores del proyecto. Se realiza en base a las estimaciones de tiempos de desarrollo realizadas por los desarrolladores. (Joskowicz, 2008)

El plan de entrega de la aplicación corresponde con el fin de cada iteración. Cuando termina una iteración, se presentan los resultados al cliente, quien los valida mediante pruebas funcionales. En caso de que no se cumpla con lo negociado en el plan de entrega, se ajustará el mismo para evitar futuros incumplimientos. La siguiente gráfica muestra el plan de entrega de cada segmento del sistema:

Tabla 37: Plan de Entrega



2.9 Incidencias

Es muy complicado cumplir con cada detalle requerido por el sistema que se desea desarrollar una vez realizado la planificación inicial del proceso de desarrollo. Por tanto, el cumplimiento del plan de entregas está sujeto a modificaciones constantemente.

A medida que el proceso de desarrollo del sistema fue avanzando surgieron nuevos cambios en la base de datos, u esta creció con respecto al número de tablas iniciales con las que se contaba, inicialmente fueron creadas 14 tablas, y actualmente el sistema cuenta con 18 tablas. En el transcurso del proceso de diseño e implementación del sistema van aumentando los requisitos del mismo.

Utilizando la metodología XP, el cliente es una pieza fundamental en el proceso de desarrollo de *software*, pues el mismo es quien valida el resultado de cada entrega y aporta nuevas ideas, las cuales pueden llegar a ser soluciones. Así queda demostrado la valía del cliente como miembro del equipo de desarrollo.

2.10 Estudio de Factibilidad

Verificar los beneficios y ventajas del proceso de desarrollo de *software* con respecto a su costo es muy importante, por lo que resulta necesario una estimación de costo del *software* a desarrollar, al igual que un análisis de los beneficios tangibles e intangibles que dará el proyecto.

2.10.1 Estimación de Costo

Puntos de Función: Es una métrica que permite traducir en un número el tamaño de la funcionalidad que brinda un producto de software desde el punto de vista del usuario, a través de una suma ponderada de las características del producto.

Componentes:

EI: Procesos en los que se introducen datos y que suponen la actualización de cualquier archivo interno.

EO: Procesos en los que se envía datos al exterior de la aplicación.

EQ: Procesos consistentes en la combinación de una entrada y una salida, en el que la entrada no produce ningún cambio en ningún archivo y la salida no contiene información derivada.

ILF: Grupos de datos relacionados entre sí internos al sistema.

EIF: Grupos de datos que se mantienen externamente.

Tabla 38: Estimación de Costos

Componente	Bajo	Medio	Alto	Total
EI	$38 * 3 = 114$	$17 * 4 = 68$	$0 * 6 = 0$	182
EO	$1 * 4 = 4$	$3 * 5 = 15$	$0 * 7 = 0$	19
EQ	$33 * 3 = 99$	$1 * 4 = 4$	$0 * 6 = 0$	103
ILF	$0 * 7 = 0$	$1 * 10 = 10$	$0 * 15 = 0$	10
EIF	$0 * 5 = 0$	$0 * 7 = 0$	$0 * 10 = 0$	0

				314
--	--	--	--	-----

Cálculo de los Puntos de Función Sin Ajustar (PFSA):

$$PFSA = 182 + 19 + 103 + 10 + 0$$

$$PFSA = 314$$

Cálculo del Factor de Ajuste (FA):

Tabla 39: Factores de Ajuste

No.	Factor de ajuste	Puntos
1	Comunicación de datos	2
2	Proceso distribuido	0
3	Objetivos de rendimiento	1
4	Configuración de explotación compartida	1
5	Tasa de transacciones	3
6	Entrada de datos en línea	0
7	Eficiencia con el usuario final	2
8	Actualizaciones en línea	0
9	Lógica de proceso interno compleja	1
10	Reusabilidad del código	4
11	Conversión e instalación contempladas	1
12	Facilidad de operación	4
13	Instalaciones múltiples	0
14	Facilidad de cambios	4
Factor de ajuste		23

Cálculo de los Puntos de Función Ajustados (PFA)

$$PFA = PFSA * [0.65 + (0.01 * FA)]$$

$$PFA = 314 * [0.65 + (0.01 * 23)]$$

$$PFA = 276.32$$

Líneas de código (LC)

$$LC = PFA * (Líneas * PF)$$

$$LC=276.32 * 23$$

$$LC=6355$$

Esfuerzo hora/persona

$$E=PFA/ (1/6 \text{ persona/hora})$$

$$E=PFA/ (1/6)$$

$$E=276.32/0.16$$

$$E=1727 \text{ horas/persona (1 persona)}$$

Duración en Meses:

28 días laborables en el mes y 8 horas productivas al día = 224 horas laborables al mes.

$$DM = 2210.56 / 224$$

$$DM = 7 \text{ meses}$$

Costo total del proyecto:

$$CT= \text{suelo de 1 persona/ cantidad de personas} * DM$$

$$CT= 500 * 1 * 7$$

$$CT=3500$$

2.10.2 Beneficios tangibles e intangibles

La EAAMtz (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas) cuenta con una herramienta que permite el control y la gestión de la infraestructura implicada en el abasto de agua. Esta aplicación proporciona una forma rápida de acceso a la información, así como observar el comportamiento en el tiempo para facilitar la toma de decisiones. Además, permite agilizar la respuesta ante roturas o la necesidad de movimiento de algún equipo y ofrece la posibilidad de generar reportes rápidamente. Las tecnologías utilizadas para el desarrollo del proyecto son actuales, por lo que brinda un producto estable y fácil de migrar a nuevas versiones.

2.10.3 Análisis de Costos y beneficios

La aplicación tiene como objetivo satisfacer las necesidades de la EAAMtz con respecto a la gestión y el control de su infraestructura y mantener un registro de

los cambios que pueda sufrir la información. La aplicación desarrollada cumple con una serie de requisitos y se ha demostrado la factibilidad del mismo, realizando un análisis entre los beneficios y costos de la aplicación, se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- El proceso de gestión y control de la información se realiza de forma más eficiente y organizada.
- La aplicación desarrollada resulta atractiva y fácil de usar para los usuarios.
- Facilita el proceso de toma de decisiones al mantener la información centralizada y organizada.
- Los usuarios pueden obtener registros históricos y redactar informes de forma rápida y sencilla.

Con el análisis de los beneficios que ofrece el sistema, se puede establecer que el proyecto presenta una correcta relación y correspondencia entre el costo y los beneficios obtenidos.

2.11 Conclusiones del capítulo

Con el diseño e implementación de la propuesta de solución al problema científico de esta investigación, es posible arribar a las siguientes conclusiones:

- Se dispone de un equipo de trabajo capaz de darle solución a la situación problemática existente.
- La planificación inicial fue necesaria para tener una visión general del problema que se enfrenta y plantear desde el inicio soluciones eficaces.
- Las HU iniciales permitieron especificar los requisitos funcionales de la aplicación.
- La planificación de las iteraciones se realizó según las características de las HU, teniendo en cuenta la prioridad y el riesgo de desarrollo.
- La estimación del costo del *software* ofreció un valor racional del mismo.
- Los beneficios brindados por el sistema se corresponden correctamente con el costo estimado del mismo.

Capítulo III: Validación de la solución propuesta

3.1 Introducción al Capítulo

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas aplicadas al *software* para evaluar su funcionamiento. Las pruebas aplicadas que se describen en el capítulo están elaboradas con el fin de encontrar la mayor cantidad de errores posibles en el sistema para solucionarlos. Una vez erradicados los errores encontrados, la calidad del sistema es mucho mayor, por lo que su despliegue definitivo será más sólido y robusto ante errores de los usuarios.

3.2 Pruebas

La etapa de pruebas en el proceso de desarrollo de *software* es la responsable de dar a conocer si la aplicación desarrollada funciona como fue prevista, y en caso de existir errores en su funcionamiento solucionarlos para que el sistema funcione correctamente. Los tipos de pruebas realizadas sobre la aplicación fueron basados en los principios de las pruebas de caja blanca y pruebas de caja negra como se explican a continuación.

3.2.1 Pruebas de Caja Blanca

Las pruebas de caja blanca se basan en el diseño de casos de prueba que usa la estructura de control del diseño procedimental para derivarlos. Mediante la prueba de la caja blanca el ingeniero del software puede obtener casos de prueba que (Pérez, 2015)

- Garanticen que se ejerciten por lo menos una vez todos los caminos independientes de cada módulo, programa o método.
- Ejerciten todas las decisiones lógicas en las vertientes verdadera y falsa.
- Ejecuten todos los bucles en sus límites operacionales.
- Ejerciten las estructuras internas de datos para asegurar su validez.

Aunque las pruebas de caja blanca son aplicables a varios niveles: unidad, integración y sistema. Habitualmente se aplican a las unidades de software. Su cometido es comprobar los flujos de ejecución dentro de cada unidad (función, clase, módulo, etc.) pero también pueden testear los flujos entre unidades durante la integración, e incluso entre subsistemas, durante las pruebas de

integración, e incluso entre subsistemas, durante las pruebas de sistema. (Avila, 2015).

Es por ello que se considera a la prueba de Caja Blanca como uno de los tipos de pruebas más importantes que se le aplican al software, logrando como resultado que disminuya en un gran porcentaje el número de errores existentes en los sistemas y por ende una mayor calidad y confiabilidad.

Existen varias técnicas para aplicar las pruebas de caja blanca, entre ellas se encuentra el Camino Básico la cual es válida para encontrar posibles errores en nuestros ciclos funcionales.

La prueba del camino básico es una técnica de prueba de la Caja Blanca propuesta por Tom McCabe. Esta técnica permite obtener una medida de la complejidad lógica de un diseño y usar esta medida como guía para la definición de un conjunto básico. La idea es derivar casos de prueba a partir de un conjunto dado de caminos independientes por los cuales puede circular el flujo de control. Para obtener dicho conjunto de caminos independientes se construye el Grafo de Flujo asociado y se calcula su complejidad ciclomática. Los pasos que se siguen para aplicar esta técnica son (Pérez, 2015)

1. A partir del diseño o del código fuente, se dibuja el grafo de flujo asociado.
2. Se calcula la complejidad ciclomática del grafo.
3. Se determina un conjunto básico de caminos independientes.
4. Se preparan los casos de prueba que obliguen a la ejecución de cada camino del conjunto básico.

Los casos de prueba derivados del conjunto básico garantizan que durante la prueba se ejecuta por lo menos una vez cada sentencia del programa.

3.2.2 Pruebas de Caja Negra

Las Pruebas de Caja Negra son una técnica de pruebas de software en la cual la funcionalidad se verifica sin tomar en cuenta la estructura interna de código, detalles de implementación o escenarios de ejecución internos en el software. (Terraza, 2017)

En las pruebas de caja negra, nos enfocamos solamente en las entradas y salidas del sistema, sin preocuparnos en tener conocimiento de la estructura interna del programa de software. Para obtener el detalle de cuáles deben ser esas entradas y salidas, nos basamos en los requerimientos de software y especificaciones funcionales.

Las pruebas de caja negra no utilizan ninguna información interna de los componentes de software o sistemas que se van a probar, sino que consideran el comportamiento del software desde el punto de vista de un observador externo, es decir, tal y como lo “viven” los usuarios del sistema. (Terraiza, 2017)

Para la realización de estas validaciones se aplicaron las pruebas de aceptación. Se diseñaron diferentes casos de prueba en correspondencia con las necesidades del cliente para evaluar el desempeño del sistema.

3.2.3 Pruebas de aceptación

Las pruebas de aceptación son las realizadas por el cliente y usuarios finales de la aplicación. Permiten probar las funcionalidades que exige el cliente. Luego de haber superado las pruebas de aceptación podrá considerarse que la aplicación es apta para el uso y despliegue dentro del proyecto.

Las pruebas persiguen como objetivo, llevar a cabo el proceso de ejecución de un programa con la intención de descubrir un error. Un buen caso de prueba es aquel que tiene una alta probabilidad de mostrar al menos un error no descubierto hasta entonces (Pressman, 2010)

Tabla 40: Prueba de Aceptación 1

Pruebas de Aceptación	
Numero de Caso de Prueba: 1	No. Historia: 1
Nombre de Caso de Prueba: Test Interfaz del Sistema.	
Descripción: Verificar que se muestren las interfaces visuales implementadas.	
Condiciones de Ejecución: Esté corriendo la aplicación.	
Entradas:	

Interfaces de la aplicación.
Resultado Esperado: Se muestran las interfaces visuales de la aplicación.
Evaluación: Prueba satisfactoria.

Anexo 6



Tabla 41: Prueba de Aceptación 2

Pruebas de Aceptación	
Numero de Caso de Prueba: 2	No. Historia: 2
Nombre de Caso de Prueba: Test Base de Datos.	
Descripción: Verifica el funcionamiento de la Base de Datos.	
Condiciones de Ejecución: Estar conectado a la Base de Datos.	
Entradas: Valores para leer o escribir en la base de datos por ejemplo: bombes, usuario, contraseña, etc.	
Resultado Esperado:	

Se muestran o guardan los datos correctamente.

Evaluación:

Prueba satisfactoria.

Anexo 7

Estaciones ▾ Equipos ▾ Localizaciones ▾ Información ▾ @administrador Registro Cerrar Sesión

Bombas

Añadir Exportar PDF

Buscar

Id	Fecha	Marca	Modelo	Pais	Año	Tipo	Q	H	Gasto	Gasto	Presión	Estación	
Inv	Fábrica	Instalación			Fabricación		(lps)	(m)	(m3)	(lps)	(BAR)		
548	2009-11-15	WILO	ASP 200 B	Alemania	2006	Horizontal	200	40	792.0	220.0	3.2	548	Editar Mostrar Eliminar
553	2009-04-09	KSB	UPA 350-125-1a	Alemania	2006	Sumergible	110	55	497.0	138.1	0.0	553	Editar Mostrar Eliminar
573	58412	Rotos	F-12-300	Cuba		Vertical	75	97	223.2	62.0	0	2	Editar Mostrar Eliminar

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.

localhost:8080/bomba#

Tabla 42: Prueba de Aceptación 3

Pruebas de Aceptación	
Numero de Caso de Prueba: 3	No. Historia: 3
Nombre de Caso de Prueba: Test Autenticar	
Descripción: Verificar que se autentifique un usuario correctamente en el sistema.	
Condiciones de Ejecución: Estar conectado a la Base de Datos.	
Entradas: Nombre de usuario y contraseña.	
Resultado Esperado: Se otorgan al usuario correspondiente los permisos que le corresponden a su rol.	
Evaluación: Prueba satisfactoria.	

Anexo 8

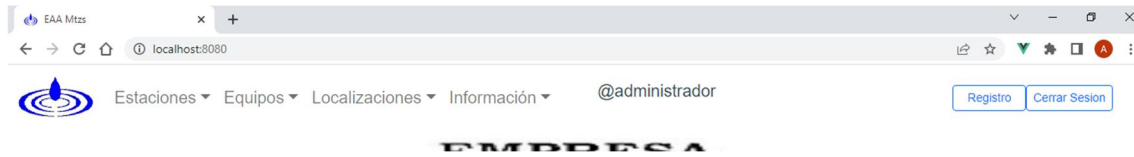
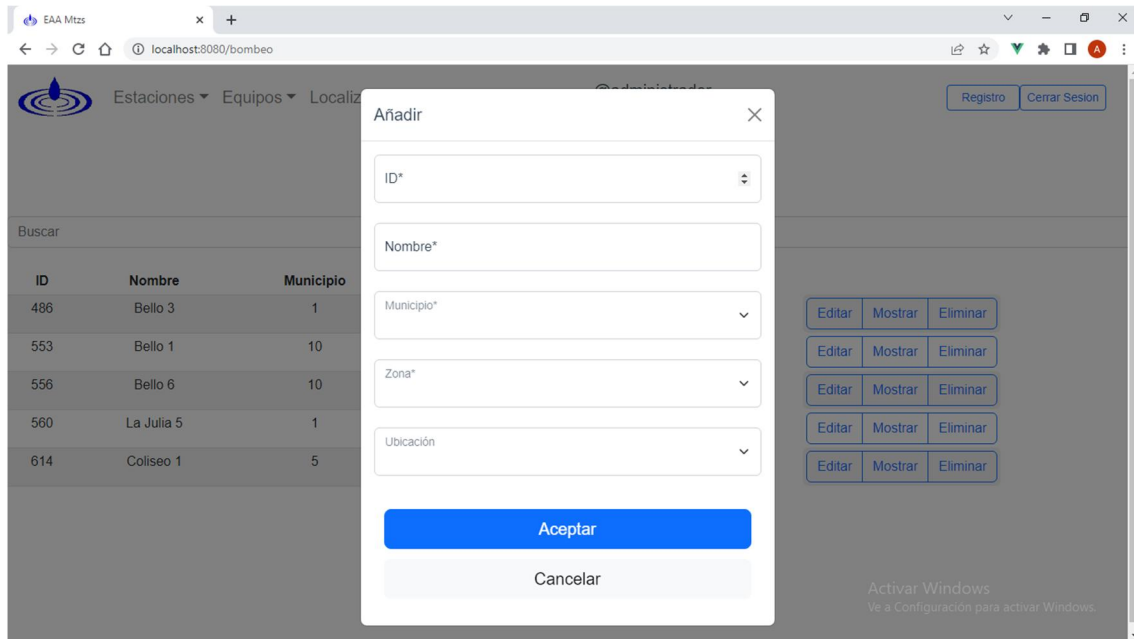


Tabla 43: Prueba de Aceptación 4

Pruebas de Aceptación	
Numero de Caso de Prueba: 4	No. Historia: 5
Nombre de Caso de Prueba: Test Gestionar Bombeo.	
Descripción: Verificar que se pueda insertar, modificar, mostrar, listar o eliminar un evento correctamente en el sistema.	
Condiciones de Ejecución: Estar conectado a la Base de Datos y estar Autenticado en el sistema con Rol Gestor	
Entradas: Datos del Evento.	
Resultado Esperado: Se inserta, modifica, muestra, lista o elimina un evento correctamente.	
Evaluación: Prueba satisfactoria.	

Anexo 9



3.3 Compatibilidad, optimización y rendimiento

La arquitectura y estructura de desarrollo que presenta Aplicación para el Control y Gestión de la Infraestructura para el Abasto de Agua de la EAAMtz permite que el sistema se implante en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas u otra institución que lo requiera. El servidor de instalación debe tener un espacio mínimo disponible de 40 GB para la instalación de todos los componentes necesarios. Se recomienda para su total despliegue de forma óptima que se destine una única unidad de servidor con capacidad total de más de 300 GB de memoria interna, y como mínimo 4GB de RAM (*Random Access Memory*) para un mejor funcionamiento y rendimiento del sistema.

Otro punto de importancia es comprobar la compatibilidad con cada configuración de los diferentes navegadores, lo cual forma parte de las pruebas que se aplican a los sistemas basados en la web. Esta acción se realiza con el fin de detectar errores asociados con cada una de las configuraciones posibles. La aplicación no está exenta a estos tipos de errores, por lo que se ha probado su compatibilidad con los navegadores Mozilla Firefox y Google Chrome a partir de sus versiones 58.0 y 67.0 respectivamente.

En cuanto a rendimiento, se tiene que debido a la implementación de una de las tendencias de programación actuales como *Single Page Application* (SPA), el sistema cuenta con una rapidez notable en el intercambio de las diferentes

interfaces, lo cual garantiza ganar tiempo en la realización del proceso. Su diseño está concebido para facilitar la experiencia del usuario en cuanto a realizar mayor cantidad de acciones en menor cantidad de clics. Se diseñó para ser una herramienta estable y de gran escalabilidad antes los cambios tecnológicos.

3.4 Análisis de los resultados obtenidos

Luego de un largo proceso de pruebas realizadas al software en cuestión se obtuvieron resultados satisfactorios. Principalmente gracias a las pruebas funcionales se pudieron detectar fallas en el cumplimiento de algunos requisitos de funcionamiento de la aplicación. Gracias a estas pruebas los errores fueron solucionados.

Se puede afirmar que la aplicación obtenida en esta investigación cumple con los requerimientos necesarios para la gestión de la información que controla la EAAMtz.

A continuación, se presentan varias imágenes del sistema como representación del sistema obtenido hasta ahora.

3.5 Documentación del sistema

La documentación del sistema está formada por todas las etapas del desarrollo del proyecto. Esta fue realizada empleando la metodología ágil XP, como se mencionó anteriormente. Las diferentes etapas fueron documentadas según la metodología de desarrollo de software y se abarcan de la siguiente manera:

- Elaboración de las HU en las cuales se registran los requisitos funcionales de la aplicación en conjunto con el cliente.
- Planificación de las iteraciones y entregas de acuerdo a un cronograma establecido.
- Determinaciones de riesgo y esfuerzo a partir de la experiencia del programador, y de prioridad a partir de las valoraciones del cliente.
- En las tareas desplegadas por HU se hace una descripción del diseño e implementación del sistema.
- En los casos de prueba que se realizan por HU se registra la documentación de la fase de prueba.

- En la documentación del proyecto se ofrece el Manual de Usuario que recoge el modo de utilización de las funcionalidades del sistema.
- El Manual de Usuario también ofrece los requisitos básicos de instalación.

3.6 Conclusiones del Capitulo

Al realizar la validación del sistema obtenido se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Las pruebas de aceptación permitieron evaluar que el *software obtenido* cumplía con las exigencias de los clientes.
- Se logró la entrega al cliente de una versión del software completamente funcional.
- Se confeccionó la documentación y ayuda del sistema, mediante un manual de usuario que explica claramente cada una de las funcionalidades de la aplicación y la documentación del sistema que abarca toda la ingeniería de software a partir de los artefactos de la metodología de desarrollo empleada

Conclusiones Generales

Como resultado de la investigación realizada se cumplieron satisfactoriamente los objetivos trazados, permitiendo así llegar a las siguientes conclusiones:

- Se desarrolló un estudio que permitió el análisis de las tecnologías empleadas en el desarrollo del sistema permitieron obtener un producto escalable y flexible ante actualizaciones tecnológicas.
- Se diseñó una aplicación web para el control y gestión de la infraestructura que opera la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Matanzas y se obtuvo un sistema agradable, intuitivo, objetivo y fácil de utilizar puesto que se emplearon tendencias de diseño basadas en la experiencia de los usuarios.
- Al realizar las pruebas de software se corrigieron los errores detectados por las mismas, lo que permitió que la aplicación desarrollada sea más funcional y robusta ante errores de los usuarios.

Recomendaciones

Dentro de un proyecto como este siempre se desea que haya una mejora continua del mismo, por lo que se recomienda:

- Para futuros estudiantes interesados en el proyecto, la ampliación del sistema para incluir la información referente al Departamento de Comercial, y las oficinas comerciales de cada zona y municipio.
- Desarrollar una interfaz interactiva donde se aprecien las ubicaciones de las estaciones en un mapa.
- Se podría incluir además, la infraestructura del sistema de conductoras de agua de la provincia.

Referencias Bibliográficas

- Avila. (2015). AVILA.
- Beck, K. (2000). Beck, K. 2000. Extreme Programming Explained: Embrace Change. *Addison-Wesley. Pearson Education*.
- Benitez, J. (2009). *Tecnopedia.net*.
- Blanch, Bataller, & Daniel. (2010). *Implementación de un Sistema de Reservas para una Agencia de Viajes usando J2EE y prácticas de Desarrollo Ágil*. Universidad Obrera de Catalunya, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, España.
- Cao, Lan, & otros. (2004). How Extreme does Extreme Programming Have to be? Adapting XP Practices to Large-scale Projects. *Hawaii International Conference on System Sciences*. 0-7695-2056-1.
- Cristian. (2008). *Ventajas de usar CSS*. Obtenido de <http://www.stardustxs.com/2008/03/05/ventajas-de-usar-css>.
- Domínguez, H. M. (2017). Caracterización de los Recursos Hídricos, Uso del Agua y Cobertura Sanitaria en Cuba. *Tesis de licenciatura*. Universidad de La Habana, Cuba.
- Duarte, E. (2012). *Javascript lenguaje de programación*. Obtenido de <http://blog.capacityacademy.com/2012/10/19/que-es-javascript-ventajas-y-desventajas>.
- Enoa Payés, L. (2016). *Sistema de Gestión de información para la empresa de acueductos y alcantarillados en Granma, Cuba*. Recuperado el 3 de junio de 2022, de <https://www.informatica-juridica.com/trabajos/sistema-gestion-informacion-la-empresa-acueductos-alcantarillados-granma-cuba/>
- Flanagan, D. (2002). *JavaScript: The Definitive Guide*.
- Fuentes, J. (2015). *Desarrollo de Software Ágil. Extreme Programming y Scrum*.
- Giraldo, Z. (2006). *Herramientas de Ingeniería del Software*.
- Goto, T. T. (2014). An Extreme Programming Method for Innovative Software Based on Systems Design and its Practical Study. *International Journal of Software Engineering & Applications*, Vol. 5(5).
- Highsmith, J., & Cockburn, A. (2001). Agile Software Development: The Business of Innovation. *IEEE Computer*.
- Hyatt, I. H. (6 de octubre de 2009). *HTML5*. Recuperado el 1 de noviembre de 2016, de w3c.schools.com
- José H, C. L. (2003). *Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Joskowicz, J. (2008). *Reglas y Prácticas en eXtreme Programming*. Universidad de Vigo, España.

Lerdorf, P. (2014). *PHP*. Obtenido de www.php.net.

Martín, W. F. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Cienfuegos: Universidad Cienfuegos .

Meza, J. A. (1 de 1 de 2015). *Jesús Ambriz Meza*. Recuperado el 1 de noviembre de 2016, de www.youtube.com: www.youtube.com

Núñez, M., & Cruz, Y. (2012). Gestión de acueducto y alcantarillado mediante sistemas de información geográfica. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, VOL. XXXIII, 44-57*.

Pérez. (2015).

Pérez. (2015).

Pressman, R. (2010). *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*.

Terraza. (2017). *Terraza*.

Visual Studio Code. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2020, de Visual Studio Code: <https://code.visualstudio.com/>

Anexos:
Anexo 1:

HIDROLOGIA URBANISTICA
CARTA TECNICA DE MOTORES ELECTRICOS

ESTABLECIMIENTO: _____ PLANTA: _____
ADUODUCTO: _____ ALDANTARILLADO: _____
MOTOR: _____ HORIZONTAL _____ VERTICAL _____ NO. INVENTARIO: _____
MARCA: _____ VOLTS: _____ ALTURA: _____ AISLAMIENTO: _____
MODELO: _____ HP: _____ FRANE: _____ GDS: _____
PAIS: _____ RPM: _____ AMP: _____

DATOS TECNICOS

RODAMIENTO	ALAMBRE	TIPO DE EJE
AXIAL _____	CALIBRE: _____	DIAM: O O _____ MM
RADIAL _____	PESO: _____	RUEDA: O O _____ MM
LUBRICACION		ENROLLADO
ACEITE _____	GRASA _____	PASO DE BARRA: _____
TIPO: _____	TIPO: _____	VUELTA / EJE: _____
CANT: _____ Us	CANT: _____ U'	CONEXION: _____

Anexo 2:

HIDROLOGIA URBANISTICA
 CARTA TECNICA DE BOMBAS

ESTABLECIMIENTO: _____ PLANTA: _____
 ADUEDUCTO: _____ ALCANTARILLADO: _____ NO. INVENTARIO: _____
 BOMBA: HORIZONTAL: _____ VERTICAL: _____ SUMERGIBLE: _____
 MARCA: _____ MODELO: _____ SERIE: _____ PAIS: _____

CARACTERISTICAS

Q: _____ Lts/Seg D (I) SUCCION: _____ MM LUBRICACION: _____
 H: _____ Mis D (I) / DESCARGA: _____ MM RPM: _____ HP: 20
 No. ETAPAS: _____ ROTACION: _____ IMPELENTE: C: _____ SA: _____ A: _____
 H/ETAPAS: _____ PLANO: _____

DATOS TECNICOS

EJES: BOMBA	COLUMNA	TOPE
D (I): _____ MM	D (I): _____ MM	D (I): _____ MM
L: _____ MM	L: _____ MM	L: _____ MM
ROSCA: _____	ROSCA: Sup: _____	ROSCA: Sup: _____
PLANO: _____	Inf: _____	Inf: _____
	CANT: _____	CUÑERO: L _____ MM A: _____ MM
	PLANO: _____	P: _____ MM
		PLANA: _____

CABEZAL DE DESCARGA	ESPARRAGO DEL PRENSE	ESPARRAGO DEL TAZON
ALTURA: _____ MM	D (I): _____ MM	D (I): _____ MM
BUJE: _____	L: _____ MM	L: _____ MM
D (I) EXT: _____ MM	ROSCA: Sup: _____ MM	ROSCA: Sup: _____ MM
D (I) INT: _____ MM	Inf: _____	Inf: _____ MM
PLANO: _____	PLANO: _____	PLANO: _____

EMPAQUETADURA: _____
 (I): _____ MM
 RELACION: 1/1

Anexo 3:

No	Lugar	Problema Reportado	Iniciado			Terminado			Resolución	
			Fecha	Hora	Nombre	Fecha	Hora	Nombre		
	Calime	Problema Cable	9/11		Técnico	9/11		Igualo	12/11/22	Yoch
	Veracruz	20 Jds Rodamiento aflojado	10/11		Deportes	10/11		"	10/11/22	Yoch
	Regalado	Problema Eléctrico	10/11		"	10/11		"	10/11/22	Yoch
	Alonso	elase Equipo trancado	11/11	11:33	"	11/11	11:33	"	13/11/22	C.A
	Olano	Problema Eléctrico	11/11	12:20	"	11/11	12:20	"	12/11/22	Osele
	ECIT	"	11/11		"	11/11		"	11/11/22	
	Alme	Problema Eléctrico	12/11		Héctor	12/11		"	15/11/22	Yoch
	S. Juan	elase no funciona	12/11		Deportes	12/11		"		
	Olano	no funciona	14/11		CPAde	14/11		"	18/11/22	Luisito
	Sorru	Cable Quemado	16/11	8:23	Deportes	16/11	8:23	"	19/11/22	Yoch
	Centor	no funciona	16/11	9:23	Fundora	16/11	9:23	"	16/9/22	Luisito
	Ab Triunfo	Motor quemado	17/11	8:30	Técnico	17/11	8:30	"	18/9/22	Yoch
	Balandra	Motor quemado	17/11	4:20	Igualo	17/11	4:20	"		
	Guasaca	no funciona	17/11		Deportes	17/11		"		
	Guasaca	no funciona	17/11		"	17/11		"	18/11/22	Luisito
	Ganadero	No funciona	21/11	7:47	"	21/11	7:47	"		OBE
	Sau Jose	Cable quemado	21/11	12:50	SDAde	21/11	12:50	"	22/11/22	Calista
	Sau Jose	Distorsión	21/11	1:32	Mejora	21/11	1:32	"		
	Cardena	Rodamiento C308	21/11	2:00	Héctor	21/11	2:00	"		
	Naranjo	#1 Saldado	22/11	8:00	Fundora	22/11	8:00	"		
	Naranjo	#7 Taco Goma Corbuc	22/11	8:00	Fundora	22/11	8:00	"	22/11/22	Calista
	Guasaca	no funciona	22/11	10:50	Deportes	22/11	10:50	"		
	Corrección	elase Dispara el Brake	23/11	8:35	J. Gómez	23/11	8:35	"		
	Sau Jose	no funciona	23/11	11:40	"	23/11	11:40	"		