



**TITULO: CONCEPCIÓN DE UN SISTEMA DISTRIBUIDO DE
GERENCIA CAD PARA GESTIÓN DE PROYECTOS
DE REDES DE ABASTECIMIENTO**

Tesis para optar por el grado científico

Máster en CAD/CAM

Autor: Ing. Jorge I. Palacio García

Tutores: Dr. C. Jesús R. Hechavarría Hernandez
Dr. C. Carlos M. Mejías Navarro.

Holguín

2011

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a mi familia

A mis padres por la formación y principios que me inculcaron desde la cuna que me han permitido llegar hasta aquí.

A mis tutores por su amistad sincera y sabios consejos que me han ayudado tanto científica como profesionalmente.

DEDICATORIA

A mi querido padre que sin su ejemplo personal y profesional no me hubiera sido posible llegar hasta aquí.

A mi madre tan especial por su amor sin límites y apoyo incondicional.

A mi hijo que quiero tanto.

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda la gestión de proyecto para el diseño de redes de abasto de agua, enmarcándose en la Gerencia CAD para este tipo de proyecto en la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín RAUDAL, durante el período 2009-2011. El objetivo constituye la propuesta de un sistema distribuido de Gerencia CAD para el diseño de redes de abasto de agua como parte de la gestión de proyecto Hidráulicos.

Se realizó un perfil de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, cuyos resultados facilitaron el diagnóstico de su funcionamiento y principales deficiencias en el proceso de desarrollo de proyectos, brindando así las bases teórico - metodológicas para la concepción de una propuesta de sistema distribuido de Gerencia CAD que permita la integración de las diferentes etapas del proceso de diseño que conforma un proyecto, facilitando la estandarización de la documentación técnica haciendo cumplir con todas las normas vigentes, controlando de forma efectiva el flujo de trabajo que rige cada actividad de diseño y dándole una participación activa de manera concurrente a todos los integrantes del equipo de trabajo de proyecto, de acuerdo a su grado de responsabilidad.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO	7
1.1. GENERALIDADES DEL DISEÑO DE REDES DE ABASTO DE AGUA.	7
1.2. FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS.	8
1.3. PROCESO INVERSIONISTA.	12
1.4. FILOSOFÍA DEL PROCESO DE DISEÑO.	15
1.4.1. Trabajo Colaborativo en el proceso de diseño.	16
1.4.2. Fundamentos de la Ingeniería Concurrente.	17
1.4.3. Flujo de Trabajo	19
1.5. EMPRESA DE INVESTIGACIÓN Y PROYECTOS HIDRÁULICOS.	20
1.5.1. Caracterización de la EIPH Holguín.	20
1.5.2. Organización Empresarial de la EIPH.	21
1.6. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE REDES DE ABASTO.	23
1.6.1. Características de los sistemas de gestión de proyectos en la actualidad.	24
1.6.2. Sistemas CAD utilizados para la actividad de proyectos en la EIPH.	30
1.6.3. Diferencias del Flujo de Información en el Diseño de Redes de Abasto.	31
1.6.4. Gerencia de Proyectos de Diseño Asistido por Computadora (CAD).	33
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.	35
2. PROPUESTA PARA LA CONCEPCIÓN DEL SISTEMA DE GERENCIA CAD.	35
2.1. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD).	35
2.2. PROPUESTA DE ESTRUCTURA INFORMATIVA DE PROYECTOS.	36
2.2.1. Codificación de la Documentación Técnica.	39
2.2.2. Responsabilidades de los integrantes de un proyecto.	41
2.3. PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE LA GERENCIA CAD.	44
2.3.1. Gestión de Proyectos y Equipos de Trabajo.	45
2.3.2. Gestión de la Información de Proyectos.	49
2.3.3. Control del Flujo de Trabajo en la Gestión de la Información.	54
2.3.4. Gestión de Configuraciones.	55
2.4. TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS PARA EL DESARROLLO DE LA GERENCIA CAD.	55
2.4.1. Arquitectura Cliente / Servidor	56
2.4.2. Técnicas para el desarrollo de aplicaciones distribuidas.	57
2.4.3. Framework basado para el desarrollo de aplicaciones Web.	59
2.4.4. Herramientas para el trabajo con Flujo de Trabajo.	61

2.4.5.	Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD).....	63
2.4.6.	Metodologías para el Desarrollo de Sistemas Informáticos.	65
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....		68
3.	DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE GERENCIA CAD.....	69
3.1.	MODELOS DEL DOMINIO.....	69
3.1.1.	Requerimientos del Dominio.....	70
3.1.2.	Definición de los principales objetos del Modelo de Negocio.....	74
3.1.3.	Diagrama del Modelo del Dominio.....	75
3.2.	ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA	75
3.2.1.	Modelación de los Casos de Uso.....	75
3.2.2.	Análisis de Robustez.	77
3.3.	ARQUITECTURA TÉCNICA.....	78
3.3.1.	Requerimientos No Funcionales.....	78
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....		81
CONCLUSIONES		82
RECOMENDACIONES		83
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		84
ANEXOS.....		89

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad el hombre se ha visto en la constante necesidad de aprovechar y controlar todos los recursos a su disposición, siendo el agua, entre todos uno de los más importantes. El hecho de transportar un recurso tan vital para el desarrollo humano, involucra una cantidad considerable de personas, importantes recursos de la ingeniería y económicos, por lo que hacer el diseño correcto de un trabajo de este tipo es primordial, sobre todo teniendo en cuenta su trascendencia social.

Los avances logrados en el desarrollo agrícola e industrial y en la calidad de vida de la población, conllevan a una mayor demanda de agua, la cual exige una institución acorde a los retos que se imponen para satisfacer dicha demanda, por lo que los recursos hidráulicos se convierten en patrimonio común que deben ser empleados sabia y técnicamente en provecho de toda la sociedad.

Con el objetivo de impulsar y organización la actividad hidráulica en Cuba, se crea, el 10 de agosto de 1962, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). Este instituto es el encargado de la gestión de los recursos hidráulicos, así como de la atención a los servicios de acueducto y alcantarillado. Es el organismo encargado de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política del Estado y el Gobierno en cuanto a las actividades de los recursos hidráulicos del país, pues la estabilidad y la calidad de los servicios de abasto de agua, alcantarillado y tratamiento de residuales es una exigencia de primer orden. Por otra parte, los avances logrados en el desarrollo agrícola e industrial y en la calidad de vida de la población cubana, conllevan a una mayor demanda de agua.

A partir del año 2000 el INRH, se crean diferentes grupos empresariales entre los que se encuentra el Grupo Empresarial de Investigación, Proyectos e Ingeniería (GEIPI), este a su vez cuenta con varias empresas entre las que se encuentra la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín “RAUDAL”. La misma es una organización líder con tradición y prestigio en el desarrollo de proyectos en Cuba, con participación activa en las cinco provincias orientales.

Debido a la crítica situación de sequía que el país presenta, con mayor énfasis en las provincias orientales, y la necesidad eminente de realizar los proyectos de redes de abasto en

el menor tiempo posible, resulta necesario el desarrollo de herramientas eficientes dedicadas a la gestión de los proyectos de redes hidráulicas, que sean capaces de integrar las diferentes etapas que conforman los proyectos que se llevan a cabo, clasificando y centralizando la información de proyectos, controlando el flujo correcto de la información y contribuyendo a la estandarización de la información técnica, aumentando con todo esto la calidad de la documentación de proyecto resultantes.

Hasta estos momentos, la actividad de proyectos de redes de distribución de agua en el sector empresarial no está concebida según un enfoque sistémico. (Hechavarria, 2007) (Hechavarría Hernández, 2003) En las diferentes etapas del proceso se emplea la automatización de manera independiente, lo que dificulta el intercambio, la actualización de la información y el control del desempeño de los especialistas. Las modificaciones en diferentes etapas de la concepción del diseño retrasan considerablemente su conclusión.

De modo que el **problema científico** lo constituye: ¿Cómo perfeccionar la Gestión de Proyectos de Abasto de Agua en la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín “RAUDAL”?

Por otra parte, surge la **necesidad** en la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, de dar respuesta a la elevada demanda de proyectos de redes de distribución de agua y al creciente compromiso del incremento de la eficiencia energética.

Constituye **objeto de investigación** de la presente tesis: “La Gestión de Proyecto de Abasto de Agua”, tomando como **campo de acción**: “Los sistemas distribuidos de Gerencia CAD para proyectos de Redes de Abasto”.

Como **marco referencial** de nuestra investigación podemos establecer “La Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín RAUDAL”, estableciendo como **marco temporal** el período 2009-2011.

Para solucionar el problema se persigue el siguiente **objetivo de la investigación**: Propuesta de un sistema informático que permita implementar la Gerencia CAD en la proyección de Redes de Abasto de Agua.

Para la presente investigación se plantea como **Hipótesis**: La concepción de un Sistema Informático Distribuida para la Gerencia CAD, permitirá mejorar, si se implementa, la Gestión de Proyectos de Redes de Abasto de Agua en la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín “RAUDAL”.

Para cumplir el objetivo de la investigación se realizaron las **tareas de investigación** siguientes:

1. Diagnosticar la situación existente en la gestión de información de la Gerencia CAD para los proyectos de redes hidráulicas de abasto.
2. Revisión de las normas técnicas, procedimientos y regulaciones acerca del Proceso Inversionista en las empresas pertenecientes al GEIPI.
3. Revisión de las normas de Control de la Calidad referida a la confección de documentación técnica de proyectos de redes hidráulicas.
4. Realización de entrevistas en la EIPH Holguín para conocer la estructura técnica productiva en los diferentes proyectos.
5. Realización de entrevistas en la EIPH Holguín para conocer el flujo de trabajo que se lleva a cabo dentro de las diferentes etapas involucradas en un proyecto.
6. Estudio de las metodologías actuales de ingeniería de Software para el desarrollo de la aplicación distribuida.
7. Estudio de las tecnologías informáticas para el desarrollo de aplicaciones distribuidas basadas en software libre.
8. Selección de la plataforma de desarrollo de aplicaciones sobre software.
9. Diseño de los diferentes módulos que conformarán la aplicación de la Gerencia CAD.

Para cumplimentar estas tareas se han empleado métodos de investigación científica, teóricos y empíricos.

MÉTODOS TEÓRICOS:

- ✓ **Método histórico – lógico.**
- ✓ **Hipotético – Deductivo.**
- ✓ **Método de análisis y síntesis.**
- ✓ **Modelo de Observación.**

MÉTODOS EMPÍRICOS:

- ✓ **Entrevista:** Posibilitó obtener información mediante opiniones y criterios de expertos, facilitando la recopilación de elementos para el análisis del problema. Se tuvieron en cuenta las sugerencias y criterios de expertos para la correcta concepción del sistema informático.
- ✓ **Revisión de documentos:** Fue utilizado para la recopilación de la información teórica sobre la cual se sustenta la concepción del sistema propuesto, permitiendo conocer y entender los requerimientos funcionales del mismo.
- ✓ **Criterio de Expertos:** Se aplicó consultando a personas con cierta pericia en la gestión de proyectos dentro de la empresa, buscando maneras más óptimas de abordar el problema, objeto de investigación.

Este trabajo está dividido en tres capítulos. Los aspectos más relevantes abordados en cada uno de ellos se exponen brevemente a continuación:

Capítulo 1. Fundamentos de la gestión de proyectos de Redes de Abastecimiento. Se exponen los fundamentos de la Gestión de Proyectos, las exigencias establecidas por el Proceso Inversionista, la estructura organizativa y funcional de la EIPH Holguín así como las deficiencias detectadas en el proceso de administración y producción de los proyectos de redes de abastecimiento. Por último, se argumenta la necesidad de perfeccionar el proceso de diseño de este tipo de redes.

Capítulo 2. Propuesta para la Concepción del Sistema de Gerencia CAD. En este capítulo se exponen los aspectos fundamentales que permiten concebir la Gerencia CAD a partir del Despliegue de la Función Calidad, donde se tienen en cuenta los requerimientos establecidos

por la EIPH Holguín así como el estudio del mercado a nivel nacional e internacional. También se define la estructura funcional del sistema informático y basado en ello se proponen las tecnologías y herramientas más eficientes para su desarrollo.

Capítulo 3. Descripción del Módulo de Gerencia CAD. En este capítulo se lleva a cabo el análisis y diseño del sistema informático, partiendo de una metodología de desarrollo de software previamente seleccionada. Tomando como base la captura y descripción de los requerimientos funcionales, se procede a la generación de una serie de diagramas que facilitarán la representación gráfica de todo el flujo de trabajo del sistema, la secuencia de procesos y acciones por cada uno de los requisitos definidos. Todo esto facilita el diseño de la base de datos, la concepción de las interfaces de usuario necesarias y desemboca en la generación de toda la jerarquía de clases que permitirán al sistema informático realizar la labor para la que fue concebido.

1. FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO

1. FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE REDES DE ABASTECIMIENTO

Toda actividad humana parte de una necesidad objetiva a resolver, la cual surge una idea a resolver debido a un problema, de modo que se concibe un proyecto como respuesta a esta necesidad concreta, con vista a desarrollar las posibles soluciones. La razón de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, indicadores de calidad establecidos y un lapso de tiempo previamente definido. El proyecto finaliza cuando se obtiene el resultado deseado, desaparece la necesidad inicial, o se agotan los recursos disponibles. (Lock, 2007)

Un proyecto conlleva, la planificación de un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas, coordinadas y deben cumplimentarse en un orden secuencial, involucrando a diferentes personas en su realización, algunas de las cuales trabajarán para organizar el desempeño del proyecto y otro grupo participará, en otras etapas del proyecto. (De Furia, 2009)

En éste ámbito, dentro de la empresa se hace cada vez más necesaria la coordinación, (interna o externa), de equipos de trabajo para gestionar el cambio continuo y buscar el desempeño óptimo aprovechando cada “neurona” de la empresa, para hacer de ella una “organización inteligente”. (Zabala Diez, y otros, 2008)

1.1. Generalidades del diseño de Redes de Abasto de Agua.

Una red de abasto de agua, está conformado por un conjunto de elementos que viabilizan la transportación del agua desde los puntos de suministro hasta los puntos de consumo. Está constituido por tuberías y otros elementos como son: válvulas, elementos de unión, elementos de medición, entre otros, que deben ser dimensionados adecuadamente para suministrar los caudales demandados, por lo cual será necesario mantener en la red presiones adecuadas. El resto de los componentes del sistema (depósitos, estaciones de bombeo, condiciones del terreno, entre otras) condicionarán su diseño y trazado, por lo que por lo general no se puede tratar la red como un elemento aislado. (Ravinovich, 1986) (Pérez, 1986) (Aguirre, 1996).

El propósito de la actividad de diseño de redes de abasto de agua es la concepción, cálculo y dimensionamiento de las obras que sean necesarias según los objetivos fundamentales de la tarea de ingeniería. El diseño ha de basarse tanto en los requerimientos técnicos como económicos, teniendo en cuenta que la solución que se logre en un plazo determinado de entrega no requiera una inversión excesiva, y por otro lado, el abaratamiento de las obras no deba hacerse a cambio de soluciones técnicas pobres. El balance correcto, entre estas restricciones, se logra llevando a cabo una correcta gestión del proyecto.

1.2. Fundamentos de la Gestión de Proyectos.

El cambio tan vertiginoso de la tecnología y las condiciones del mercado en la actualidad han provocado el replanteamiento de las formas de organización de los proyectos. Las estructuras tradicionales deben ser reemplazadas por la gestión de proyectos, como nueva estructura organizativa que garantice la orgánica y rápida respuesta a situaciones de desarrollo de proyectos. (Kerzner, 2009)

Actualmente existen tres términos que se manejan indistintamente en la mayor parte de la literatura relativa al desempeño organizacional, ellos son: administración, dirección y gestión. Las definiciones de **gestión** ofrecidas por diferentes autores, resaltan sus principales características: el proceso dinámico, interactivo, eficiente y eficaz, consistente en planear, organizar, regular y controlar; la existencia de un órgano de dirección que cuenta con personas, recursos y autoridad; el establecimiento y logro de los fines de la organización; la existencia de un marco legal y normativo acorde al establecido por la sociedad, la naturaleza humana y la técnica.

Un **proyecto** es un esfuerzo temporal, único y progresivo, emprendido para crear un producto o un servicio también único.

Las características o atributos comunes a la mayoría de los proyectos son:

- Objetivo (poner los pies en la tierra; la naturaleza del proyecto debe ser real, sustentable y medible).
- Calendario de Actividades (debe tener un programa de actividades o plan de trabajo).
- Complejo (no es nada sencillo y está compuesto por múltiples elementos).

- Demanda recursos (Requiere habilidades, conocimientos, capital y esfuerzo humano de diversas áreas de una organización o comunidad).
- Estructura organizacional (tiene roles y responsabilidades, ej. gerente de proyecto, líder de proyecto, sponsor, clientes, etc.).

Sistema de Control e Información (por lo menos un sistema manual o automatizado de registrar la documentación e información relacionada al proyecto).

La **gestión de proyectos** es la disciplina de organizar y administrar recursos de manera tal que se pueda culminar todo el trabajo requerido en el proyecto dentro del alcance, el tiempo, y coste definidos. Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto.

Como parte de la dirección de un proyecto se hace necesario gestionar adecuadamente los recursos materiales disponibles, los recursos humanos que participan en el proceso, los riesgos que puedan producirse, el tiempo de que disponemos, realizarlo de forma efectiva, entendiendo por efectividad el lograr lo mejor posible, en el tiempo previsto o necesario para ello y con los menores gastos y las menores pérdidas posibles, logrando un equilibrio entre tres factores que aparecen en el proceso y que son: la calidad, el tiempo y los recursos. (Méndez González, 2008)

Como cualquier empresa humana, los proyectos necesitan ser ejecutados y entregados bajo ciertas restricciones. Tradicionalmente, estas restricciones han sido alcance, tiempo y costo. Esto también se conoce como el Triángulo de la Gestión de Proyectos, donde cada lado representa una restricción. Un lado del triángulo no puede ser modificado sin impactar a los demás.



Figura 1.1. Triángulo de la Gestión de Proyectos (Kerzner, 2009).

Estas tres restricciones son frecuentemente competidoras entre ellas: incrementar el alcance típicamente aumenta el tiempo y el costo, una restricción fuerte de tiempo puede significar un incremento en costos y una reducción en los alcances, y un presupuesto limitado puede traducirse en un incremento en tiempo y una reducción de los alcances.

La disciplina de la gestión de proyectos consiste en proporcionar las herramientas y técnicas que permiten al equipo de proyecto (no solamente al gerente del proyecto) organizar su trabajo para cumplir con todas esas restricciones.

La aceptación de la Gestión de Proyectos no ha sido tarea fácil, por supuesto. Muchos ejecutivos no son propensos al cambio de mentalidad y se resisten cuando se les convida a enfrentarse a nuevos enfoques que exigen apartarse de la forma de organización de negocios tradicionales, el cual es básicamente vertical y que hace énfasis en una relación muy estrecha superior – subordinado. (Lock, 2007)

El PMI (Project Management Institute, 2003) es una organización internacional sin fines de lucro que asocia a profesionales para la gestión de proyectos y se encarga de definir estándares en esta disciplina a nivel internacional. El PMBOOK (Project Management Body of Knowledge), reconoce 5 grupos de procesos básicos comunes a casi todos los proyectos:

1. Inicialización de Proyecto.

- ✓ Selección del mejor proyecto tomando en cuenta los límites de recursos.

- ✓ Reconocimiento de los beneficios de un proyecto.
- ✓ Preparación de los documentos para la aprobación del proyecto.
- ✓ Selección y Evaluación del Gestor de Proyecto.

2. Planificación de Proyecto.

- ✓ Definición de los requerimientos del trabajo.
- ✓ Definición de la Calidad y cantidad de trabajo necesario.
- ✓ Definición de los recursos necesarios para llevarlo a cabo.
- ✓ Organizar, planificar y programar las actividades.
- ✓ Evaluación de los riesgos que pueden influir en la no terminación del proyecto.

3. Ejecución de Proyecto.

- ✓ Escoger a los miembros del equipo.
- ✓ Dirigir y controlar el trabajo.
- ✓ Trabajar con los miembros del equipo con vista a mejorar su desempeño.

4. Monitoreo y Control de Proyecto.

- ✓ Seguimiento del progreso del proyecto.
- ✓ Comparar las salidas actuales con las salidas previstas hasta la fecha.
- ✓ Analizar variantes de diseño e impactos de su implementación.
- ✓ Realizar ajustes.

5. Terminación del proyecto.

- ✓ Verificar que todo el trabajo haya sido realizado con la calidad esperada.
- ✓ Cierre transaccional del contrato del proyecto.
- ✓ Cierre financiero del cobro de cobros pendientes.
- ✓ Cierre administrativo.

Entre los beneficios potenciales de la Gestión de Proyectos están: (Kerzner, 2009)

1. Identificación de responsabilidades funcionales que asegura que todas las actividades sean realizadas, independientes del personal productivo.

2. Minimiza la necesidad de continuos reportes y reuniones.
3. Identificación de los límites de tiempo según programación.
4. Identificación de metodología para el análisis de cambios.
5. Medición de cumplimiento contra planes.

Dado su objeto social, la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos enmarca sus servicios en la rama constructiva, en la cual se emplea, con más fuerza el termino de Dirección Integral de Proyectos (DIP), para definir las técnicas de dirección desde un enfoque sistémico que dirigen y coordinan además de los recursos materiales y financieros, también los Recursos Humanos y el grado de participación y responsabilidad que tendrán en el proyecto. (Grabowski, 2002)

El proceso de Gestión o Dirección Integral de Proyecto (DIP), aplicado al Inversionista de una obra Constructiva, se presenta a continuación bajo la denominación de Proceso Inversionista.

1.3. Proceso Inversionista.

La dirección Nacional del Grupo Empresarial de Investigaciones y Proyectos de Ingeniería (GEIPI), mediante la resolución 91 del año 2006 del Ministerio de Economía y Planificación expone una serie de indicaciones que consideran necesarias para el mejor desenvolvimiento y eficacia del Proceso Inversionista, incluida la Evaluación y la Aprobación de los proyectos de Inversión y las tareas asociadas a la misma hasta su total cumplimiento.

El proceso Inversionista es un sistema dinámico que integra las actividades y/o servicios que realizan los diferentes sujetos que participan en el mismo. Tiene como finalidad, garantizar la integralidad de la gestión de proyectos enfocada al inversionista, a través de la preparación, planificación, contratación, ejecución y control de las inversiones como un SISTEMA (Heredia, 2003), desde su concepción hasta la asimilación y puesta en marcha de la inversión. También establece las funciones de los diferentes sujetos del proceso, asegura la necesaria flexibilidad en el proceso con un enfoque sistémico, contribuyen a la racionalidad y eficiencia del proceso, especialmente en la reducción de los plazos de ejecución.

Para lograr esto se debe emplear la preparación de las inversiones sobre bases técnicas y económicas profundas, la Dirección Integrada de Proyectos, DIP, y la ampliación del análisis de post-inversión, al poder comprobar en qué medida se cumplen los beneficios previstos y aprobados en el Estudio de Factibilidad y en la retroalimentación de futuros proyectos. (Ministerio de Economía y Planificación, 2006)

Entes participantes en el proceso.

Durante todo el transcurso del proceso inversionista intervienen diferentes actores con responsabilidades bien definidas y participan de una u otra forma en las fases que integran el proceso. Estas son definidas en la resolución 91-2006 (Martínez, y otros, 2006) como las siguientes:

- ✓ Inversionista: Persona jurídica designada para dirigir el proceso inversionista, respondiendo por los resultados y la eficiencia de dicha inversión.
- ✓ Proyectista: Persona o entidad jurídica calificada y autorizada para prestar servicios de arquitectura, ingeniería y otros diseños, mediante relación laboral o contractual con el inversionista. Debe estar inscrita en el Registro Nacional de Constructores, Proyectistas y Consultores de la República de Cuba.
- ✓ Suministrador: Entidad responsable de entregar los equipos, materiales u otros suministros y servicios que no sean asegurados directamente por otros sujetos al inversionista directo para la ejecución, pruebas y puesta en explotación.
- ✓ Constructor: Entidad responsable de realizar los trabajos de construcción y/o montaje de la inversión que se contraten, para lo cual deberá estar inscrito en el Registro Nacional de Constructores, Proyectistas y Consultores de la República de Cuba.

El Proyectista, es en este caso, la Empresa de Proyectos (EIPH), e encargará de elaborar las soluciones técnicas correspondientes a la inversión, respondiendo a las expectativas del Inversionista y auxiliándose de las diferentes etapas que componen un proyecto.

Etapas del Proceso Inversionista.

El proceso inversionista se materializa por etapas con distintas finalidades y al término de cada una se establecen lineamientos para la fase posterior. El desarrollo de cada etapa responde a las características y requerimientos de la inversión y puede realizarse en serie o simultaneando tareas, de forma tal que sin comprometer la necesaria secuencia del proceso, posibilite mayor agilidad, cumpliendo a la vez con los requisitos de evaluación y aprobaciones establecidos en la legislación vigente y en estas indicaciones en particular. Estas etapas pueden fusionarse, dando lugar a un proyecto de un grado o también denominado técnico-ejecutivo. (Comité Estatal de la Construcción, 1977)

➤ Ideas Conceptuales.

En esta etapa se realiza el desarrollo del planeamiento, la zonificación, funcionalidad tecnológica y el análisis de los requerimientos técnicos del problema a resolver. Esto permite la evaluación técnica preliminar de las soluciones fundamentales de la inversión y constituye un primer nivel de aproximación a la solución y a la precisión del presupuesto. A este nivel se analizan diferentes variantes que se estiman competitivas y se realiza la fundamentación de cada una de ellas desde el punto de vista técnico y económico, para así elegir la solución más viable a ser llevada a etapas posteriores.

➤ Anteproyecto o Ingeniería Básica.

Se persigue como objetivo en esta etapa la definición y aprobación de las características y soluciones técnicas, tecnológicas, estéticas y económicas principales de la inversión, adoptándose las soluciones concretas en cada especialidad y cumpliendo con:

- Definiciones y soluciones de la etapa de Ideas Conceptuales.
- Consideraciones resultantes de la aprobación de las Ideas Conceptuales y demás precisiones del Inversionista.

En esta etapa, además de cumplir con los puntos reglamentados para la documentación escrita de las Ideas Conceptuales, se profundizará en el nivel de detalles por objetos de obras y se deberá contar con Certificado de Micro-localización aprobado, los requerimientos

medioambientales, la compatibilización con la defensa y la autorización de fuente de abasto, según la solución seleccionada en la fase anterior.

➤ *Proyecto Ejecutivo o Ingeniería de Detalle.*

En esta etapa se determinan las especificaciones finales de todos los materiales, elementos, equipamiento, sistemas constructivos y de montaje, así como otros aspectos, que fueron acordados con el Inversionista en la etapa de documentación anterior. Constituye la etapa de proyección con la que se ejecuta la inversión y la documentación se suministra al inversionista en forma íntegra o por etapa según acuerdo. Se realizará para completar el proyecto de Ingeniería Básica. También se elaboran las recomendaciones y especificaciones para la construcción, así como las modificaciones presupuestarias que se requieran. Además, se establecen los parámetros para el control de la calidad y se precisarán las normas para la explotación y mantenimiento.

La documentación que se exige en cada una de las etapas está formada por la memoria descriptiva y la documentación gráfica, es decir, al culminar cada una se hace entrega de la información requerida. En la primera etapa se tiene en cuenta información relacionada con topografía, geología y demanda lo cual permite realizar el estudio de la hidrología, así como planificar el desempeño de los proyectistas durante el proceso de diseño. Cada una de las actividades que se derivan de estas especialidades, influye de manera significativa en la documentación que debe entregarse en las etapas principales del proyecto.

1.4. Filosofía del Proceso de diseño.

El servicio de diseño que brinda la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín (EIPH), constituye un proceso integral que conlleva el esfuerzo combinado de especialistas de diferentes campos. Por la complejidad, la gestión de los proyectos que acomete debe hacerse bajo un enfoque sistémico, incorporando el uso de filosofías de trabajo renovadoras que fomenten el trabajo en grupo, la colaboración haciendo uso óptimo de los recursos tanto humanos como materiales del que dispone la empresa para desempeña su labor productiva.

1.4.1. Trabajo Colaborativo en el proceso de diseño.

En el marco de la organización empresarial, el trabajo en grupo con soporte tecnológico se presenta como un conjunto de estrategias tendientes a maximizar los resultados y minimizar la pérdida de tiempo e información en beneficio de los objetivos organizacionales.

El trabajo colaborativo se define como procesos intencionales de un grupo de trabajo para alcanzar objetivos específicos, más herramientas diseñadas para dar soporte y facilitar el trabajo y su seguimiento. Trabajo colaborativo o groupware son palabras para designar el entorno en el cual todos los participantes del proyecto trabajan, colaboran y se ayudan para la realización del proyecto.

1.4.1.1. Filosofía de Equipos de Trabajo.

Los Equipos de Trabajo ofrecen tal variedad de soluciones de problemas y toma de decisiones en el manejo de procesos y proyectos que se han convertido en la herramienta imprescindible en empresas productivas.

La organización estructural del equipo, la organización de los procesos y distribución de actividades durante el período de un proyecto, es un elemento esencial para el éxito del equipo, pues el limitado período de realización de los proyectos obliga a una total exactitud en el cumplimiento de las distintas tareas que se reparten entre sus miembros.

Director de Equipo de Trabajo

La dirección del equipo de trabajo debe llevarse a cabo por una persona lo suficientemente competente tanto en lo profesional como en sus capacidades de dirección, representada en nuestro caso por el Proyectista General. La persona designada en junta técnica conjuntamente con el cliente inversionista, requiere cumplir una serie de exigencias y condiciones, entre las que destacan:

- Capacidad para coordinar y organizar las actividades de los miembros del equipo, las relaciones transversales con otros departamentos implicados, así como también a las tareas delegadas por el equipo en los departamentos técnicos afectados.

- Acceso a los datos del proyecto necesarios, de la forma más rápida y fiable.
- Capacidad para "organizar" y "moderar" reuniones del Equipo.

Coordinador

Para el correcto funcionamiento del equipo de trabajo es imprescindible un actor con una visión abarcadora del proyecto, que permita coordinar la selección de objetos de trabajo y análisis, las actividades de los equipos, fomenta el uso de técnicas, normas y métodos que faciliten el trabajo y controle el desarrollo de los procesos que implica el desarrollo del proyecto. Este especialista debe formar parte del equipo de trabajo y laborar muy estrechamente con el Proyectista General, pudiendo atender a varios equipos de trabajo.

Integrantes del Equipo de Trabajo

Se elegirán según el campo de tareas afectado por el proyecto, con más o menos el mismo grado de competencia. Este Equipo de Trabajo debe tener carácter inter-disciplinar e interdepartamental para facilitar el flujo de información.

En el ámbito de filosofía colaborativa y concurrente de datos y soluciones ingenieriles, en la que se quiere enfocar el desarrollo de proyectos de diseño, se hace cada vez más necesaria la interrelación de equipos de trabajo multidisciplinarios para gestionar el cambio continuo y buscar el desempeño óptimo aprovechando cada “neurona” de la empresa, para hacer de ella una “organización funcional e inteligente” (Zabala Diez, y otros, 2008).

1.4.2. Fundamentos de la Ingeniería Concurrente.

En la actualidad las empresas operan en un entorno altamente competitivo, en el que es primordial reducir los tiempos de desarrollo y los costos de su ejecución y puesta en marcha, siendo necesario el cambio de la filosofía de trabajo de las empresas de proyectos actuales.

La ingeniería concurrente, también llamada por muchos autores ingeniería simultánea o más recientemente Ingeniería Corporativa, es una filosofía de trabajo basada en sistemas de información y fundamentada en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de la

información que se genera durante todo el ciclo de vida de un producto. Es una forma muy evolucionada de tratar la información disponible.

Esta filosofía de trabajo involucra, dentro de una empresa, a todas las personas y entes que participan de cualquier manera en el ciclo de vida de un proyecto y en la responsabilidad del diseño del producto o servicio.

La Ingeniería Concurrente puede ponerse en práctica mediante la creación de Equipos de Trabajo. Uno de los elementos básicos que facilita la implantación de la Ingeniería Concurrente es la incorporación de las tecnologías CAD/CAM/CAE, cuya necesidad se justifica en la existencia de una gran cantidad de información, que debe circular entre los miembros del equipo de trabajo, que necesariamente no deben estar físicamente próximos entre sí. (Casado Pérez, 2009)

Para conseguir una implantación con éxito y conseguir un entorno de Ingeniería Concurrente competitivo, existen cinco ámbitos a abordar y mejorar:

1. La modelización de los procesos: técnica que ayuda a analizar y a mostrar como la información fluye y se transforma a lo largo de un conjunto de actividades relacionadas con el proceso de diseño (Flujograma de Diseño).
2. La arquitectura de los sistemas de información: es necesario que el compartir datos libremente entre aplicaciones, usuarios y organizaciones sea una realidad, donde las distintas aplicaciones actúen de forma integrada y cooperativa.
3. La creación de equipos de trabajo multidisciplinares, con unos objetivos claros y una comunicación efectiva entre sus miembros es crucial: estos grupos se pueden organizar con los miembros del equipo trabajando en proximidad, preferiblemente en una oficina de espacios abiertos. También es posible, mediante la utilización de herramientas informáticas (Aplicación Distribuida), organizar equipos de trabajo cuyos componentes no estén próximos físicamente.
4. La utilización de metodologías formales de diseño: entre las distintas teorías o metodologías para el trabajo en equipo o para la mejora del diseño existen algunas que

son bastante importantes en la Ingeniería Concurrente, como por ejemplo: el Despliegue de la Función de Calidad (QFD).

5. La utilización de herramientas asistidas por el ordenador (CAD): el desarrollo o adquisición de programas para ingeniería, diseño y la gestión de sus procesos.

La Ingeniería Concurrente supone la integración de todos los medios de la empresa necesarios para el desarrollo del producto o servicio, incluyendo el personal, las herramientas, los recursos y la información. En definitiva, la ingeniería concurrente (CE) es una solución con “un enfoque sistemático para el diseño paralelo e integrado de productos o servicios y los procesos relacionados, con la intención de que los desarrolladores consideren, desde el inicio del proyecto, todos los elementos del ciclo de vida del producto o servicio de diseño, desde su concepción hasta su entrega, incluyendo calidad, costo, planeación y requerimientos del usuario”. (Albin, y otros, 1994), (Hechavarría Hernández, 2009).

1.4.3. Flujo de Trabajo

Una parte esencial de la Gerencia CAD en el desarrollo de un proyecto lo constituye el flujo de trabajo, y una de las formas de aplicarlo directamente sobre los procesos de diseño en una empresa de proyectos es siguiendo la filosofía de Ingeniería Concurrente o simultánea, como una de las vías fundamentales para influir en el buen desempeño de la Gestión o Gerencia de Proyectos basados en CAD.

Un flujo de trabajo se define en (Hollingsworth, 1995) como la automatización total o parcial de un proceso de negocio o, lo que es equivalente, la representación del mismo en un formato entendible por una máquina. En un flujo de trabajo, la información, tareas y documentos pasan de un participante a otro, para que se realicen una serie de acciones de acuerdo con un conjunto de reglas procedimentales; los participantes pueden ser personas o máquinas.

El flujo de trabajo (WorkFlow en inglés) es el estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información que soporta las tareas y cómo se hace el seguimiento del cumplimiento de las tareas.

Una aplicación de flujos de trabajo automatiza la secuencia de acciones, actividades o tareas utilizadas para la ejecución del proceso, incluyendo el seguimiento del estado de cada una de las etapas y la aportación de las herramientas necesarias para gestionar y proporcionar un seguimiento eficiente.

Una de las características esenciales para el éxito de una herramienta de Gerencia CAD es permitir el trabajo colaborativo, con vista a acercar tanto personas, como procesos e incluso máquinas (a través de una red corporativa). Unido con la filosofía de trabajo en equipo que proporcione el trabajo concurrente facilitará la integración de los procesos relacionados con el CAD en el proyecto. El propósito de los sistemas de flujo de trabajo o BPMS¹, en definitiva, es acercar personas, procesos y máquinas, con el objeto de reducir tiempo y acelerar la realización de un trabajo, punto clave para el éxito de la Gerencia CAD.

1.5. Empresa de Investigación y Proyectos Hidráulicos.

La Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín “RAUDAL”, constituye una organización que pertenece al Grupo Empresarial de Investigación, Proyecto e Ingeniería (GEPI) del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

1.5.1. Caracterización de la EIPH Holguín.

Las Empresas de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, están caracterizadas por la ejecución de Investigaciones Aplicadas, Proyectos, Servicios Técnicos y Asesorías destinados a la construcción y explotación de las obras hidráulicas que se construyen en el territorio oriental, así como también, satisfacer el abastecimiento de agua, el drenaje y el tratamiento de residuales de la población, la industria, el turismo y la agricultura.

Por la alta responsabilidad que tiene la entidad “RAUDAL”, la administración se propone una constante mejora del desempeño, introduciendo avances en el desarrollo de la misma, con el objetivo de mantenerse en la competencia del mercado.

Las principales funciones de la EIPH de Holguín son:

¹ Sistema de Administración de Procesos de Negocios (Business Process Managements Systems).

- ✓ Brindar servicios de investigaciones ingenieras aplicadas y de elaboración de las diferentes etapas de proyectos de sistemas hidráulicos, plantas, instalaciones y objetivos hidráulicos de todo tipo, incluyendo obras hidroenergéticas y obras ingeniería asociadas a los sistemas hidráulicos, al sistema del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos en pesos cubanos y a otras entidades en pesos cubanos y pesos convertibles al costo. (Borjas, 2009)
- ✓ Prestar servicios de dirección y administración de proyectos y obras de inversión en todo su alcance en pesos cubanos.
- ✓ Producir y comercializar de forma mayorista software aplicados en la actividad de investigaciones ingenieras aplicadas y proyectos en pesos cubanos.
- ✓ Realizar estudios sobre el uso eficiente del agua y brindar servicios de diseño sobre el mantenimiento, reparación y/o reposición de hidráulica interior que se requieran en cualquier objetivo económico y/o social; de asesoría y consultoría en las actividades de investigaciones aplicadas y proyectos hidráulicos, así como estudios técnico-económicos, medio ambientales y de línea de base; de perforación rotaria aplicada a la construcción de pozos de pequeños diámetros.

La EIPH tiene como visión ser organización líder en las actividades de Ingeniería, Diseño y Consultoría de la rama hidráulica en la región oriental, para lo cual cuenta con especialistas calificados y una política de capacitación constante del personal técnico, brindando un servicio moderno y altamente eficiente al Cliente, con un Sistema de Calidad Certificado.

1.5.2. Organización Empresarial de la EIPH.

La Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín está compuesta por cuatro Unidades Empresariales de Base, que se pueden definir como sub-empresas dentro de ella misma y estas a su vez cuentan con departamentos. Todas realizan trabajos independientes, pero existe una fuerte interdependencia de información en algunas de ellas, relacionadas con las diferentes labores de proyecto en las que pueden estar involucradas en un momento determinado.

UEB Traslase

Es la Unidad Básica encargada de realizar todos los trabajos de proyección y puesta en marcha de las obras relacionadas con el Traslase Este-Oeste de Holguín. En su estructura organizativa interna se pueden distinguir diferentes departamentos enfocados a tareas de diseño muy específicas:

- Presa: Encargada de los diseños de obras de presas y derivadoras, abarcando todos los trabajos en las diferentes etapas de la documentación de proyectos.
- Túneles: Encargada de las obras de proyección para túneles.
- Canales: Encargada de los diseños de obras de canales, puente canales abarcando todos los trabajos en las diferentes etapas de la documentación de proyectos.
- Estación de Bombeo: Encargada del diseño de obras donde se necesiten estaciones de bombeo, abarcando todos los trabajos en las diferentes etapas de la documentación de proyectos.
- Afectaciones: Encargada de la representación, estudio y cálculo de afectaciones a zonas debido a la construcción de las obras.
- Hidrología: Encargada de los cálculos de informaciones hidrológicas según tarea técnica.
- Calidad: Encargadas en la elaboración de la realización de las solicitudes, convenios, las ofertas y contratos, actas, así como la revisión de los expedientes de proyecto.

UEB de Topografía

La UEB de Topografía establece los lineamientos generales para la realización de todos los estudios topográficos destinados a la elaboración de los Diseños Hidráulicos en general, así como a trabajos de Geodesia Ingeniera y la preparación de la documentación acorde al Sistema de Gestión de la Calidad de la Empresa.

UEB Investigaciones Geológicas

La elabora, ejecuta y revisa las investigaciones hidrogeológicas en las cuales se categorizan los recursos disponibles de las aguas subterráneas según las etapas de estudios, métodos de cálculos a utilizar, realiza los levantamientos geológicos e hidrogeológicos; confección de planos y perfiles geológicos e hidrogeológicos.

UEB Acueducto/Alcantarillado

Es la encargada del diseño de los acueductos y alcantarillado abarcando todos los trabajos en las diferentes etapas de la documentación de proyectos.

Para que el trabajo dentro de la empresa y las diferentes UEB que lo conforman tribute al desarrollo eficiente del proyecto en el que estén involucradas, y satisfaga las exigencias del cliente dentro del proceso inversionista, es necesario llevar a cabo un flujo de trabajo coherente que permite hacer un seguimiento en tiempo real del estado y facilita la toma de decisiones para evitar retrasos en la planificación y entrega en los plazos pactados.

1.6. Administración de proyectos de redes de Abasto.

La administración de Proyectos de Redes de Abasto de Agua es una tarea compleja pues engloba los procesos de geología, topografía, definición espacial de la red, planificación del abasto, análisis hidráulico y generación de documentación técnica.

En el contexto profesional de la Ingeniería el término CAD está indisolublemente relacionado con herramientas informáticas o software dirigido a facilitar los procesos de diseño con Computadoras, que además “aportan” sus capacidades para modelar, representar y presentar gráficamente las ideas.

Considerando que “CAD es mucho más que delinear, editar y plotear dibujos y que hay todo un conjunto de procesos que acompañan la elaboración de un dibujo” (Grabowski, 2001), surge la necesidad de dirigir, gestionar y administrar convenientemente el uso de las herramientas CAD y los procesos que traen aparejados y surge entonces la Gerencia CAD o CAD Management (CAD-M). El objetivo de la Gerencia CAD es precisamente, descubrir, enunciar y formalizar las reglas que pueden aparecer durante el uso de las herramientas CAD y los procesos que la acompañan.

Dada el uso extensivo que hace la EIPH de las tecnologías CAD en apoyo al desarrollo de proyectos, surge la necesidad de mejorar la eficiencia del proceso, optimizando dentro de lo posible los plazos de entrega al cliente y la calidad del resultado a través del control de las etapas.

Con este fin, la empresa se ha dado a la tarea de establecer un procedimiento de administración o “gestión” del proceso de diseño que se genera en cada una de las UEB durante el desarrollo de un proyecto, tratando de establecer directivas única para el manejo de la documentación técnica de los servicios que brinda las UEB de producción; organizar mediante técnicas informáticas la documentación de los proyecto y lograr compatibilizarlas en cuanto a estilo y formas de trabajo.

Todos estos esfuerzos pretenden incrementar la calidad y el control de las actividades, además, darles características propias a la documentación que se entrega al cliente como producto final.

1.6.1. Características de los sistemas de gestión de proyectos en la actualidad.

Un buen proyecto necesita de una buena gestión para que se lleve a cabo con eficiencia. Para que la gestión sea más sencilla existen una serie de aplicaciones que ayudan a llevar a cabo la labor.

En la bibliografía consultada, cuando se refiere a Software de Gestión de Proyectos, muchas veces se entiende que son los encargados de administrar y planificar tareas, asignar recursos humanos a cada una de ellas, organizar el tiempo, establecer dependencias entre dichas tareas y generar informes. Ejemplo de este tipo de aplicación se pueden enunciar: *Microsoft Project*, *dotProject*, *Open Workbench*, *Collabtive*, entre otras.

Aunque la Gestión de Proyectos CAD contiene una gestión documental no se puede enmarcar la solución solamente en un gestor de contenido documental semejante a los que existen actualmente en el mercado: *Liferay*, *Joomla*, *DotNuke*, *Drupal*, entre otros.

La Gestión de Proyectos Ingenieriles se ve más bien como la Gestión de Datos de Ingeniería (EDM²) o dicho de forma más abarcadora, la Gestión de Gestión de Datos del Producto (PDM). Esta visión mejora la Gestión del Proceso de Ingeniería dentro de un proyecto, a través de un mejor control de los datos de ingeniería que generan los diseñadores, las actividades de ingeniería planificadas para cada recurso humano asociado al proyecto y los cambios de ingeniería que implican cambios en la configuración final del producto. En otras

² Engineering Data Management.

palabras, los sistemas EDM/PDM gestionan todo el ciclo de vida de un producto (en nuestro caso, la documentación final que se entrega al inversionista), desde su concepción hasta su entrega, permite a las empresas tomar el control de toda su información de ingeniería y gestionar las actividades en varios departamentos involucrados en un proyecto, mejorando el flujo de trabajo de ingeniería.

Los sistemas EDM/PDM deben contar con una serie de componentes básicos que garanticen una eficaz gestión de proyectos:

- Control de acceso multiusuario.
- Estructura de la información del producto.
- Almacenamiento de la información del producto y sus partes.
- Control y seguimiento del flujo de trabajo.
- Control de cambios de ingeniería.
- Búsqueda de la información técnica.
- Soporte para trabajo colaborativo.
- Seguimiento del estado real del proyecto.

Un Sistema de Gestión CAD hace el trabajo de un ingeniero mucho más eficiente. Se agiliza la comunicación y la distribución de archivos y el registro automático de mantenimiento, control del flujo de trabajo de diseño, de acceso a archivos y revisiones de Ingeniería.

Existen diferentes productos de este tipo, pero muchos de ellos son propietarios, es decir, que requieren la compra de una licencia de uso; cuestión está que dificulta su explotación extensiva, en las condiciones de bloqueo que sufre Cuba. A continuación describen algunos de estos sistemas y sus principales funcionalidades, llegando a conclusiones sobre la conveniencia o no de su uso en la EIPH.

AUTODESK VAULT

Herramienta de Gestión de Datos integrada con una serie de herramientas CAD: Autodesk Inventor, AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electrical y Civil 3D. Está diseñada para ayudar a los equipos de diseño en el seguimiento de progreso de trabajo y controlar el mantenimiento

de versiones en un ambiente multiusuario. Permite además almacenar y buscar tanto datos CAD y otros documentos tales como documentos Word, Hojas Excel que estén asociadas a un proyecto o plano específico).

VULT trabaja en un entorno cliente-servidor, con una base de datos central y una aplicación en el servidor llamada ADMS (Autodesk Data Management Server), que maneja las transacciones de información entre los clientes (Aplicaciones CAD de Autodesk) y la base de datos central. Una aplicación instalada en la máquina del diseñador, muestra la estructura de carpetas del almacén de datos del proyecto y brinda una información detallada de los planos y documentos asociados al mismo, incluyendo un panel de vista previa.

VAULT, además posee un sistema de versionado de ficheros que “*graba*” el progreso de todas las ediciones hechas a un fichero, generando un historial de versiones. Esto asegura que el especialista asignado para revisar el trabajo lo haga de la versión más actualizada disponible.

A pesar de las múltiples funcionalidades que brinda este sistema, su uso acarrea inconvenientes para la EIPH:

- ✓ Se encuentra integrado con diferentes sistemas CAD de los cuales la empresa no tiene licencia de uso.
- ✓ Para el uso del paquete se requiere una licencia que debe comprarse a la Empresa estadounidense AUTODESK.
- ✓ No hay un control estricto del flujo de trabajo, por lo que no se puede conocer el estado del proyecto en tiempo real.
- ✓ Las funciones y roles a desempeñar por cada uno de los integrantes de un equipo de trabajo no se controlan adecuadamente.
- ✓ No existe una integración entre el sistema y paquetes especializados de Cálculo y distribución de Redes de Abasto de Agua.
- ✓ No es un sistema multiplataforma (solo es funcional en Windows).

AUTOEDMS

Herramienta de Gestión de datos de Ingeniería con múltiples funcionalidades.

- Gestión de documentos con una flexible Base de Datos documental: A través de una base de datos multiusuario se da acceso centralizado y seguro a toda la documentación del proyecto, realizar búsquedas y reutilizarlos.
- Automatiza el control y seguimiento del flujo de trabajo de documentos: Automatiza la revisión de documentos y su proceso de aprobación. Mediante un diseñador de flujo se establecen múltiples procesos de flujo de trabajo a los cuales se les puede hacer un seguimiento entre diferentes proyectistas y departamentos, revisando los múltiples pasos de evaluación y aprobación establecidos.
- Automatización de la Liberación / Bloqueo de ficheros: Provee una gestión fácil de los planos y otros documentos de ingeniería. Previene que dos personas trabajen simultáneamente en el mismo fichero. Mientras los ficheros están siendo editados, otros usuarios pueden visualizar, imprimir o copiar la última versión salvada.
- Nombrado Automático de ficheros: puede usarse un nombrado automático de ficheros, basándose en determinada codificación que se configura, para permitirle al especialista concentrarse en su trabajo.
- Sistema de Control de Revisiones Automático: el sistema junto con su motor de WorkFlow integrado ayuda a hacer un seguimiento de múltiples revisiones de los documentos. gestionando todas las transacciones de revisiones con una base de datos histórica.
- Seguridad de Base de Datos y ficheros: Previene accesos no autorizados a ficheros, formularios, información de base de datos, carpetas y programas. Soporta accesos ocultos y de solo lectura para proteger del acceso prohibido y actualizaciones no autorizadas.
- Visualizar e Imprimir ficheros: Visualización e Impresión directa, con acceso de solo lectura, de gran número de tipos de ficheros: Word, Excel, dibujos AutoCAD, DGN, CADKEY, CALS G4, HPGL y JPEG.
- Soporte para configuración de múltiples aplicaciones: Permite cargar correctamente diferentes configuración de aplicaciones. Ficheros de extensión DWG pueden ser cargados usando AutoCAD Mechanical Desktop, RasterCAD y otros.

- Soporte para Email: fácil integración con sistemas de correo corporativos, para notificar a colegas sobre nuevas revisiones, estado del proyecto o enviar un fichero.
- Utilitario para Administración de Sistema: Incluye utilitarios para el registro de proyectistas y estaciones de trabajo en red y personal de mantenimiento (revisión y chequeo).

AutoEDMS es uno de los sistemas EDM / PDM de mayor éxito en el Mercado, poniendo a disposición múltiples funcionalidades que integran el trabajo colaborativo, un enfoque de ingeniería concurrente, logrando gestionar eficientemente el proyecto de principio a fin. A pesar de esto podemos decir en detrimento de su uso:

- ✓ No es un sistema multiplataforma (solo es funcional en Windows).
- ✓ Es un sistema propietario, con un costo de licencia elevado.
- ✓ Es un sistema de propósito general, lo que dificulta su integración con paquetes profesionales o no de cálculo y planeamiento de redes de abasto de agua.

SOLIDWORKS ENTERPRISE PDMWORKS

Sistema de gestión de datos de productos con el cual los equipos de diseño geográficamente dispersos podrán gestionar los datos de productos, compartir información de diseño, automatizar y mejorar la colaboración entre los ingenieros y los responsables de fabricación.

- Acceso seguro solo a personas autorizadas mediante una aplicación distribuida (Web), a los datos para equipos de diseño ubicación en una red.
- Control de revisiones evitando la sobrescritura de archivos. Ayude a los departamentos de compras y de producción a solicitar y fabricar piezas correctas en cada ocasión.
- Globalidad: permitiendo que las empresas gestionen datos en varias ubicaciones con la duplicación automática de archivos en cada sitio.
- Vista preliminar completa de la documentación: consulta e imprime más de 250 tipos de archivo (incluidos los de SolidWorks, AutoCAD®, Inventor®, Solid Edge®, PDF y Microsoft® Office), además de imágenes, animaciones, archivos de vídeo.
- Gestor de Búsqueda: localiza rápidamente los documentos en función de parámetros como el nombre, datos que contiene, metadatos adjuntos, estado de flujo de trabajo,

entre otras. Para aumentar aún más su productividad, podrá predefinir, guardar y compartir las búsquedas realizadas.

- Proceso de aprobación automatizado: Al implicar a los usuarios clave en los procesos de aprobación y de flujo de trabajo, verá mejorada la productividad, calidad y fiabilidad. Permite la automatización de flujos de trabajo (por ejemplo, procesos de notificación de cambios de ingeniería [ECN] o de solicitud de cambios de ingeniería [ECO]. Además, las notificaciones automáticas por correo electrónico y las firmas electrónicas aportan mayor eficacia y seguridad a las aprobaciones y a otras iniciativas de automatización de datos.
- Compatibilidad: permite la integración y conectividad a los sistemas de Planificación de Recursos Materiales (MRP) y de Planificación de Recursos Empresariales (ERP).
- Fiabilidad: proporciona registros de auditoría completos que generan informes internos y externos que cumplen con la normativa gubernamental en materia de documentación.

Al igual que AutoEDMS, PDMWorks, es un sistema EDM/PDM que permite el seguimiento completo del proceso de diseño de forma muy completa, aunque en su caso como desventaja fundamental se le puede señalar:

- ✓ Está estrechamente ligado al Paquete de Elemento Finito SolidWorks, sin el cual carece de funcionalidad alguna.
- ✓ Sus funcionalidades no están específicamente orientadas al Diseño y Planificación de Redes de Abasto de Agua.
- ✓ No es posible integrarlo con otros sistemas CAD, y por supuesto resulta imposible su uso integrado con paquetes especializados en el cálculo y distribución de Redes de Abasto de Agua.
- ✓ Solo se dispone de versiones para Windows.
- ✓ SolidWorks es un software propietario, con código cerrado siendo muy difícil realizarle modificaciones en beneficio de nuevos requerimientos.

La revisión bibliográfica incluyó otros sistemas, con similares funcionalidades y características: Teamcenter Express, MyworkPLAN, ProjectCenter, entre otros.

Lo antes expuesto muestra las desventajas del uso de los sistemas EDM/PDM disponibles y la necesidad de desarrollar una propuesta de sistema de Gerencia CAD.

1.6.2. Sistemas CAD utilizados para la actividad de proyectos en la EIPH.

Desde hace ya varios años se ha establecido que CAD no es solo un producto informático sino **“también un proceso y una tendencia”** (Méndez, 1989).

En la EIPH, los especialistas han venido ganando en experiencia en el uso de las más disímiles herramientas CAD disponibles en el mercado. Estas herramientas están orientadas fundamentalmente a procesos de dibujo y diseño de planos de redes de abasto, ayudando de este modo a la gestión de los procesos de diseño.

La empresa de proyectos “RAUDAL” utiliza el AutoCAD como sistema principal de diseño-dibujo, siendo este el único que se puede vincular de alguna manera, aunque rudimentaria, a la gestión de proyectos o Gerencia CAD dentro de la Empresa, siendo de hecho la base sobre la cual se sustenta la actual estructura de Administración de proyectos vigente en la Empresa.

Mediante la facilidad de referencias externas, se vinculan archivos de dibujos (DWG) realizados desde múltiples estaciones dentro del proyecto y cada cambio que se hace se refleja automáticamente sobre los demás ficheros que utilizan la referencia. Esta característica no ayuda en el trabajo colaborativo que debe primar en el desarrollo del proyecto, pues incrementa la duración de los ciclos de aprobación de diseños producto a decisiones de ingeniería. Por otra parte, se utilizan diferentes versiones de AutoCAD en un mismo proyecto, poniendo en peligro el cumplimiento de los plazos de entrega del producto.

Otros Software y aplicaciones CAD de diseño y dibujo que se pueden mencionar pero que se utilizan como complementos para los cálculos son:

- SURFER.
- EPANET.
- EPARED.
- WATERCAD.
- DP-PZA 1.0.

Dentro de esta lista vale destacar al DP-PZA, desarrollado por el Centro de Estudios CAD/CAM; es el que más se acerca a las necesidades del cliente pero lo afecta las licencias de uso, ya que toma al AutoCAD como plataforma gráfica y aunque se concibió para el diseño de Redes de Abasto de Agua, no presenta funcionalidades orientadas a mejorar la Gerencia CAD en los proyectos.

1.6.3. Diferencias del Flujo de Información en el Diseño de Redes de Abasto.

Las Empresas de Proyectos e Investigaciones y en específico, la empresa “RAUDAL” de Holguín, ha tratado de implementar un Sistema de Gestión de Datos o Gerencia CAD, pero hasta ahora solo se ha podido implementar parcialmente algunas pautas organizativas a nivel de red empresarial, por lo que la actividad de diseño de un proyecto adolece de productividad y el trabajo colaborativo no se lleva a cabo de la mejor manera.

La EIPH aplica una serie de normas, tanto técnicas como de representación gráfica por cada una de las especialidades involucradas en los proyectos. La aplicación de estas normas y disposiciones no siempre se controla adecuadamente. Los proyectistas, muchas veces, incumplen estos requerimientos técnicos y realiza el trabajo basado en su experiencia. En otros casos, modifican parámetros técnicos, por desconocimiento de lo establecido o conveniencia para ganar en tiempo y esfuerzo, trayendo consigo inconsistencia de la documentación entregada, revisiones innecesarias por parte del jefe técnico, contaminación de la documentación en el sentido general y atrasos en la entrega por cronograma.

Por otra parte, los especialistas comunican mediante Chat o correo electrónico la culminación de la tarea de diseño, y es entonces el Gerente CAD, el que se encarga de revisar y unificar la información suministrada por cada uno de los que trabajaron en el fichero CAD. Como es de suponer, este proceso es de gran complejidad y propenso a mejoras.

Cuando se habla de trabajo colaborativo se refiere a que cada especialista trabaje desde su puesto de trabajo sin que se afecte el flujo del mismo, proporcionando a los usuarios múltiples modos de acceder y compartir información, compartiendo la edición de proyecto.

De la forma en que está actualmente definido la estructura de un proyecto no se garantiza una buena gestión documental trayendo consigo las dificultades siguientes:

- ✓ No existe un control de acceso a cada uno de los ficheros CAD que forman parte del proyecto. Accesos prematuros no autorizados de forma accidental a un fichero CAD no aprobado puede conllevar a fallos, errores de diseño.
- ✓ Los directivos no conocen de forma inmediata el estado del proyecto pues no hay un control estricto del flujo de trabajo del proyecto.
- ✓ Debe existir un responsable que prepare los ficheros que van a ser planteados, previa revisión, cuestión esta que retarda la impresión y que podría generarse automáticamente siguiendo un Workflow.
- ✓ No se controla el uso de las normativas dictadas por la empresa en cuanto a tipos de líneas por entidades, colores, herramientas o librerías, pues no se gestionan los menús de opciones de la aplicación según la especialidad y rol del especialista que esté trabajando.
- ✓ La Gerencia CAD está limitada a bondades que brinda Auto CAD relacionadas con el uso de referencias externas, cuando se hace necesario la integración y control del flujo de información relacionada con los roles del proyecto.
- ✓ No existe integración y control del flujo de información relacionada con los roles del proyecto.
- ✓ No existe la colaboración entre especialistas de diferentes proyectos.
- ✓ No existe la organización en el trabajo con respecto a la información.
- ✓ Hay redundancia de datos.

Debido a todos los problemas detectados se propone concebir la Gerencia CAD con el propósito de crear un método de dirección que establezca y controle el uso de las directivas para la gestión de la información técnica de los servicios que brinda la entidad, lo cual incluye el manejo de la documentación técnica, el control de los procesos de diseño, la organización de la documentación de los proyectos, haciendo un uso óptimo de los recursos disponibles, para lograr que el producto final que se entrega al cliente en tiempo y con la calidad requerida.

1.6.4. Gerencia de Proyectos de Diseño Asistido por Computadora (CAD).

La presencia de las herramientas CAD y los cambios que su uso imponen en los diferentes procesos de la propia dirección de los proyectos tienen sus particularidades que deben estudiarse con un enfoque sistémico. Los procesos CAD hay que dirigirlos, gestionarlos y administrarlos adecuadamente para que estas herramientas no se conviertan en un boomerang³. (Brandon, 2006)

Para facilitar todo lo anterior se requiere de un equipo liderado por un actor competente tanto en lo profesional como en sus capacidades de dirección que desarrolle estas actividades: el **Gerente CAD**.

Al profundizar en estos aspectos, se obtiene que la Gerencia CAD no es más que un proceso dentro de otro proceso. En otras palabras, para usar eficientemente las herramientas CAD es necesario un mínimo de habilidades y conocimientos, un nivel de organización tal que permita un certero intercambio de datos, de la información resultado del proceso de aplicar el CAD, que garantice una fluida comunicación entre todas las personas integrantes del equipo de trabajo que intervienen en el desarrollo de un proyecto. (Mills, y otros, 1991)

Según (Grabowski, 2002) los procesos que generan el uso del CAD presentan una marcada coincidencia con los principios de la dirección de proyectos. (Ver Figura 1 del Anexo 5).

El Sistema de Gerencia CAD permite gestionar el desarrollo de un proyecto de diseño con un enfoque colaborativo, proporcionando de este modo que la información tribute de manera fácil y flexible desde un mismo repositorio, donde la Gerencia CAD juega un papel administrativo, siendo la encargada no solo de la implantación de normas y procedimientos en el proceso de diseño, sino de controlar, organizar y realizar un seguimiento efectivo del flujo de la información que se genera durante el desarrollo del proyecto.

El enfoque propuesto de Gerencia CAD, pretende minimizar las deficiencias encontrada en la EIPH favoreciendo el desarrollo eficiente del proceso de diseño, permitiendo entre otras cosas:

³ Arma aborigen Australiana que tras ser lanzada regresa a su punto de origen debido a su perfil y forma de lanzamiento especiales.

- ✓ Tener en cuenta todo el proceso de gestión de proyectos desde su inicio a fin.
- ✓ Facilitar el diseño de equipos de trabajo.
- ✓ Control y seguimiento del flujo de procesos y actividades inherentes al proyecto.
- ✓ Definir las actividades que desempeñarán los diseñadores según el proyecto asignado.
- ✓ Gestionar la información técnica para los proyectos de redes hidráulicas de abasto.
- ✓ Establecer normas y patrones para el diseño de redes hidráulicas de abasto de cumplimiento general y obligatorio para mantener la homogeneidad del producto.
- ✓ Especificar cuándo los datos pueden ser cambiados por los especialistas en un proyecto determinado.
- ✓ Clasificar y centralizar la información de los proyectos, facilitando su búsqueda.
- ✓ Mantener un estricto control de la seguridad e integridad de los datos.
- ✓ Controlar el acceso de integrantes de un equipo de trabajo según el proyecto asignado y la actividad que pueda desempeñar.
- ✓ Garantizar la fiabilidad y disponibilidad de los datos del proyecto en todo momento.

Además, durante el desarrollo de la Gerencia CAD se deben tener presente todas las exigencias establecidas en la documentación de los proyectos, lo cual tributará al sistema de Gestión de la Calidad vigente en la Empresa. (Simoneau, 2009)

CONCLUSIONES del capítulo.

De la investigación científico-técnica realizada, sobre antecedentes y estado actual de la Gerencia de Proyectos CAD para el diseño de Redes de Abastecimiento de Agua, emanan las conclusiones siguientes:

1. Durante el estudio realizado se determinaron las principales deficiencias que presentan las empresas de Proyectos Hidráulicos en la gestión de proyectos, las cuales dificultan la buena gestión de la información, disminuyendo la calidad de los productos resultantes y aumentando el tiempo invertido en la actividad de diseño.
2. La aplicación del proceso inversionista en las Empresas de Proyectos Hidráulicos contribuye a una correcta gestión de Proyectos, con un enfoque sistémico, brindándole al proceso la necesaria flexibilidad, racionalidad y eficiencia, especialmente en la reducción de los plazos de ejecución.
3. La organización estructural del equipo, la organización y control de los procesos, la distribución de actividades y su seguimiento, son elementos esenciales para el éxito de un proyecto.
4. Los sistemas de Administración de Datos de Ingeniería (EDM) disponibles, presentan una serie de desventajas que hacen difícil su uso en las condiciones de nuestro país.
5. La informatización de la Gerencia CAD permitirá la gestión eficiente de los proyectos y la obtención de la documentación técnica de proyecto de redes de abastecimiento de agua con la calidad requerida, sin retrasos en los plazos de entrega.

2. PROPUESTA PARA LA CONCEPCIÓN DEL SISTEMA DE GERENCIA CAD

2. PROPUESTA PARA LA CONCEPCIÓN DEL SISTEMA DE GERENCIA CAD.

En el presente capítulo, se define la estructura organizativa y funcional de un sistema Informático de Gerencia CAD que propone mejorar el desempeño durante la actividad de proyectos y facilitará el intercambio, control y actualización de la información que se genera.

El despliegue de la Función Calidad (QFD), se utiliza como técnica que permite valorar el sistema informático en cuanto a funcionalidades, características y el enfoque para satisfacer las expectativas del cliente.

Tomando en cuenta las necesidades a cubrir, se describe la estructura modular y su interrelación, lo cual permitirá cubrir las funcionalidades que requiere un sistema de Gerencia CAD para administrar, controlar y realizar un seguimiento efectivo del flujo de la información.

Una vez definidas las pautas a seguir para cumplimentar el sistema se esbozan las tecnologías y metodologías a utilizar para el desarrollo de la aplicación informática.

2.1. Despliegue de la Función Calidad (QFD).

A mediados de los años 60, surge en Japón una técnica de organización y planificación que recibe el nombre de Despliegue de la Función Calidad (Quality Function Deployment). Es considerada una de las muchas técnicas que se encuentran bajo el concepto de CWQC (control de la calidad a lo largo de toda la compañía). Traduce lo que el cliente quiere en lo que la organización produce. El permite que una organización priorice las necesidades de los clientes, encuentre respuestas innovadoras a esas necesidades y mejore los procesos hasta una efectividad máxima. QFD es una práctica que conduce a mejoras del proceso permitiendo que una organización sobrepase las expectativas del cliente (Navarro, 1999).

El Despliegue de la Función Calidad (QFD) no es una herramienta para medir la calidad sino un instrumento para la planificación y difiere de otros métodos tradicionales de calidad que están enfocados en no tener defectos. Esta técnica se identifica con los requerimientos del

cliente y proporciona una disciplina para asegurar que los mismos estén presentes en el diseño del producto y en el proceso de planificación. (Bolt, y otros, 1999) (Portilla, 2009)

El despliegue de la Función Calidad del Módulo de Gerencia CAD permite analizar diferentes factores para la evaluación del producto, además de las características de control como resultado de estudiar cómo satisfacer las expectativas del cliente. Se realizó una comparación con otros software, ya mencionados, que realizan funciones similares a la aplicación propuesta, permitiendo obtener un resultado favorable atendiendo a las peticiones del cliente. (Portilla, 2009)

En colaboración con especialistas de la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Holguín, “RAUDAL”, se realizó una investigación para determinar si era posible el desarrollo de un Sistema CAD para el diseño de redes hidráulicas de abasto con el objetivo de incrementar la calidad de los proyectos y disminuir el tiempo invertido en esta actividad. Se propuso, entonces, desarrollar el Despliegue de la Función Calidad para evaluar si es factible acometer la tarea del desarrollo de un sistema de Gerencia CAD. Para el desarrollo de los pasos del Despliegue de la Función Calidad (QFD) remítase al Anexo 22.

Con el Despliegue de la Función Calidad (QFD) queda en evidencia las fortalezas y debilidades que tendría el sistema de Gerencia CAD para cumplir con las exigencias actuales del proceso inversionista, cuestión fundamental en aras de satisfacer las necesidades cada vez más crecientes de calidad y eficiencia del inversionista.

2.2. Propuesta de Estructura informativa de proyectos.

Para comenzar el desarrollo de la propuesta modular de la Gerencia CAD, debemos pensar primeramente en organizar la información de los proyectos dentro de una estructura coherente y accesible por todos los involucrados, que permita tener un control centralizado de la información que se genere durante el desarrollo de cualquier proyecto de servicio en la Empresa de Investigaciones y Proyectos de Holguín “RAUDAL”.

Esta concepción parte de la creación de una estructura de carpetas, montada en un servidor central. El planteamiento de esta estructura facilita la organización de la información de los

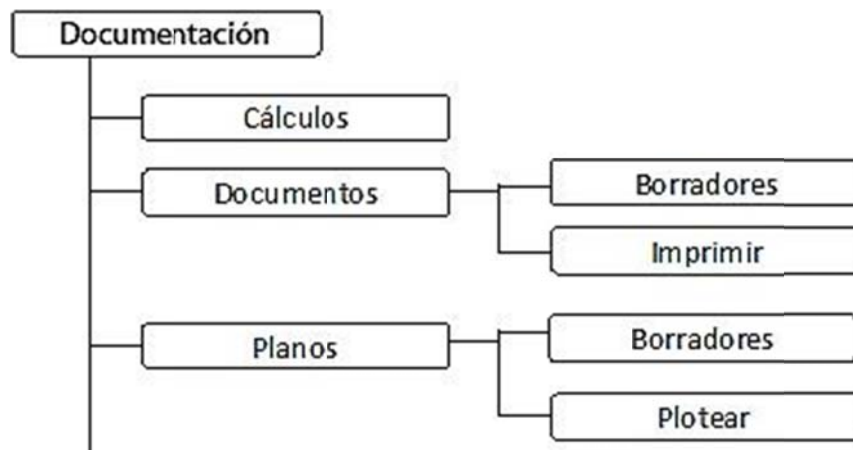


Figura 2.2. Ejemplo de la Estructura de la documentación para una UEB.

En la carpeta “Documentos” se guardan en sentido general todos los documentos que forman parte de las etapas del proyecto en curso. A “Borradores” se destinan los documentos para revisión por parte del Jefe de Proyecto y una vez que esté de su visto bueno, el gerente CAD los prepara y los envía a Impresión. El mismo procedimiento ocurrirá con los planos.

Para mantener la coherencia en todos los archivos de dibujo se definirán las capas (layers) que se emplearán en los mismos en cada especialidad, sus denominaciones y propiedades. Estas estarán definidas en plantillas de acuerdo a la especialidad teniendo sus propiedades bien definidas (Color, Tipo de línea, Grosor de línea y Estilo de trazado).

0				White	Continuous
4 Contorno				Green	Continuous
4 Cotas				Red	Continuous
4 Ejes				Magenta	CENTER
4 Equipamiento				Cyan	Continuous
4 Hatch				Magenta	Continuous
4 Oculta				Red	DASHED
4 Textos				Red	Continuous
4 Tubería				Cyan	Continuous
4 Tubería Exist				Red	Continuous
Cajetin				White	Continuous
Defpoints				White	Continuous

Figura 2.3. Plantillas de capas para la especialidad de Redes Hidráulicas.

El nombre de las capas a utilizar en cada dibujo está concebido en las plantillas de cada especialidad, no pueden ser modificadas sin la aprobación del Gerente CAD.

Se crearon han creado, además, las plantillas de dibujo para cada especialidad con los estilos de textos y acotado donde se han reflejado las capas a utilizar y sus propiedades. (Ver Anexo 4)

2.2.1. Codificación de la Documentación Técnica

Con el objetivo de estandarizar la codificación de la documentación de los proyectos, se propone la concepción de un sistema de codificación para la información que se guarda en una estructura como la mostrada en la Figura 2.1, donde se organiza la documentación tomando en cuenta diferentes características de la misma.

Durante el desarrollo del proyecto, la documentación técnica se archiva físicamente dentro de la estructura del proyecto siguiendo una serie de normas de codificación, de acuerdo al área de trabajo, especialidad y tipo de documento del que se trate. Esta codificación generará un código alfanumérico único para cada documento, que se tendrá como referencia al documento dado para su búsqueda o consulta dentro del proyecto.

Para el desarrollo de un proyecto, primeramente se debe tener el consentimiento del cliente amparando este por un acuerdo entre las partes representado en un contrato escrito y firmado. Se parte, entonces, del número seriado de este contrato para comenzar la identificación del documento dentro del proyecto. Seguidamente se codifica el plano según:

- Unidad Empresarial de Base (UEB) a la que pertenece.
- Departamento y especialidad que lo genera.
- Objeto de obra y detalle estructural que representa, si la etapa lo requiere.
- Tipo de documento del que se trate.

En el anexo 3 se muestran diferentes tablas que recogen la propuesta de codificación según los puntos enumerados. En el mismo se muestra un ejemplo de codificación según las pautas

establecidas para el caso específico de un proyecto de abasto de agua, tomando en cuenta que involucra un gran número de departamentos y especialidad:

UEB Investigaciones Topográficas

325TP0105..... : Significa que pertenece al número de contrato 325. Los dos próximos caracteres representa el área de trabajo que está proyectando la obra (Topografía). Los siguientes dos dígitos representan el lugar donde está ubicada la obra, o sea, la zona, el área o municipio (Cacocum con código 01). Estos dos dígitos se configuran previa coordinación entre el jefe de proyecto y el Gerente especialista CAD. Por último se define un número consecutivo para el fichero en cuestión (05).

UEB Acueducto/Alcantarillado

Acueducto

325AC01CNET04.....: Significa que pertenece al número de contrato 325 y al área de trabajo de Acueductos (AC), para el municipio Cacocum con código (01) y pertenece al objeto de obra de Conectora (CN). Específicamente este fichero es de la especialidad de Eléctrica (ET), y por último, Los restantes números representa el número consecutivo del fichero (04).

Alcantarillado

325AL03LOCV03.....: Significa que pertenece al número de contrato (325) y al área de trabajo de Alcantarillados (AL). Pertenece al municipio Banes (03). Específicamente este fichero se refiere al objeto de obra Laguna de Oxidación (LO) y es el plano número (03) de la especialidad de civil (CV).

Nomenclador para otros documentos

Para codificar otros documentos que no sean hechos en ACAD se mantendrá la misma codificación excepto que en los últimos dos dígitos, en lugar de usar el número correspondiente al documento, se utilizará el identificador para denominar los tipos de documentos.

325AL03LOCVMC.doc...: Representa que el siguiente documento pertenece al número de contrato (325) y al área de trabajo de Alcantarillados (AL). Se realiza para la zona del municipio Banes (03). Específicamente este documento pertenece al objeto de obra Laguna de Oxidación (LO) y corresponde a la Memoria de Cálculo de dicha obra (MC).

2.2.2. Responsabilidades de los integrantes de un proyecto.

La definición de toda una normativa técnica y de representación gráfica para la documentación técnica y la definición de una política de codificación para el almacenamiento de la información de proyecto no son suficiente para establecer un control eficiente del trabajo dentro del proyecto. Deben delimitarse además las responsabilidades que tendrán cada uno de los participantes de un proyecto.

La Gestión de Datos de diseño será utilizada por diferentes personas que tiene diferentes responsabilidades dentro de la estructura organizativa y productiva de la empresa y por consecuencia tendrán diferentes alcances dentro de la estructura propuesta. Estos pueden ser:

- Jefe de Proyecto o Projectista General.
- Projectista o especialista.
- Gerente CAD.
- Jefe de Grupo Informática.

Se propone que, los Jefes de Proyectos deben ser las personas encargadas de aportar los datos necesarios para configurar y codificar las nuevas obras a ingresar en el servidor de datos.

El Jefe de Proyectos solicitará al Gerente CAD el servicio de establecer una nueva Obra en el servidor de Datos, relacionando la información del nuevo proyecto y los integrantes del equipo propuestos.

El Gerente CAD es el responsable de generar la estructura de datos en el servidor, según la información de la obra aportada por el jefe de proyectos, en el ingreso de nuevas obras; dar los permisos de acceso al equipo de trabajo asignado al proyecto, así como velar por la correcta

asignación de códigos, herramientas de trabajo y nombres a la documentación de proyectos. En la figura 2.4 se muestra el flujo de información durante el desarrollo de un proyecto.

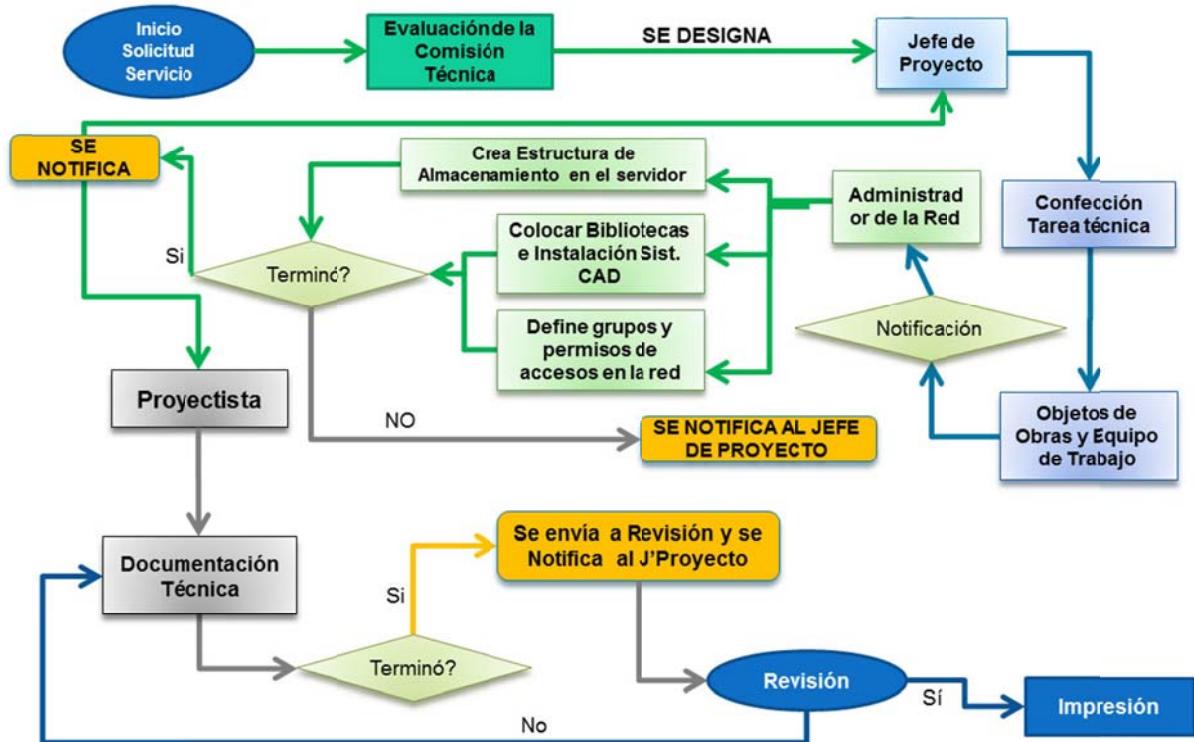


Figura 2.4. Flujo de la Gestión de Proyectos propuesto.

Por consiguiente, el Jefe de Proyecto o Proyectista General será responsable además de:

- ✓ Solicitar al Jefe de Grupo CAD la desactivación del Servicio de Diseño del Servidor de Proyectos.
- ✓ Chequear el estado técnico de los planos y documentación generada por cada especialista y notificarle al Gerente CAD para que esté de salida a impresión.
- ✓ Revisar y controlar el cumplimiento de la entrega de la documentación requerida en los plazos de entregas pactados.

El Jefe de Grupo CAD o Gerente CAD por su parte será responsable de:

- ✓ Mantener actualizadas y disponibles las utilidades, menú, bibliotecas y otros archivos que se encuentran en el servidor de datos y que son imprescindible para el uso de cada especialista o proyectista durante el uso de la herramienta CAD en la que diseñe.
- ✓ Solicitar al Grupo de Informática la desactivación del servicio en atención a las solicitudes formuladas por el Jefe de Proyecto/Proyectista General.
- ✓ Chequear el cumplimiento de la salvaguarda de la información solicitada por el Jefe de Proyecto/Proyectista General para los intercambios o desactivación del Servicio.

El Proyectista será responsable de:

- ✓ Iniciar las sesiones en la herramienta CAD.
- ✓ Salvar los trabajos pertenecientes al Servicio de Diseño según código alfa numérico.
- ✓ Utilizar las normas definidas en la entidad relacionadas con estilos de capas, líneas y denominaciones.
- ✓ Utilizar un estilo de texto según nomenclatura vigente para el tipo de proyecto.
- ✓ Utilizar y llenar los bloques de cajetines propios de la empresa.

El Jefe de Grupo Informática es responsable de:

- ✓ Propiciar que toda la tecnología informática sobre la que se sustenta el flujo de información digital, funcione adecuadamente.
- ✓ Se encarga de realizar las copias de seguridad y resguardo de los servicios de diseño que se ubican en los servidores de proyectos.
- ✓ Comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de los servicios asociados al Sistema de Gestión de los datos de diseño (Gerencia CAD): Correo electrónico, servidores de datos en línea, mensajería instantánea.

El nivel de responsabilidades establecido para cada uno de los integrantes de un proyecto definirá a nivel de sistema informático los roles de cada usuario de cara al acceso concreto a la información de proyecto.

2.3. Propuesta para el desarrollo de la Gerencia CAD.

Tomando como base la propuesta derivada del desarrollo de los objetivos de las características de control del producto final (paso 7) de la matriz de planificación del despliegue de la función calidad (QFD), se describe las características de funcionamiento e interrelaciones de los diferentes módulos que conforman la Gerencia CAD, agrupados convenientemente, para lograr una mayor comprensión, según la funcionalidad que realizan dentro del sistema.

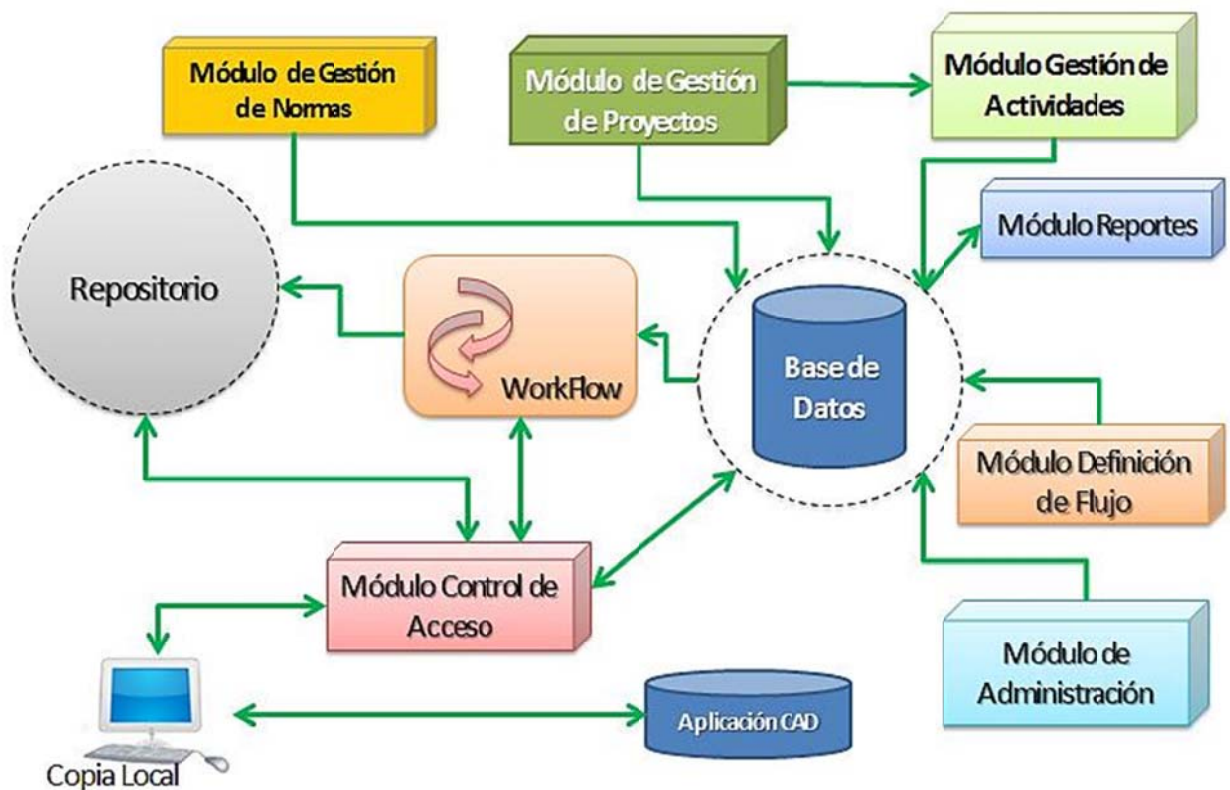


Figura 2.5. Esquema de los módulos del sistema de Gerencia CAD.

En la Figura 2.5 se expone una propuesta del esquema de la distribución de módulos necesarios para cubrir cada una de las características de control que se desprendieron del Despliegue de la Función Calidad (QFD). En la Figura 1 del Anexo 8, se proponen además las funcionalidades que cubren cada uno de estos y una propuesta de herramientas con las que se pueden desarrollar. A continuación describimos cada una de las funcionalidades.

2.3.1. Gestión de Proyectos y Equipos de Trabajo.

En este apartado se comienza la descripción en cuanto a características, funcionalidades e interrelaciones de los módulos asociados a los objetivos A, B, C y D de las características de control del sistema de Gerencia CAD, analizados durante el Despliegue de la Función Calidad (QFD).

2.3.1.1. Definir Proyecto de Trabajo.

Para la realización de un proyecto debe partirse de una necesidad real. El inversionista, principal cliente de la EIPH realiza una solicitud de servicio a la empresa de proyectos para resolver dicha necesidad mediante la proyección de un objeto de obra. Una comisión técnica se reúne y define las características de dicho objeto de obra, y la factibilidad de su realización por parte de la Empresa. De este proceso de negociación inicial sale la designación de un Jefe de Proyecto, con objetivos muy claros y plazos de entrega de una propuesta inicial a ser evaluada. (Ver Figura 1 y Figura 2 del Anexo 7)

Una vez definida en dicha reunión las pautas a seguir en el proyecto, el jefe de proyectos asignado estará en posición de solicitar al Gerente CAD, la creación del nuevo proyecto y del repositorio de datos que almacenará la información relacionada con el mismo.

Para esto, el Jefe de Proyecto confecciona la tarea técnica del proyecto, por medio de la cual definirá ente otras cosas:

- Nombre del Proyecto.
- Datos sobre el tipo de Proyecto y objeto de Obra.
- Descripción de la Obra.
- Projectista General Asignado al Proyecto.
- Fecha de Inicio y Terminación del Proyecto.
- Presupuesto asignado para la Ejecución del Proyecto.
- Sistema de medida a emplear.
- Datos del Objeto de Obra: Nombre, Ubicación, Organismo, Empresa al que pertenece.
- Nombre del responsable del Objeto de Obra (Inversionista)

- Datos de entrada para diseño según el tipo de obra. (ej. Población actual)
- Prioridad en la Ejecución.

Una vez confeccionado el documento, se entrega al Gerente CAD. En este punto, se procede a la creación de un nuevo proyecto alimentándose de los datos contenidos en la Tarea.

Una vez creado el proyecto se guarda la información en la base de datos y se procede a ejecutar un WorkFlow que creará un repositorio para el proyecto de acuerdo a los datos del proyecto conformando una estructura organizativa de almacenamiento de la información de proyecto, de acuerdo a los datos del tipo de proyecto, objeto de obra, entre otros. (Ver Figura 2.1). Esta estructura será mantenida y salvaguardada mientras tanto el proyecto no se dé por terminado. A partir de este paso, se procederá a hacer una salva de seguridad en los dispositivos dispuestos para este fin, por parte de los especialistas informáticos.

El Gerente CAD, tendrá la potestad de gestionar los proyectos existentes, realizar búsqueda en función de diferentes parámetros (tipo de Proyecto, Especialista General, Organización, Tipo de Objeto de obra, fechas de inicio o terminación, entre otros.). De igual forma se permitirá al Proyectista General acceso para la gestión de los proyectos bajo su responsabilidad.

2.3.1.2. Designar Equipo de Trabajo asociado al proyecto.

Una vez creado el proyecto, por medio de una solicitud formal del proyectista general asignado a un proyecto específico, el Gerente CAD se encargará de designar el equipo de trabajo multidisciplinario que trabajará en desarrollo del mismo. A partir de la lista de trabajadores podrá insertar o eliminar integrantes del equipo, pudiendo especificar qué actividad o rol desempeñará.

Los posibles roles serán definidos administrativamente, de acuerdo al clasificador de cargos disponible en la Empresa. Solo el Proyectista General podrá desempeñar varias actividades dentro de un proyecto, pudiendo realizar diferentes labores de diseño. Los roles se definirán de acuerdo al área de trabajo o departamento de donde provenga el especialista, teniéndose en cuenta su área de especialidad.

Los roles asignado a los participantes en el proyecto, permitirán dar permisos de escritura y/o lectura a un nivel específico dentro de la estructura de carpetas definida en el repositorio central por cada uno de los proyectos.

Una vez creado el equipo de trabajo, el sistema debe ser capaz de notificar al trabajador, que ha sido incluido en un equipo de trabajo mediante correo electrónico u otra forma que se defina,. Esta acción de aviso deberá llevarla a cabo el módulo de gestión de flujo de procesos.

Los integrantes de un equipo de trabajo serán reflejados en un reporte de acta de designación, la cual tendrá que ser firmada por todos los miembros. Este documento y otros asociados al proyecto tendrán salida por mediación del módulo de reportes del sistema.

2.3.1.3. Gestionar actividades asociados al trabajo en el proyecto.

Una vez creado el proyecto definido y asignado al equipo de trabajo, encargado de llevarlo a cabo, debe asignársele carga de trabajo. Para esto se realiza una visita de campo, según el tipo de proyecto del que se trate, para obtener una visión real del volumen de trabajo. Con esta información se confecciona el Proyecto Técnico con el cronograma de ejecución y el plan de calidad.

Cada tipo de proyecto tiene definido un flujo de trabajo, con procesos a llevar a cabo consecuentemente en el tiempo. Dentro de cada proyecto los procesos asociados a cada especialidad involucrada (topografía, geología, entre otros.) tienen su propio flujograma, por lo que a un proyecto puede haber asociados varios flujos de trabajo (WorkFlow).

Dentro de cada flujograma se insertan una serie de tareas y actividades que deben ser definidas en este módulo según una secuencia de ejecución, con responsables y fechas de entrega.

Para cada uno de estas debe definirse características tales como:

- Tipo de Tareas y/o actividad según la especialidad asociada al proceso.
- Descripción de la tarea.
- Responsable de realizarla. (especialista dentro del proyecto). Recurso asociado.
- Plazo de entrega.

- Precisiones técnicas para llevarla a cabo.

Esta definición de tarea conformará el diseño del cronograma de ejecución. Terminada la confección de este cronograma cada especialista será notificado de las tareas que fueron asignadas y sus características de ejecución.

Una vez asignado el trabajo cada uno de los especialistas accede al módulo de control de acceso y comenzará a generar los ficheros de trabajo. Estos serán ubicados en el almacén de información del sistema según una codificación que tendrá que ver con la UEB, el tipo de trabajo, el objeto de obra, especialidad, etc., asignándole permiso de trabajo sobre el mismo. (Ver tablas del Anexo 3). Se creará una copia local por cada especialista y esta será actualizada al repositorio del proyecto cada vez que el especialista considere.

Al diseñarse este cronograma, queda diseñada y almacenada la secuencia de acciones que se deben llevar a cabo para generar y liberar los documentos, para realizar modificaciones sobre éstos, y para aprobarlos.

Los ficheros de trabajo una vez creado contendrán una serie de metadatos⁴ con informaciones que facilitarán su búsqueda y el control de su estado dentro del flujo. (Wikipedia, 2009)

2.3.1.4. Gestionar el estado de los proyectos.

El sistema de Gerencia CAD se define como una aplicación distribuida, característica que facilita el acceso de los usuarios del sistema relacionados con un proyecto, independientemente de su ubicación geográfica.

Dada la forma en que se crean los ficheros de trabajo y la información que contienen, resulta muy fácil consultar su cumplimiento y medir luego, el estado general del proyecto de acuerdo al flujo de trabajo. Esta información debe ser brindada mediante gráficos, y tener acceso a ella todos los integrantes del proyecto, incluyendo los directivos de la empresa; de este modo se podrá conocer en todo momento el estado real del proyecto.

⁴ Datos estructurados que describen características de instancias para ayudar a identificarlas, descubrirlas, valorarlas y administrarlas.

Aparejado a esto se define un sistema de avisos, que no es más que el envío de mensajes originados por eventos dentro del motor de flujo de trabajo del proyecto debido a la terminación de una tarea que requiere la supervisión de un agente externo (un revisor o jefe de proyecto) o notificación en el atraso de un proceso por la no culminación en tiempo de una actividad.

2.3.2. Gestión de la Información de Proyectos.

Una parte esencial en todo sistema de Gestión de Proyectos CAD, es todo lo referente a la gestión de la información, como se almacena esta información, como se organiza, la forma en que se trate, acceda y manipule. A continuación se plantea como se debe llevar a cabo la concepción del sistema la administración de la actividad de proyectos.

2.3.2.1. Almacenamiento de la Información.

Una parte muy importante en todo sistema de gestión lo constituye el soporte de Almacenamiento de la Información y la forma en que se trate, acceda y manipule esa información.

Al crearse el proyecto, sus equipos de trabajo e integrantes, se generan en el almacén de información una estructura de carpetas debidamente organizada partiendo del tipo de proyecto y sus características. Ver Figura 2.1 y Figura 1 del Anexo 1. Esta estructura se almacena en un repositorio con una ubicación de un servidor de datos en una red corporativa.

Los ficheros de trabajo una vez creado, irán guardando un histórico del progreso de todas las ediciones hechas sobre el mismo. Todos los ficheros están asociados a metadatos que serán indexados en una base de datos central, con acceso controlado, partiendo del código de identificación del fichero. alguna de las informaciones asociada a los ficheros pudiera ser:

- Información sobre el contenido.
- Datos del proyecto al que pertenece.
- Datos técnicos relativos a normas y procedimientos de calidad que requiere para su desarrollo.

- Número de revisiones y controles dentro del flujo.
- Relación que pueda tener con otros ficheros.
- Información sobre derechos de acceso.

La información queda por tanto almacenada de una forma lógica, conforme a estas características, de manera que los diferentes módulos puedan hacer uso de esta.

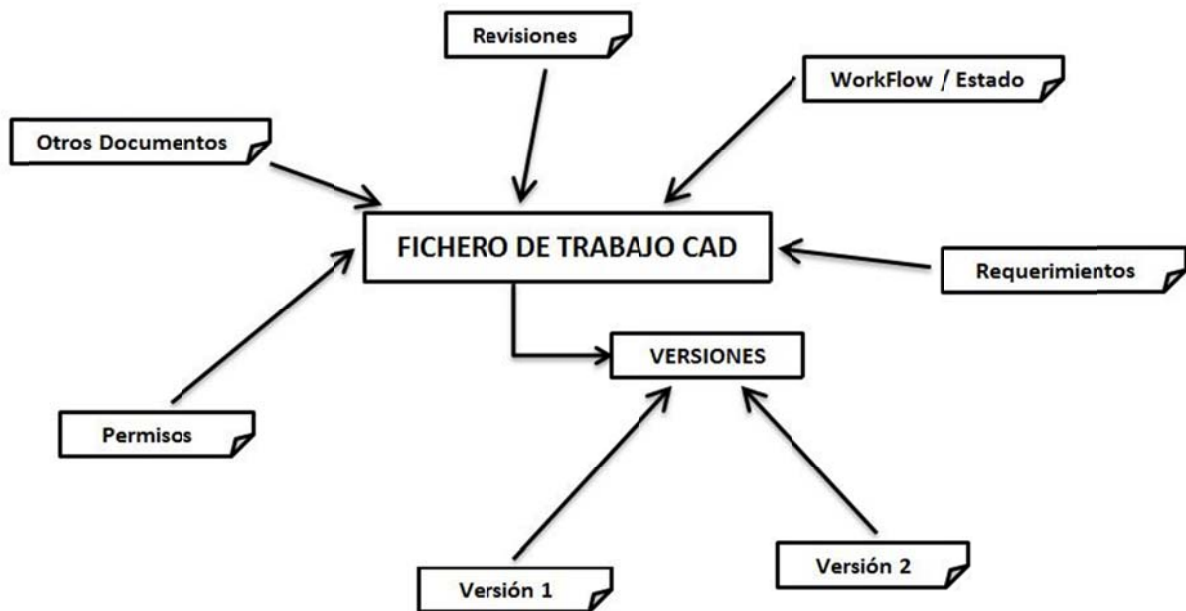


Figura 2.6. Información almacenada en cada fichero de trabajo editado.

Esta información puede ser de mucha utilidad a la hora de realizar búsquedas, basada en diferentes criterios. Si el fichero es eliminado por parte del gerente CAD, se desechará la referencia del mismo en la base de datos.

También deberá, “estar al corriente” de los diferentes estados por los que pasa cada tipo de documento a lo largo de su ciclo de vida (Liu, y otros, 2001). Cómo se crean, cómo se utilizan, cómo se modifican, se almacenan y se archivan. Teniendo en cuenta esto se debe definir un sistema de control de versiones, mediante un histórico de versiones asociado a cada fichero. Esto facilitará retroceder en cuanto a cambios realizados en un fichero.

2.3.2.2. Gestión de la Información de los proyectos.

Según el tipo de proyectos que se realice, el gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la información técnica relacionada con: Geología, Topografía, Hidrología, Cálculo de Volúmenes de excavación y el proceso de diseño de las Redes Hidráulicas; siendo el único responsable de modificar sus valores, los cuales, estarán disponible al especialista que lo requiera, según el rol a desempeñar dentro del proyecto.

2.3.2.3. Gestión de las normas Técnicas y de Calidad.

Durante el proceso de diseño se utilizan una serie de normas para garantizar la estandarización y calidad del diseño que se entrega. En el estudio realizado se detectó la falta de sistematicidad en el uso de estas normas y que eran utilizadas bajo criterios del especialista, trayendo consigo incongruencias en el trabajo del equipo y atrasos en la entrega debido a las revisiones en las que había que incurrir para resolver estos problemas.

El sistema CAD propuesto, permitirá la estandarización a través de un módulo de definición de normas y directivas técnicas, trazando reglas de obligatorio cumplimiento por todos los integrantes del equipo y que estarán a disposición de acuerdo al rol que desempeñen.

El control se realizará a través de la Gerencia CAD, mediante una plataforma CAD libre que se basa en la utilización de plantillas que se definen por cada rol a desempeñar en el proyecto. En estas plantillas se definen capas (Layers) para cada elemento de diseño, en dependencia de la especialidad de que se traté, al igual que el estilo de trazado de la línea, color y espesor que las define. La definición de capas, estilos y normas técnicas no pueden ser editados por los usuarios de la aplicación CAD con la que se encuentren trabajando, solo tendrá acceso a su modificación el Gerente CAD o administrador.

En la figura 2.7 se muestra un ejemplo de aplicación CAD, relacionada con la planificación del abasto, rol a desempeñar en la actividad de diseño de redes hidráulicas. La se alimenta con la información técnica gestionada por la Gerencia CAD. El módulo gráfico está desarrollada como un componente APPLET que se carga sobre una aplicación distribuida Web. (Uliver Cruz, 2010)

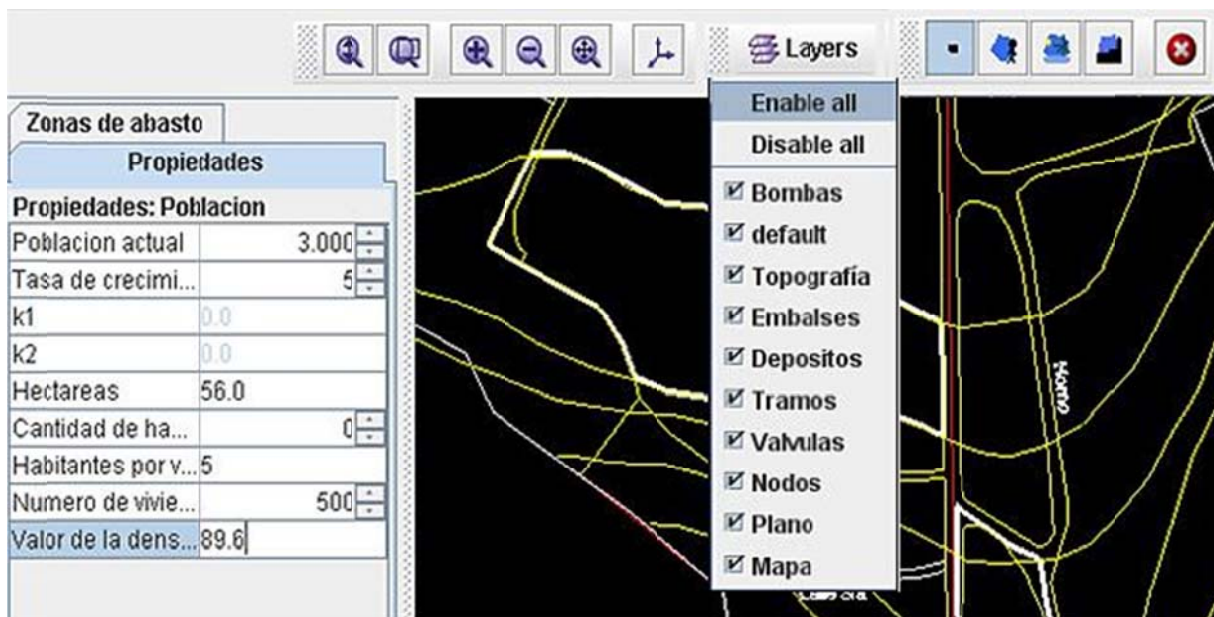


Figura 2.7. Gestor gráfico de software libre que muestra un listado de Parámetros técnicos normados y capas de dibujo gestionados por la Gerencia CAD (Uliver Cruz, 2010).

De igual forma se definen una serie de capas para elementos comunes como: acotados y formatos, los cuales no pueden ser modificadas sin la aprobación del Gerente CAD.

También se definirá los estilos de letras, números y símbolos, según la NC-02-03-04 Letras, números y signos de 1978. Se gestionan las escalas para cada tipo de plano según la especialidad.

Por último se definirá el estilo de codificación que se seguirá para nombrar los ficheros CAD que se generen por cada proyecto según el proyecto del que se traté y la UEB y especialidad a la que pertenezca el plano a diseñar.

2.3.2.4. Seguridad e Integridad de la Información.

Es responsabilidad de este módulo la seguridad de la información en el sistema, la restricción de accesos no autorizados, registro de los accesos y de las modificaciones u otras acciones realizadas por diferentes integrantes del grupo de trabajo, de manera que en todo momento pueda conocerse el estado.

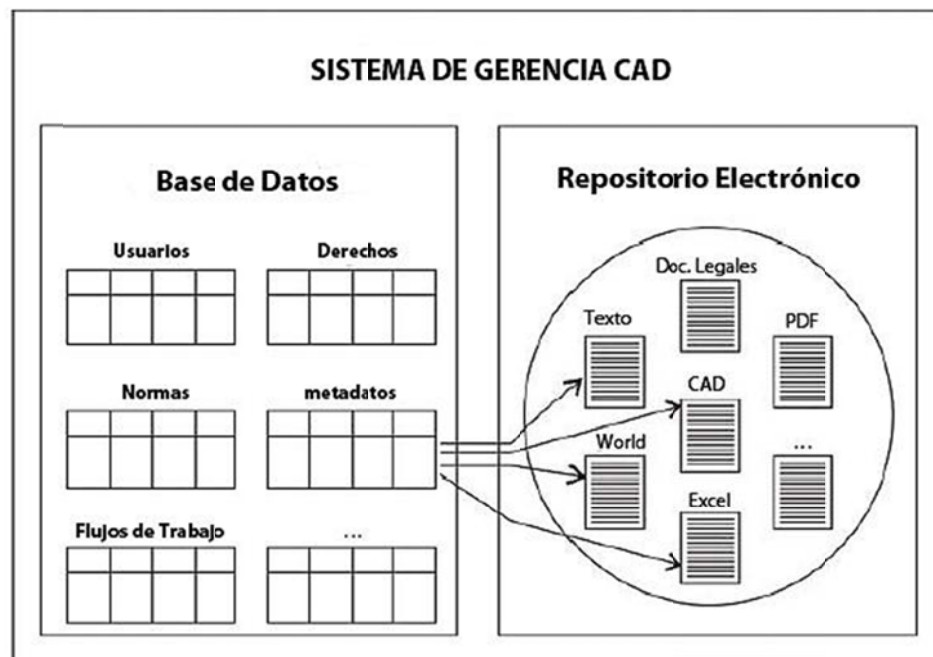


Figura 2.8. Componentes Básicos asociados al repositorio de información.

El sistema de Gerencia CAD gestiona los ficheros de trabajo desde una localización central o repositorio y controla todos los accesos a estos ficheros, de cara al usuario, mediante el módulo de control de acceso. El sistema debe proveer una administración de derechos que permita asignar roles a los usuarios que definirán los derechos para leer o escribir en ficheros individuales y directorios.

La gerencia CAD como sistema de Gestión de Datos ingenieriles (EDM) debe concebir la capacidad de manejar las diferentes versiones de los ficheros, guardando la progresión de todas las ediciones que se hacen al fichero CAD editado. Todo fichero CAD debe incluir un histórico de versiones. Ese mecanismo provee un control de concurrencia, previniendo inconsistencias en los datos y simultaneas modificaciones en un mismo dato que puedan corromper la información y dar al traste con la calidad del proceso. (Menasce, et al., 1982)

El especialista, tiene acceso a los datos de cara al repositorio de datos mediante una aplicación que brinda información de los ficheros en los cuales les corresponde trabajar, de los cuales puede conocer su estado actual: edición, revisión, terminado, impresión o error.

Al pasar un fichero al estado de edición, provoca que se realice una copia de la última versión del fichero CAD en la máquina del especialista desde donde puede ir trabajando. Cuando el usuario está satisfecho con los cambios hechos al fichero, asigna el estado CHECK-IN (Liberado) y este pasa a tener una nueva versión guardándose en el historial de versiones del fichero. Esto garantiza consultar la última versión disponible de un fichero CAD, pudiendo regresar en su registro de versiones (revisiones) si se detecta algún error en el trabajo.

La revisión de versiones debe realizarla el gerente CAD o un especialista revisor designado para eso.

2.3.2.5. *Búsqueda de la Información.*

Los metadatos asociados a cada uno de los ficheros brindarán información útiles para la búsqueda según determinados criterios: tipo de documentos, estado del fichero, proyecto al que pertenece, objeto de obra que abarca, versión, fechas de entrega, entre otras cosas.

2.3.3. Control del Flujo de Trabajo en la Gestión de la Información.

Se basa en el trabajo del Motor de WorkFlow escogido y la definición del flujo de trabajo de actividades, intentando automatizar la coordinación de todos los elementos que componen un proceso, indicando que hay que hacer, en qué orden, quién debe hacerlo y que recurso humano o tecnológico debe emplearse.

La estructura para la ejecución del flujo de trabajo se muestra en la Figura 1 del Anexo 9. Como se puede apreciar, la separación entre la definición y el entorno de ejecución permite almacenar la información de definición del proceso en la base de datos del sistema, y ésta ser accedida por distintos entornos de ejecución. En el Tabla 1 del propio anexo se describen cada uno de los elementos.

Para realizar un correcto seguimiento de la ejecución del flujo de trabajo del proyecto debe realizarse un diseño correcto del modelo de flujo que será ejecutado, evaluado y cumplimentado. En el Anexo 10 se describen los elementos a tener en cuenta para el diseño del modelo de WorkFlow.

El control del flujo evita pasar por alto algunas de las fases del flujo de trabajo definido; indicará la siguiente tarea a realizar, impidiendo que se realicen tareas que no sean consecuentes con el flujo de trabajo definido, o que sean realicen tareas por usuarios no autorizados. (Ver anexo 21)

2.3.4. Gestión de Configuraciones.

El usuario definido como administrador del sistema deberá poder realizar todas los mantenimientos necesarios, no de la información, si no de los parámetros que permitirán el funcionamiento del sistema y el acceso a la información.

El módulo de Administración, es el que permite describir el entorno y la configuración inicial del sistema, su configuración, implantación y puesta en marcha. Este módulo, también permitirá las redefiniciones necesarias para adaptar el sistema a los cambios del entorno.

En este módulo se definen los nomencladores según: tipos de proyectos, tareas y actividades, definición de estilos, roles y definición de procesos o flujos comunes durante el trabajo del proyecto (envío de correos, definición de estructura organizativa, entre otros), así como las políticas a seguir en la salvaguarda de la información. Además, se definen otras especificaciones de la configuración inicial: conexión de bases de datos, aplicaciones informáticas disponibles para el uso, configuración de impresión, entre otras.

2.4. Tecnologías Informáticas para el desarrollo de la Gerencia CAD.

El diseño de una aplicación para la Gerencia CAD debe estar enfocada a la integración con una plataforma CAD desarrollada en plataforma Java, fruto de la colaboración entre la Facultad de Informática y el Centro de Estudios CAD/CAM, ambos pertenecientes a la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”. (Menéndez, 2010) (Uliver Cruz, 2010)

Para facilitar esta integración, la gerencia CAD debe implementarse sobre tecnologías libres. A continuación se esbozan las tecnologías y herramientas que fueron seleccionadas.

2.4.1. Arquitectura Cliente / Servidor

La colaboración entre los proyectistas de diferentes disciplinas es un aspecto cada vez más importante para el diseño de objetos y sistemas complejos. Los sistemas modernos de CAD tienen posibilidades de manejar esta complejidad, pero el modelado y diseño de tecnología sólo es compatible con el modelo de producto único y de usuario único. (Pérez, 2004)

La arquitectura cliente/servidor es un modelo para el desarrollo de sistemas de información en el que las transacciones se dividen en procesos independientes que cooperan entre sí para intercambiar información, servicios o recursos. Se denomina cliente al proceso que inicia el diálogo o solicita los recursos y servidor, al proceso que responde a las solicitudes. (Alvarez, 2007)

En este modelo las aplicaciones se dividen de forma que el servidor contiene la parte que debe ser compartida por varios usuarios, y en el cliente permanece solo en lo particular de cada usuario. Es utilizado por todas las aplicaciones de Internet/Intranet y por ende por todas las aplicaciones con tecnología Web. (Geoff Hedges, 2004)

Actualmente la gran mayoría de las aplicaciones de gestión empresarial hacen uso del modelo Cliente/Servidor, precisamente en el desarrollo de la aplicación se tendrá en cuenta por las razones siguientes: (Valle, 2005) (Alvarez, 2007)

- Centralización de los recursos: mediante el servidor se puede administrar los recursos comunes para todos los usuarios.
- Red escalable: esta arquitectura, permite quitar o agregar clientes sin afectar el funcionamiento de la red.
- Centralización del control: los accesos, recursos y la integridad de los datos son controlados por el servidor de forma que un programa cliente defectuoso o no autorizado no pueda dañar el sistema.
- Escalabilidad: aumenta la capacidad de clientes y servidores por separado pudiendo ser los elementos aumentados o mejorados en cualquier circunstancia; además, se pueden añadir nuevos nodos a la red cliente-servidores.

- Mantenimiento fácil: distribuidas las funciones y responsabilidades en diferentes equipos independientes, se puede reemplazar, reparar, actualizar, o trasladar un servidor, mientras sus clientes no son afectados por el cambio.

La optimización del rendimiento es la principal bondad de la arquitectura cliente/servidor, donde los paquetes de herramientas CAD permiten trabajar con 4 grandes conjuntos de forma eficiente: (Geoff Hedges, 2004)

1. Garantizando la ingeniería concurrente entre los miembros del equipo de diseño.
2. Reduciendo al mínimo la información mediante el uso de datos de diseños depurados y precisos.
3. Optimizando el manejo interactivo de los datos por parte del equipo de diseño.
4. Optimizando los conjuntos grandes para facilitar el uso a otros equipos durante procesos ulteriores.

2.4.2. Técnicas para el desarrollo de aplicaciones distribuidas.

Un caso particular de los sistemas Cliente-Servidor son las aplicaciones distribuidas a través de una red. En la actualidad, la aplicación de sistemas informáticos basados en la Web, constituye una herramienta fundamental para las organizaciones que desean tener cierta presencia competitiva (Ford, 2004).

Las aplicaciones web son las herramientas más efectivas para lograr un objetivo interoperacional o de mucho flujo de información, debido a lo práctico del navegador Web como cliente ligero, así como a la facilidad para actualizar y mantener las aplicaciones sin distribuir e instalar software a varios usuarios (Angulo Velázquez, 2010). Una aplicación Web permite acceder siempre a la información actualizada en cualquier parte de la red; es una de las mejores herramientas para divulgar, gestionar y compartir la información por lo que trae consigo un aumento de la eficiencia en cuanto a la manipulación del volumen de la misma (Vegas, 2010).

2.4.2.1. Tecnologías Web disponibles en la actualidad.

El éxito de las Aplicaciones de Internet Enriquecidas (RIA por sus siglas en inglés) se debe a la superioridad que tienen ante las aplicaciones tradicionales, ya que estas últimas presentan como inconveniente la necesidad de recarga continua de las páginas, trayendo consigo un alto tráfico entre el cliente y el servidor. Este tipo de aplicación por sus características se acerca más al nivel de interactividad y rápida respuesta de las aplicaciones desktop. (Cheng, 2008)

Existen muchas herramientas para la creación de entornos RIA. Entre estas se puede mencionar las plataformas desarrolladas por Adobe: Flash, Flex y Air, OpenLaszlo, Silverlight de Microsoft, JavaFX Script de Oracle y Bindows de MB Technologies. Todas estas tecnologías, libres o no, se basan en una filosofía de trabajo común llamada “Asynchronous JavaScript and XML” (AJAX). A diferencia de los Applets o Flash, AJAX está basado en el navegador y javascript estándar sin requerir plugins propietarios.

Ajax permite introducir una comunicación de peso ligero entre clientes y servidores, permitiendo actualizaciones dinámicas y mucho más control sobre la aplicación. (Darie, 2006).

2.4.2.2. Lenguajes de programación para la Web.

Actualmente existen diferentes lenguajes de programación para desarrollar en la web, estos han ido surgiendo debido a las tendencias y necesidades de las plataformas. Los lenguajes se dividen en dos grupos fundamentales: los del lado del servidor y los del lado del cliente. En la primera categoría se encuentran: PHP, Java, entre otros, y en el segundo grupo se encuentra JavaScript (AJAX), usado para aportar características de interactividad. (Ford, 2004)

Java

Java es uno de los lenguajes de programación más difundidos en el mundo, y se usa con una gran variedad de fines, incluyendo el desarrollo de grandes aplicaciones empresariales. Las características principales que ofrece Java respecto a otros lenguaje de programación son: simplicidad, orientación a objetos, distribuido y confiabilidad (Bruce, 2005).

Las características fundamentales que conllevaron a seleccionar como lenguaje de programación a Java se muestran a continuación:

- ✓ Amplio respaldo de la comunidad Open Source: a diferencia de otros lenguajes de programación puramente comerciales, el código fuente de todas las APIs (Interfaz de Programación de Aplicaciones) de java está a la disposición de los programadores.
- ✓ Programación completamente orientada a objeto: la concepción de Java de tratar cualquier componente como un objeto permite que el código, una vez generado, pueda ser empleado en otras aplicaciones, por lo que posee un nivel de reutilización bastante alto. (Deitel, 2004)
- ✓ Simple: elimina la complejidad de los lenguajes como "C" y da paso al contexto de los lenguajes modernos orientados a objetos. (Flanagan, 1997)
- ✓ Robusto: Java verifica su código al mismo tiempo que lo escribe, y una vez más antes de ejecutarse, de manera que se consigue un alto margen de codificación sin errores.
- ✓ Facilidad de obtención de IDEs: no sólo el código fuente de Java es de libre distribución, sino que existen numerosos entornos de desarrollo (IDE), totalmente gratuitos.

Todos los entornos de desarrollo (IDE) disponibles ofrecen las garantías y características más que suficientes para desarrollar proyectos informáticos de elevada complejidad.

Java se ha convertido en una de las innovaciones tecnológicas con más crecimiento en los últimos tiempos. Este crecimiento ha traído la proliferación de una gran cantidad de marcos de trabajo (framework) que permiten hacer uso de este conjunto de tecnologías de forma fácil, aunque la gran cantidad y evolución de los framework existentes ha traído como consecuencia no saber escoger el más adecuado para el desarrollo de una aplicación. (García, 2000)

2.4.3. Framework basado para el desarrollo de aplicaciones Web.

Los framework son una estructura de soporte definida en la cual otro proyecto de Software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, un framework puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje scripting entre otros software para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto. Representan una arquitectura de software que modela las relaciones generales de las entidades del dominio. (Johnson, 2009)

Los frameworks son diseños reusables de todo o parte de un sistema de software descrito por un conjunto de clases abstractas y la forma en que las instancias de esas clases colaboran. Un buen framework puede reducir el costo de desarrollo de una aplicación en gran medida porque permite reutilizar el diseño y el código (Gutiérrez, 2008). Ellos no requieren una nueva tecnología porque pueden ser implementados con existentes lenguajes de programación orientados a objetos. Existen Frameworks de desarrollo basados en Java que tributan a diferentes regiones de trabajo dentro de un proyecto. Ejemplo de esto tenemos a: Spring para la capa de negocios, Hibernate para la capa de acceso a datos, ZK en la capa de presentación, entre otros.

2.4.3.1. Framework Hibernate.

El mapeo objeto-relacional (más conocido por su nombre en inglés, Object-Relational Mapping, ORM) es una técnica de programación para convertir datos entre el sistema de tipos utilizado en un lenguaje de programación orientado a objetos y el utilizado en una base de datos relacional. Hay paquetes comerciales y de uso libre disponibles que desarrollan el mapeo relacional de objetos, aunque algunos programadores prefieren crear sus propias herramientas ORM.

Los frameworks ORM son los encargados de gestionar todas las asociaciones, herencias y polimorfismos, facilitando así el manejo a conexiones y transacciones. Utilizar un framework ORM en el desarrollo de una aplicación informática trae consigo productividad, facilidad de mantenimiento, rendimiento e independencia del distribuidor, entre los framework más conocidos para el desarrollo ORM se encuentra Hibernate.

Existen dos tipos de frameworks ORM, los primeros permiten tener un control total de las sentencias (SQL, Lenguaje secuencial de consultas). Hibernate es el que genera todo el SQL necesario, esto trae como principal ventaja para el sistema, que la velocidad de desarrollo aumenta, al utilizar un framework de este tipo, ya que los desarrolladores sólo deben preocuparse por escribir las clases que se mapearán y el framework se preocupa por hacer todas las operaciones de acceso a datos y de manipulación de los datos: inserción, modificación, eliminación y consulta. (González, 2003) (Bauer, y otros, 2007)

Hibernate es una herramienta ORM que ha conseguido una excelente reputación en la comunidad de desarrollo. De este modo, se ha posicionado claramente como el producto OpenSource, líder en este campo gracias a sus prestaciones, buena documentación y estabilidad. Es valorado por muchos incluso como solución superior a productos comerciales dentro de su enfoque. (Fowler, 2008).

2.4.3.2. Framework ZK.

ZK es un framework para la construcción de aplicaciones Web basado en AJAX, completamente desarrollado en Java. ZK permite la construcción de interfaces usuario ricas (RIA) sin necesidad de usar ni conocer JavaScript. (Chen, y otros, 2007). Incluye un motor, basado en AJAX, que permite el manejo de eventos lanzados por la actividad del usuario, de forma similar a lo que ocurre en las aplicaciones Desktop y un conjunto rico de componentes para el diseño de interfaces de usuario. (Liu, 2008) (Markus, y otros, 2008)

Una de las principales ventajas que brinda este framework, es que soporta un lenguaje de marcación para la definición de una potente interfaz de usuario llamada ZUML. Está concebida para que desarrolladores no expertos diseñen interfaces de usuario, de forma eficiente. Además, permite la programación basada en componentes, de manera similar a Swing⁵, trayendo consigo una buena comunicación entre el usuario y el sistema. ZK es una de las plataformas que permite hacer más fácil la programación Web. (Cheng, 2008)

2.4.4. Herramientas para el trabajo con Flujo de Trabajo.

Los Sistemas de Gestión de Flujos de Trabajo (SGFT) son aquellos que dan soporte a la definición del flujo de trabajo y a su posterior ejecución.

Un SGFT es “un sistema que define, crea y gestiona la ejecución de flujos de trabajo mediante el uso de software, siendo capaz de interpretar la definición del proceso, interactuar con los participantes y, siempre que se requiera, invocar el uso de herramientas y aplicaciones” (Workflow Management Coalition Members, 2000).

Los sistemas informáticos que incorporen un motor de WorkFlow deben permitir:

⁵ Swing es una biblioteca gráfica para Java para el desarrollo de aplicaciones de Escritorio basada en Java.

- ✓ Establecer los mecanismos de control y seguimiento de los procedimientos organizativos en los procesos empresariales y productivos.
- ✓ Independizar el método de trabajo y flujo de trabajo de las personas que lo ejecuten, facilitando la movilidad del personal.
- ✓ Agilizar el proceso de intercambio de información y agilizar la toma de decisiones sobre soluciones productivas.

Existen en el mercado sistemas orientados en más o menos grado a la automatización de tareas de flujo de trabajo, basándose estos en diferentes tecnologías:

- ✓ Centrados en el correo electrónico. utiliza el email como medio de comunicación.
- ✓ Centrados en el documento. la principal característica es que los documentos circulan e interaccionan con aplicaciones externas; predominan los aspectos de gestión de documentos.
- ✓ Centrados en el proceso. los mecanismos de comunicación entre las actividades y/o los datos, donde adquiere una mayor importancia el propio proceso.

El presente trabajo, está enfocado fundamentalmente a la gestión de proyectos, centrándose en el manejo de documentos técnicos y de Ingeniería (EDM). A partir de la búsqueda realizada de la bibliografía científica sobre los productos fundamentales que cumplen esta línea (centrados en el documento), se refleja que existe una gama amplia, mayormente de tecnología propietaria y en todos los casos con precios elevados.

Sin embargo, existen una serie de alternativas en el área de software libre u OPENSOURCE que hemos considerados:

- Alfresco. creación de Portales de Internet que incluye un motor WorkFlow para gestión documental.
- Jboss JBPM. recomendada para la producción Empresarial, incluye una herramienta visual para el diseño de Flujos de Trabajo.
- OsWorkFlow. Excelente herramienta con fácil integración y muchas funcionalidades.

Valorando las alternativas encontradas, se escoge para utilizar como motor de Flujo de Trabajo a la biblioteca “OSWorkFlow”, por su facilidad de uso y múltiples bondades en cuanto a funcionalidades e integración con diferentes contenedores en plataforma Java. Conjuntamente, y tomando en cuenta que el lenguaje de definición de flujos de trabajo es estándar se decide utilizar la herramienta visual “Activiti 5.0” que forma parte de la biblioteca JBPM, para diseñar los diagrama flujo de trabajo (Workflow) por proyecto. (Ver anexo 21)

OSWorkFlow es un motor de Workflow de código abierto basado en Java. Nos ayuda a enfocar el trabajo en la lógica del negocio que se pretende automatizar y sus reglas, evitándonos una codificación extensiva y complicada en extremo. La integración con cualquier aplicación basada en Java es muy fácil. (Naya Lazo, 2007)

Además, nos permite definir los distintos pasos del flujo de trabajo, restricciones para la ejecución de acciones, alternativas de estado dependiendo del resultado de la acción que se ejecute, acciones que bifurcan o unen flujo, funciones que se ejecutan antes o después de realizar una acción, entre otras. Por otra parte, la herramienta visual escogida, nos permite el diseño visual del flujo de trabajo generando la definición para cada proyecto a través de un fichero de intercambio XML (estándar en la industria) y se integra con todas las tecnologías disponibles de desarrollo en Java.

2.4.5. Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD).

La necesidad de la representación y la manipulación computacional de grandes volúmenes de información, así como la presentación y tratamiento para el apoyo a la toma de decisiones, da paso al surgimiento de las bases de datos (BD) siendo definida como “una serie de datos organizados y relacionados entre sí, y un conjunto de programas que permitan a los usuarios acceder y modificar esos datos.” (Burbano, 2006)

En el desarrollo de la propuesta se utilizan las bondades que brindan estos sistemas, como son la definición y el control centralizado de los datos, los mecanismos de seguridad e integridad, y el control de la concurrencia (García, 2003), y se aprovecha la forma eficiente que tienen para realizar copias de respaldo de la información y así restaurar éstas ante una pérdida.

2.4.5.1. *PostgreSQL*.

PostgreSQL es un Sistema de Gestión de Bases de Datos Objeto-Relacionales (ORDBMS), publicado bajo la licencia BSD 6 (Berkeley Software Distribution, por sus siglas en inglés). Este proyecto lleva más de una década de desarrollo, siendo hoy en día considerado como el sistema de bases de datos de código abierto más avanzado del mundo.

PostgreSQL está considerado uno de los SDBD más populares (Matthew, et al., 2005) y justifican ampliamente su elección para el desarrollo del Sistema de Gerencia CAD, entre ellas se destacan las siguientes (Lockhart, 1996):

- ✓ Incorpora la llamada MVCC (Multi-Version Concurrency Control, por sus siglas en inglés) para evitar bloqueos innecesarios, es decir que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos.
- ✓ Es altamente extensible, soporta operadores, funciones, métodos de acceso y tipos de datos definidos por el usuario.
- ✓ Soporta integridad referencial, la cual es utilizada para garantizar la validez de los datos de la base de datos.
- ✓ Tiene soporte para lenguajes procedurales internos, incluyendo un lenguaje nativo denominado PL/pgSQL, para la creación de los procedimientos almacenados y disparadores (triggers). (Andrade, 2002)
- ✓ Utiliza una arquitectura proceso-por-usuario cliente/servidor. Hay un proceso maestro que se ramifica para proporcionar conexiones adicionales para cada cliente que intente conectar a PostgreSQL.
- ✓ La característica de PostgreSQL conocida como Write Ahead Logging (WAL, por sus siglas en inglés) garantiza que en caso de que la base de datos se caiga, existirá un registro de las transacciones a partir del cual se puede restaurar la base de datos.

⁶ Esta licencia tiene menos restricciones en comparación con otras como la GPL estando muy cercana al dominio público. La licencia BSD al contrario que la GPL permite el uso del código fuente en software no libre.

El empleo de un SGBD como el PostgreSQL garantiza el control centralizado de los datos, los mecanismos de seguridad e integridad, y el control de la concurrencia que requiere el módulo propuesto.

2.4.6. Metodologías para el Desarrollo de Sistemas Informáticos.

La correcta elección de una metodología de desarrollo de software determina en gran parte, el éxito del mismo. Por lo que se ha convertido en todo un reto el seleccionar una metodología que responda a las necesidades de la organización y las características específicas del proyecto a desarrollar.

Existen varias propuestas metodológicas que inciden en distintas dimensiones del proceso de desarrollo, por una parte están aquellas más tradicionales que se centran en el control del proceso, la documentación exhaustiva y la planificación, y por otra parte están las que tienen en cuenta la capacidad de respuesta a los cambios, la confianza en la habilidades del equipo de desarrollo y el mantener una buena relación con el cliente, conocidas como metodologías ágiles. (Solís, et al., 2001)

2.4.6.1. Metodologías Tradicionales.

Entre las principales metodologías tradicionales conocidas, se encuentran RUP. Rational Unified Process (RUP). Es guiado por casos de uso y centrado en la arquitectura y utiliza UML (Unified Modelling Language) como lenguaje de notación. Además pertenece a la familia de metodologías tradicionales, a causa de la gran cantidad de procesos y documentación que requiere. (Sánchez, 2004)

2.4.6.2. Metodologías Ágiles.

Luego de varias opiniones tanto a favor como en contra de las metodologías tradicionales se genera un nuevo enfoque denominado, métodos ágiles, que nace como respuesta a los problemas detallados anteriormente y se basa en dos aspectos puntuales, el retrasar las decisiones y la planificación adaptativa; permitiendo potenciar aún más el desarrollo de software a gran escala (Canos, 2008).

Como resultado de esta nueva teoría se crea un Manifiesto Ágil, teniendo como principales ideas que los individuos y las interacciones entre ellos son más importantes que las herramientas y los procesos empleados, que es más eficiente crear un producto de software que funcione, que escribir documentación exhaustiva, y que la capacidad de respuesta ante un cambio es más importante que el seguimiento estricto de un plan (Hernán, 2004). Entre las principales metodologías ágiles, se encuentra Extreme Programming (XP), AUP e ICONIX; siendo esta última la seleccionada para el desarrollo de la aplicación.

ICONIX es una metodología de desarrollo de software que predice ambos procesos del Proceso Unificado Racional (RUP), la Programación Extrema (XP) y el desarrollo del software Ágil. Como RUP, el proceso de ICONIX es UML pero más ligero. ICONIX proporciona requisito suficiente y documentación del plan, pero sin la parálisis del análisis.

El Proceso ICONIX es una metodología minimalista y estilizada que se enfoca en el área que yace entre los casos de uso y el código (González, 2009). Esencialmente, su proceso se describe en el análisis "lógico" y plan el proceso modelado. (Patricia, 2008).

El diagrama de la figura 1, del Anexo 11, retrata la esencia del enfoque aerodinámico en el desarrollo del software, que incluye un juego mínimo de diagramas de UML y algunas valiosas técnicas, que se toman de los casos del uso para codificar rápida y eficazmente (Rosenberg, 2007).

Las fases que establece ICONIX para el desarrollo de un software son:

1. Requerimientos.

- ✓ Requerimientos funcionales.
- ✓ Modelado del dominio.
- ✓ Requerimientos de comportamiento.
- ✓ Revisión de requerimientos.

2. Análisis y diseño preliminar.

- ✓ Análisis de robustez.

- ✓ Actualización del modelo del dominio mientras se escriben los casos de uso y se dibuja el diagrama de robustez.
- ✓ Nombrar todas las funciones lógicas de software (controladores) necesarias para que los casos de uso funcionen.
- ✓ Reescribir el borrador de los casos de uso.

3. **Revisión del Diseño Preliminar. (PDR)**

4. **Diseño detallado.**

- ✓ Diagrama de secuencia.
- ✓ Actualización del modelo del dominio mientras se dibuja el diagrama de secuencia.
- ✓ Limpiar el Modelo estático.

5. **Revisión crítica del diseño. (CDR)**

6. **Implementación.**

- ✓ Código y unidad de prueba.
- ✓ Integración y escenario de prueba.
- ✓ Realizar una revisión de código y actualización del modelo.

Las principales características que conllevó a desarrollar el software con ICONIX son:

- ✓ Tiene en cuenta los cursos básicos y alternos, trayendo logrando buena descripción de cada caso de uso, con sus funcionalidades y dejando claro sus especificidades.
- ✓ Es rastreable de un paso al próximo.
- ✓ Permite hacer cambios en los requerimientos funcionales.
- ✓ Flexible para diferentes estilos de trabajo y clases de problemas.
- ✓ No incorpora tantos diagramas UML.
- ✓ Mantiene una atención sostenida en la rastreabilidad de los requerimientos.

En el desarrollo de la modelación de la propuesta se empleó la herramienta de modelación basada en UML 2.1: VISUAL PARADIGM, que cubre todos los aspectos del ciclo de desarrollo de software, desde la captura de requerimientos, pasando por el análisis, diseño e implementación.

CONCLUSIONES del capítulo.

Durante la descripción de la propuesta de desarrollo del sistema de Gerencia CAD, emanaron las conclusiones siguientes:

1. El análisis mediante el despliegue de la Función Calidad (QFD) permitió evaluar objetivamente las necesidades reales del cliente y demostrar la factibilidad y ventajas que representa el desarrollo de la propuesta.
2. La Gerencia CAD permite estandarizar la documentación técnica obtenida durante el desarrollo de un proyecto, en cuanto a codificación de documentos, uso de normas técnicas y estilos de trabajo.
3. La concepción de la Gerencia CAD facilita la creación de equipos de trabajo y controla la asignación de tareas a cada uno de sus miembros de acuerdo al rol que desempeñe dentro del proyecto.
4. La propuesta de Gerencia CAD permitirá realizar un seguimiento de estado del proyecto mediante el control del flujo de trabajo y el cumplimiento de las tareas y procesos involucrados.
5. El modelo Cliente/Servidor es el que más concuerda con las necesidades de los proyectos de redes de abasto de agua, dadas las características del flujo de información, su arquitectura y la necesidad inminente de una eficiente gestión de la información.
6. PostgreSQL, como gestor de base de datos, garantiza el control centralizado de los datos, los mecanismos de seguridad e integridad, y el control de la concurrencia que requiere la propuesta.
7. La elección de ICONIX como metodología de desarrollo de software resulta ideal en un proyecto con requisitos cambiantes y con tiempo limitado de realización.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE GERENCIA CAD

3. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE GERENCIA CAD.

Una vez escogida la metodología a utilizar comenzaremos a desarrollar todos los artefactos de la ingeniería de software siguiendo las fases y pasos propuesto en ICONIX.

Se determinarán los requerimientos funcionales, y a partir de ellos se elaborará el modelo del dominio, se definirán los casos de uso principales y los diagramas de secuencia. De definirá además, el diagrama de robustez por medio de arquitectura que propondremos de la aplicación construyéndose los diagramas de secuencia que darán paso finalmente a la implementación de nuestro módulo.

3.1. Modelos del Dominio.

El modelo del dominio es un artefacto basado en palabras y conceptos relacionados con el problema que se trate, el cual puede ser refinado y actualizado a mientras dure el desarrollo del proyecto. Captura los tipos de objetos y conceptos fundamentales, estos objetos representan cosas o eventos que ocurren en el entorno en el que trabaja el sistema. Muchos de estos objetos del dominio o clases se obtienen a partir de la especificación de los requerimientos. (Jacobson, y otros, 2000)

Cuando se crea el modelo del dominio, el autor está creando y construyendo una representación de los objetos, glosario o un diccionario de términos utilizados en el proyecto, formando las bases para la construcción de los casos de uso. Además proporciona un vocabulario común que permite buena comunicación entre los usuarios y los desarrolladores (Rosenberg, 2007). El modelo del dominio está compuesto por varios pasos los cuales son:

- Listar los requerimientos del sistema.
- Extraer los sustantivos o frases sustantivas de los requerimientos.
- Realizar el diagrama del modelo de dominio.

Para el desarrollo del módulo propuesto, se aprovechó una de las principales ventajas de ICONIX, o sea, su flexibilidad y adaptabilidad ante requisitos cambiantes.

3.1.1. Requerimientos del Dominio.

La lista de los requerimientos funcionales es una etapa principal para todo el proceso de desarrollo del software, la misma surge mediante un análisis de los requisitos del sistema, los cuales son las condiciones o capacidades que un sistema debe satisfacer, así como las especificidades de sus acciones. Para realizar una buena captura de requerimientos es muy importante la comunicación que se establezca entre el cliente y los desarrolladores. (Zeineddin Saburit, 2010)

La lista está enmarcada en el contexto de pequeños párrafos donde se describe los requisitos funcionales. Todos los términos (sustantivos y frases sustantivas) señaladas son los principales objetos que componen el modelo del dominio. Una de las principales ventajas que ofrece ICONIX para el desarrollo de la aplicación, es lo flexible y adaptable ante cualquier cambio, principalmente cuando se está creando el modelo del dominio, ya que dispone que una buena fuente de las clases sea representada por los requerimientos funcionales de alto nivel. A continuación se muestra la lista de los requerimientos funcionales:

1. El sistema será capaz de gestionar la información relacionada con los proyectos de redes hidráulicas de abasto.
 - a) Para crear un nuevo proyecto el Gerente CAD debe especificar el nombre del proyecto, tipo de proyecto, proyectista general, fecha de inicio, fecha de culminación, presupuesto, sistema medida, prioridad, organismo-empresa-responsable al que pertenece.
 - b) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de ver una lista con los proyectos existentes, así como modificar o eliminar un proyecto de la lista.
 - c) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de realizar búsquedas en función de diversos parámetros (Tipo Proyecto, Especialista General).
 - d) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de visualizar, modificar, controlar la información específica de un proyecto según su tipo.
 - e) El Gerente CAD permitirá a los proyectistas visualizar todos los proyectos a los que están asociados, así como las actividades que desempeñan cada uno.

2. El sistema será capaz de permitirle al Gerente CAD asignarle un proyectista general a un proyecto seleccionado y designar el equipo de trabajo.
 - a. El Gerente CAD a partir de una lista de trabajadores podrá insertar o eliminar trabajadores del equipo de trabajo, pudiendo además especificar la actividad que desempeñan en el proyecto. Sólo existirá un Proyectista General, y pueden existir varios actores que desempeñen una misma actividad, sólo el Proyectista General puede desempeñar varias actividades en un proyecto.
 - b. El sistema será capaz de notificar vía mensaje o correo electrónico al trabajador escogido que ha sido incluido en un equipo de trabajo.
3. El sistema le permitirá al Gerente CAD gestionar la información relacionada con los datos generales de proyecto que podrán ser utilizados por los proyectos que sean creados.
 - a) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los datos correspondientes a la geología.
 - a-1. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de actualizar los datos correspondiente a transformación del material según clase de suelo, colchón de asiento y estado material al que pertenecen.
 - a-2. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la información relacionada con los tipos de suelo, para ello debe especificar el tipo de suelo, la clase de suelo a la que pertenece y el patrón y color asociado a los tipos de suelos.
 - b) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la información referente a la zanja, según su tipo.
 - b-1. El Gerente CAD podrá gestionar la información relaciona con los parámetros de zanja, en cuanto a color y patrón.
 - c) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la información referente a Equipos, según tipo de equipo y ancho de corte.
 - c-1. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la información de los diámetros de equipos según su ancho de corte y número de pasadas.
 - d) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los tipos de pavimentos según el nombre, color, patrón y espesor.

4. El sistema permitirá, al Gerente CAD, gestionar la información relacionada con los datos generales para los proyecto de Acueducto, los cuales serán los valores por defectos para crear proyectos.
 - a) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los datos relacionados con el Replanteo (recubrimiento-min, excavación-máxima, pendiente -mínima, pendiente-máxima).
 - b) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de elegir que ecuación de pérdida se utilizará en los proyectos (H-W, D-W, M), así como gestionar la información relacionada con ello.
 - c) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los datos relacionados con requerimientos de diseño hidráulico del proyecto, según sus velocidades, presiones y sus rangos de colores correspondientes.
 - d) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los Materiales de tubería.
 - d-1. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la información relacionada con las presiones de los materiales de tubería en cuanto a presión nominal, diámetro exterior, diámetro interior, diámetro nominal y peso
 - d-2. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la información de los coeficientes de las ecuaciones de los materiales de tubería, según la ecuación y sus coeficientes.
5. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los datos que permitan la Planificación del abasto del proyecto.
 - a-1. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los datos correspondientes a la Población, para ello debe poder establecer la demanda, años vistas, el K1 y K2.
 - a-2. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar los datos correspondientes al Turismo, para ello debe especificar Demanda por Litros Por Habitación Día, Demanda en litros por visitantes día, K1 y K2 para el turismo.
 - e) El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar la norma de colores.
 - e-1. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de definir colores en relación a la población, turismo o grandes consumidores.

- e-2. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de definir el color del nodo cuando sea seleccionada la opción para abastecer y desabastecer para la zona de abasto
 - e-3. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de establecer mediante colores la opción de abastecer y desabastecer para los nodos que están relacionados
 - e-4. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de establecer mediante colores el comportamiento de las zonas de abasto en cuanto a densidad y población actual o futura.
 - e-5. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de establecer mediante colores las zonas de abasto que se relacionan con los nodos.
 - e-6. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de establecer mediante colores nodos que se relacionan con zonas de abasto.
 - e-7. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de establecer mediante colores ZA que se relacionan con un determinado nodo.
 - e-8. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de establecer mediante colores los nodos que se relacionan con una determinada ZA.
 - e-9. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de definir el color del tramo de tubería.
6. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar las norma de texto especificando el tipo de texto, nombre, tamaño, así como el tipo de letra, para la elaboración de la información gráfica, documentos y para visualizar los resultados.
 7. El Gerente CAD tendrá la posibilidad de gestionar las normas de línea especificando el nombre, grosor, color, tipo de línea, para el borde de los cajetines y para los formatos.
 8. El Gerente CAD diseñará los diagramas de flujo de trabajo que se definen para cada tipo de proyecto.
 9. El Jefe de Proyectos tendrá la posibilidad de establecer actividades a cada integrante de un equipo de trabajo de un proyecto, estableciendo un cronograma de tareas.
 10. El Jefe de Proyectos tendrá la responsabilidad de revisar la calidad del trabajo de los proyectistas.

11. El Motor de WorkFlow se encargará de ejecutar todos los flujos definidos por cada uno de los proyectos.
12. El sistema permitirá a cada usuario logearse y cerrar sesión.
 - a) El sistema permitirá a cada usuario ver los datos en correspondencia a los roles que tenga en los proyectos.
13. El sistema le permitirá al Administrador poder gestionar la información de los usuarios del sistema.
 - a) El Administrador tendrá la posibilidad de visualizar la lista de usuario del sistema, pudiendo insertar uno nuevo, modificar o eliminar un usuario.
14. El sistema permitirá al Administrador gestionar las operaciones de los usuarios.
 - a) El sistema posibilitará al Administrador visualizar la lista de traza de operaciones permitiendo poder ver las trazas realizadas.
 - b) El sistema podrá insertar traza de operaciones, cuando algún usuario realiza una función en el sistema.
 - c) El sistema permitirá al Administrador eliminar las trazas de operaciones cuando lo desee.
15. El administrador se encargará programar salvas de la información de los proyectos y salvas automáticas de las bases de datos.

3.1.2. Definición de los principales objetos del Modelo de Negocio.

A partir de la lista de requerimientos se realiza una inspección gramatical de los elementos señalados, los cuales se ordenan alfabéticamente y se eliminan términos duplicados e innecesarios. Conjuntamente se explica brevemente el significado de cada entidad en la tabla 3.1. En el anexo 12 se encuentran las restantes descripciones.

Objeto	Definición
Proyecto	Es el producto final de las EIPH, el cual describe a través de Memoria descriptiva y documentación gráfica como construir una obra hidráulica.
Trabajador	Pertenece a la EIPH y desempeña una determinada actividad en el ciclo de vida de un proyecto.
Equipo de Trabajo	Está conformado por un conjunto de trabajadores que tienen la responsabilidad de llevar a cabo el desarrollo de un proyecto y será dirigido por un proyectista general.
Actividades	Actividades a desempeñar en un proyecto, las cuales serán desarrolladas por los trabajadores.

Tabla 3.1. Glosario de Términos del sistema.

3.1.3. Diagrama del Modelo del Dominio.

Luego de actualizar y refinar las palabras claves que conforman el modelo de dominio, ya se está en condiciones de representar el mismo con las relaciones que corresponden. Para mayor entendimiento del diagrama se etiquetó cada una de las relaciones entre entidades. En la Figura 1 del anexo 13 se presenta el Modelo del Dominio.

3.2. Análisis y Diseño del Sistema

En la metodología ICONIX el objetivo fundamental de la fase de análisis y diseño preliminar, es tener la responsabilidad de la construcción adecuada del sistema, mediante la obtención de los casos de uso, así como obtener un estilo consistente que sea adecuado para el proyecto, logrando obtener los requisitos necesarios del sistema y conjuntamente está dirigido a descubrir clases y objetos que conforman el sistema.

3.2.1. Modelación de los Casos de Uso.

ICONIX se divide en varias fases para el proceso de desarrollo. Una de las principales etapas es la obtención de los casos de uso, ya que brindan una forma estructurada de capturar los requerimientos de comportamiento del sistema.

Los casos de uso tienen como objetivo realizar un buen diseño orientado a objeto, lo que significa permitir llegar rápidamente a un código de alta calidad. Estos surgen partir del contexto del modelo del dominio, es decir todos los términos utilizados en el dominio también deben ser utilizados en el texto de los casos de uso. Además ICONIX proporciona un mejoramiento incremental del modelo del dominio inicial mientras se analizan los casos de uso. (Rosenberg, 2005).

El proceso de ICONIX, subdivide la actividad de la obtención de los casos de uso en 10 pasos, entre los tres principales se encuentran:

- ✓ Organizar los casos de uso en grupos. Capturar esta organización en un diagrama de paquetes.
- ✓ Identificación de los casos de uso usando diagrama de casos de uso.
- ✓ Realizar una breve descripción de los casos de uso.

A partir de la organización de los casos de uso agrupados por paquetes, los cuales fueron divididos, uno para seguridad y otro para proyecto, se representan los diagramas de caso de uso asociados a los mismos. En la Figura 2 del anexo 14 se representan los diagramas de caso de uso.

El gran volumen de casos de uso representado anteriormente en sus diagramas, implica que no se puedan explicar todos, por lo que solo se expondrá un solo caso de uso Crear proyecto, los restantes pueden ser consultados en los anexos.

3.2.1.1. Actores de Sistema.

Cada diagrama de caso de uso representando, es iniciado por un actor, este no es más que una figura y el análogo a un rol que los usuarios pueden jugar, muchas veces el actor es llamado como " Usuario", aunque frecuentemente le es dado el nombre del rol específico que desempeña en el sistema. (Acuña, 2009)

Principales Actores	Descripción
Gerente CAD	Es el responsable de gestionar todo el proyecto y su estado. Hace cumplir con todas las normativas y exigencias de la EIPH.
Jefe de Proyectos	Es el responsable de designar equipos de trabajo y las tareas a realizar, revisar la calidad de la documentación entregada.
Proyectista	Es el responsable de trabajar con las herramientas puestas a su disposición cumpliendo con todas las normativas y exigencias de la EIPH.
WorkFlow	Subsistema encarado de la ejecución y seguimiento de los flujos de trabajo relacionados con proyectos.
Administrador	Define usuarios, nomencladores y otros datos de configuración, se encarga de realizar salvadas de seguridad de los proyectos.

Tabla 3.2. Actores del Sistema.

3.2.1.2. Descripción de los Casos de Uso del Sistema.

Se realiza una breve descripción de los casos de uso y su relación con los actores del sistema, este proceso se desarrolla mediante una tabla en la cual se presenta el nombre del caso de uso y su descripción. La descripción se divide en dos, el curso básico de las operaciones, este muestra cómo se debe realizar el proceso y el curso alternativo, no es más que una captura de posibles errores o sucesos que pueden ocurrir durante la operación. (Silva, 2007)

La descripción correspondiente a los casos de uso deben ser siguiendo la regla de dos párrafos, cada uno en voz activa con un flujo de acción/reacción entre el usuario y el sistema, con la estructura de sustantivo-verbo-sustantivo. Las descripciones de los diferentes casos de uso presentan en el Anexo 12.

3.2.2. Análisis de Robustez.

Luego de haber realizado la descripción de los casos de uso y representar gráficamente sus diagramas, el siguiente paso es el análisis de robustez, siendo este imprescindible para comprender el diseño del sistema. El análisis de robustez está seriamente ligado a los casos de

uso, el mismo presenta un vistazo preliminar sobre como diseñar un software que implemente un caso de uso dado. Uno de los propósitos principales de esta actividad es descubrir cuando no se tienen, todos los objetos necesarios para la realización del producto informático. Este proceso se realiza mediante la construcción de un diagrama de robustez, para cada caso de uso. (Canos, 2008). Los diagramas de robustez del sistema se muestran en el Anexo 14.

Los objetos que conforman el diagrama de robustez son:

- ✓ Los objetos interfaces: se utilizan para describir que el actor usa para comunicarse con el sistema.
- ✓ Los objetos controladores: Referenciados como controladores, en algunas ocasiones, son realmente objetos de control, pero la mayoría de las veces representan verbos titulares para funciones del sistema
- ✓ Los objetos entidades: Son usualmente objetos del modelo del dominio.

3.3. Arquitectura Técnica

La arquitectura técnica es la concepción de las tecnologías utilizadas en el desarrollo de la aplicación, ya que a partir de ello se tiene una consideración general del sistema que se está desarrollando. En la Figura 1 se representa dicho modelo.

3.3.1. Requerimientos No Funcionales.

Los requerimientos no funcionales definidos limitan al sistema y se caracterizan por hacerlo más atractivo, usable, rápido, seguro y confiable. Se precisan con la intención de obtener el éxito, reflejada en la aceptación de los usuarios finales, así como el buen funcionamiento, la flexibilidad y escalabilidad que proporciona el mismo. Al mismo tiempo, se encuentran vinculados estos requerimientos con los funcionales a pesar de no alterar la funcionalidad del sistema (Patricia, 2008).

Apariencia o Interfaz externa.

- ✓ El flujo de trabajo en el sistema debe asemejarse al proceso rutinario llevado a cabo en el EIPH.

- ✓ El diseño debe ser agradable y atrayente a los usuarios para lograr una mejor concentración, sin desviar demasiado su atención del contenido de trabajo.
- ✓ Los colores deben encontrarse en tonalidades suaves y relajantes, para evitar mucho esfuerzo visual por la gran constancia del uso y dependencia del sistema en el trabajo de los usuarios.
- ✓ La interfaz no debe recargarse con imágenes para proporcionar una navegación cómoda.
- ✓ Para la interfaz de la aplicación se utilizará el framework ZK.

Usabilidad

- ✓ El sistema debe ser accesible desde cualquier lugar de la entidad.
- ✓ El sistema debe estar funcionando durante la jornada laboral.
- ✓ El diseño del sistema debe ser sencillo para agilizar el tiempo de conexión al mismo.
- ✓ Portabilidad
- ✓ Las herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema son tecnología de software libre y a su vez multiplataforma, lo cual le confiere al sistema esta última característica.
- ✓ Seguridad
- ✓ Sólo los usuarios autorizados podrán acceder al sistema.
- ✓ Garantizar que las funcionalidades del sistema se realicen de acuerdo a la actividad definida para cada uno, es decir el nivel de acceso debe ser restringido. La información debe ser actualizada según el personal autorizado.
- ✓ No existe información que se pueda obtener sin ser usuario del sistema.
- ✓ Sólo el administrador del sistema tendrá acceso a la BD, a los ficheros fuentes del sistema y es responsable de la autorización en general del mismo.
- ✓ El sistema debe contar con métodos de seguridad ante la pérdida de la información causada por ruptura del servidor u otros accidentes.

Confiabilidad

- ✓ El sistema debe posibilitar la recuperación de información en caso de fallos y/o errores.
- ✓ Facilidad de Mantenimiento

- ✓ Debe dar facilidad de mantenimiento una vez implantado para posibilitar un perfeccionamiento continuo del sistema.
- ✓ Ayuda y documentación en línea
- ✓ Debe contar con un Manual de Usuario y un sistema de ayuda de forma tal que le brinde orientación al usuario respecto a las opciones con que cuenta el sistema, utilizando textos explicativos que indiquen la acción de estas.

Software

- ✓ Las máquinas de los clientes deben disponer de un navegador Web, con soporte para JavaScript, con las características necesarias para el uso de la técnica AJAX, se recomienda el Internet Explorer 5.0 o superior, Mozilla FireFox 2.0 o superior u Opera 8 o superior.
- ✓ El sistema operativo de la máquina computadora cliente debe ser Windows XP o superior.
- ✓ La máquina computadora servidor debe tener Windows 2000 o superior, Servidor Web Tomcat versión 5.5, servidor de BD PostgreSQL 8.4, Java Development Kit, (JDK por sus siglas en inglés) versión 1.6.
- ✓ La resolución de pantalla debe ser 800x600.

Hardware

- ✓ Para ejecutar el software los requerimientos mínimos de hardware en el cliente son: microprocesador Intel Pentium II a 400 MHz de velocidad de procesamiento u otro similar, con 128 MB de memoria RAM y un adaptador de red.
- ✓ La máquina computadora servidor debe tener 512 RAM o superior y debe ser un Pentium IV con un microprocesador cercano a los 2.6 GHz de velocidad.
- ✓ La máquina computadora servidor y las computadoras clientes deben estar conectadas a la red

CONCLUSIONES del capítulo.

El uso de la metodología de desarrollo de software seleccionada, nos permitió arribar a las conclusiones siguientes:

1. La flexibilidad y adaptabilidad que posee ICONIX ante cambios, permitió refinar constantemente cada etapa a lo largo de todo el proceso de análisis y diseño.
2. Las etapas de la metodología permitieron modelar y estructurar el sistema, así como razonar sus aspectos internos, facilitando representar la correspondencia entre la arquitectura software y la arquitectura hardware.
3. El uso de la metodología de Software permitió obtener de forma eficiente el diseño de la base de datos y de la jerarquía de clases que permitirá el funcionamiento de la propuesta de la Gerencia CAD.
4. La participación de los usuarios en la obtención de la interface principal y en la descripción de los casos de uso, logra una mayor correlación entre los desarrolladores y los beneficiados con el producto.
5. El empleo de software libre para la ejecución en práctica del módulo es una alternativa efectiva que responde a las posibilidades y necesidades del país.

CONCLUSIONES

1. El estudio realizado en la EIPH de Holguín permitió detectar las deficiencias en la gestión de la información para los proyectos de redes de abasto de agua, lo que constituyó el punto de partida de la investigación.
2. La propuesta favorece la gestión eficiente, controlada y ordenada de la información CAD para la creación de proyectos de redes hidráulicas de abasto, dando cumplimiento al objetivo trazado en la investigación.
3. La concepción de la Gerencia CAD mejora la gestión de proyectos en las Empresa de Proyectos Hidráulicos fomentando el trabajo colaborativo, mediante la creación de equipos de trabajo sobre una aplicación distribuida.
4. La propuesta de sistema CAD permite realizar un seguimiento de estado del proyecto mediante el control del flujo de trabajo y el cumplimiento de las tareas y procesos involucrados en el proyecto.
5. La informatización de la Gerencia CAD garantiza la obtención de la documentación técnica de proyecto de redes de abastecimiento de agua con la calidad requerida, evitando el mal uso de normas y procedimientos técnicas, minimizando así la necesidad de revisiones extensivas y los retrasos en los plazos de entrega.
6. El análisis mediante el despliegue de la Función calidad permitió evaluar objetivamente las necesidades reales del cliente y demostrar la factibilidad y ventajas que representa el desarrollo de la propuesta.
7. La metodología de desarrollo de software empleada contribuyó a maximizar los índices de calidad en los procesos de ingeniería de software implicados.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar el sistema de Gerencia CAD y comenzar su implantación en la Empresa de Investigaciones de Proyectos Hidráulicos de Holguín (EIPH).
2. Una vez terminada su implementación, lograr que su uso se haga extensivo al resto de las Empresas de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos.
3. Hacer un uso eficiente todas y cada una de las tecnologías propuestas para el desarrollo de la Gerencia CAD.
4. Profundizar en el estudio de las tecnologías relacionas con gestión de flujo de trabajo, con vista a mejorar su uso, a adicionar futuras y mejores funcionalidades a nuestra propuesta.
5. Profundizar en el estudio de todo lo relacionado con la Gestión de Proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Acuña, K. B. 2009.** *Selección de Metodologías de Desarrollo para Aplicaciones Web.* 2009.
2. **Aguirre, A. 1996.** *Ingeniería Hidráulica aplicada los sistemas de distribución de agua.* [ed.] U.D. Mecánica de Fluidos. Valencia, España : Universidad Politécnica de Valencia, 1996. Vol. I.
3. **Alvarez, S. 2007.** Características principales de este tipo de arquitectura de cara a base de datos. [En línea] 2007.
http://www.alvarezblog/cliente_serv/Arquitectura_cliente_servidor.html.
4. **Albin, S.L. y Crefeld, P.J. 1994.** Getting started: Concurrent engineering for a medium-sized manufacturer. *Journal of Manufacturing Systems.* 1994, 13, págs. 48-58.
5. **Alvarez, S. 2007.** Arquitectura Cliente Servidor. www.clienteservidor.com. [En línea] Mayo de 2007. bibliografía de tesis/cliente serv/Arquitectura Cliente-Servidor.htm.
6. **Andrade, R. 2002.** *Programación de funciones en PL/pgSQL para PostgreSQL.* 2002.
7. **Angulo Velázquez, Antonio. 2010.** *Generación de planos técnicos de redes hidráulicas de abasto para la actividad de proyecto de la EIPH Holguín "Raudal": Módulo de un Sistema CAD distribuido.* Facultad de Informática-Matemática, Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". s.l. : Facultad de Informática-Matemática, 2010. Tesis de Grado.
8. **Bauer, Christian y King, Gavin. 2007.** *Java Persistence with Hibernate.* REVISED EDITION OF HIBERNATE IN ACTION. s.l. : Manning Publications Co., 2007.
9. **Bolt, A. y Mazur, G. H. 1999.** *Jurassic QFD Integrating Service and Product Quality Function Deployment.* 1999.
10. **Borjas, H. 2009.** *La gestión del conocimiento y la información. Herramienta fundamental para la gestion empresarial en el caso de la empresa Raudal.* Holguín : s.n., 2009.
11. **Brandon, Dan. 2006.** *Project Management for Modern Information Systems.* s.l. : Christian Brothers University, 2006.
12. **Bruce, S. 2008.** *Beginning Spring.* s.l. : Thomas Press, 2008.
13. **Bruce, T. 2005.** *Beyond Java.* 2005.
14. **Burbano, D.J. 2006.** *Análisis comparativo de bases de datos de código abierto vs. código cerrado (determinación de índices de comparación).* 2006.
15. **Canos, José H. 2008.** *Métodologías Ágiles en el Desarrollo de Software.* Valencia : Universidad Politécnica de Valencia, 2008.

16. **Casado Pérez, Javier. 2009.** Ingeniería Concurrente. *Blog de Javier Casado*. [En línea] 2009. <http://fjcasadop.blogspot.com/2009/03/ingenieria-concurrente.html>.
17. **Chen, Henry y Chen, Robbie. 2007.** *ZK, Ajax Without JavaScript Framework*. s.l. : Apress, 2007.
18. **Cheng, R. 2008.** ZK Developer's Guide. [En línea] 2008. <http://www.zkoss.org>.
19. **Comité Estatal de la Construcción. 1977.** Decreto Ley No. 5, Reglamento del Proceso Inversionista. La Habana : Comité Estatal de la Construcción, 1977.
20. **Darje, C. 2006.** *AJAX Building Responsive web Applications*. 2006.
21. **De Furia, Guy L. 2009.** *Project management recipes for success*. s.l. : CRC Press. Taylor & Francis Group, 2009. Vol. II.
22. **Deitel, H. M. 2004.** *Java: How to Program*. Sixth Edition. 2004.
23. **Flanagan. 1997.** *Java in a Nutshell*. 1997.
24. **Ford, N. 2004.** *Art of Java Web Development*. s.l. : Manning Publications Co., 2004.
25. **Fowler, J. 2008.** *Using Hibernate for Persistent Objects*. s.l. : O'Reilly, 2008.
26. **García, J. 2000.** *Aprenda Java como si estuviera en primero*. s.l. : Universidad de Navarra, 2000.
27. **García, M. 2003.** *Elementos de bases de datos*. 2003.
28. **Geoff Hedges, C.S. 2004.** *OneSpace Designer Modeling: Mejores prácticas de manejo de conjuntos grandes*. 2004.
29. **Goetsch, D.L. y Davis, S. 1998.** *Introduction to Total Quality*. s.l. : Merrill, 1998.
30. **González, H. S. 2003.** *Manual de Hibernate*. 2003.
31. **González, P.C. 2009.** *Metodología de desarrollo ICONIX*. 2009.
32. **Grabowski, R. 2001.** *CAD Manager's Guidebook*. 2001.
33. —. **2002.** *The Successful CAD Manager's Handbook*. Universidad Politécnica de Valencia : OnWord Press, 2002.
34. **Gutiérrez, J. J. 2008.** ¿Qué es un framework? 2008.
35. **Hechavarría Hernández, Jesús R. 2003.** *Automatización de proyectos de redes*. 2003. XVI Forum de Ciencia y Técnica.

36. —. **2009.** *Optimización del Diseño de Redes de Distribución de Agua bajo criterios Técnico Económicos*. Universidad de Holguín. Holguín : s.n., 2009. Tesis Doctoral.
37. **Hechavarria, J. 2007.** *Optimización del diseño de redes hidráulicas bajo criterios técnico-económicos*. Holguín : Centro de Estudios CAD/CAM. Universidad de Holguín. "Oscar Lucero Moya", 2007.
38. **Heredia, R. 2003.** *Dirección Integrada de Proyectos*. Madrid, España. 2003.
39. **Hernán, S.M. 2004.** *Diseño de una Metodología Ágil de Desarrollo de Software*. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires, 2004.
40. **Hollingsworth, D. 1995.** The Workflow Reference Model. *Technical report TC00-1003*. [Online] January 1995. <http://www.wfmc.org/>.
41. **Jacobson, I., Booch, G. y Rumbaugh, J. 2000.** *El Proceso Unificado de Desarrollo del Software*. s.l. : Addison-Wesley, 2000.
42. **Johnson, R. 2009.** *Evolving Frameworks: A Pattern Language for Developing Object-Oriented Frameworks*. 2009.
43. **Kerzner, Harold Ph.D. 2009.** *Project Management. A systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. Tenth Edition. s.l. : John Wiley & Sons, Inc., 2009.
44. **Liu, D. T. y Xu, X. W. 2001.** *A review of web-based product data management systems, Computers in Industry*. 2001. págs. 251–262.
45. **Liu, E. 2008.** ZK vs. GWT: Server-Centric Matters. [En línea] 2008. [Citado el: 15 de Septiembre de 2010.] http://docs.zkoss.org/wiki/Small_Talks.
46. **Lock, Dennis. 2007.** *Project Management*. 9th Edition s.l. : Gower Publishing Company, 2007.
47. **Lockhart, T. 1996.** *Tutorial de PostgreSQL*. 1996.
48. **Markus, Stäuble y Schumacher, Hans-Jürgen . 2008.** *ZK Developer's Guide*. s.l. : Packt Publishing, 2008. Developing responsive user interfaces for web applications using AJAX, XUL, and the open-source ZK rich web client development framework.
49. **Martínez, J.C. y Baños, E. 2006.** *Indicaciones para el Proceso Inversionista: Resolución 91-2006*. Grupo Empresarial de Investigación, Proyecto e Ingeniería, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Camaguey, Cuba : Centro de Investigaciones de Tecnologías Avanzadas, 2006.
50. **Matthew, N. y Stones, R. 2005.** *Beginning Databases with PostgreSQL. From Novice to Professional*. s.l. : Apress, 2005.

51. **Mazur, G. 1996.** *Voice of customer analysis: A modern system of front-end QFD tools, with case studies.* 1996.
52. **Menasce, D. A. and Nakanishi, N. 1982.** *Optimistic versus pessimistic concurrency control mechanisms in data base management systems.* 1982. pp. 13-27, Inform. Syst. 7.
53. **Méndez González, Alexis Caridad. 2008.** *Gerencia CAD, Gestión de Proyectos y Gestión de RRHH. ¿integración imposible?* 2008.
54. **Méndez, A. 1989.** *Automated System for Housing Projects Elaboration.* Budapest, Hungría : s.n., 1989. Tesis Doctoral.
55. **Menéndez, Yisel de la Cruz. 2010.** *Definición espacial de redes hidráulicas de abasto en la actividad de proyecto de la EIPH Holguín "Raudal": Módulo de un Sistema CAD distribuido.* Facultad de Informática-Matemática, Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". s.l. : Facultad de Informática-Matemática, 2010. Tesis de Grado.
56. **Mills, R., Beckert, B. y Carrabine, L. 1991.** The future of product development, Computer-Aided Engineering. 1991, 10, págs. 38-46.
57. **Ministerio de Economía y Planificación. 2006.** Resolución No. 91/2006. Indicaciones para el proceso inversionista. *Resolución.* La Habana : s.n., 2006.
58. **Navarro, M. 1999.** *Despliegue funcional de la calidad - Q.F.D.* Tercera Edición. Barcelona : UPC, 1999.
59. **Naya Lazo, Diego Adrian. 2007.** *OSWorkflow. A guide for Java developers and architectsto integrating open-source Business Process Management.* s.l. : Packt Publishing, 2007.
60. **Patricia, C. R. 2008.** *Iconix metodología de Desarrollo de Software.* 2008.
61. **Pérez, A.E.N. 2004.** *Experiencia docente en Diseño Asistido por Computadora I en el Laboratorio de Técnicas Avanzadas en Diseño.* 2004.
62. **Pérez, D. 1986.** *Introducción al estudio de los Sistemas de Tuberías.* La Habana, Cuba : Pueblo y Educación, 1986.
63. **Portilla, Yoenia. 2009.** *Desarrollo del QFD en la concepción de un Sistema CAD para el diseño de redes hidráulicas de abasto.* Universidad "Oscar Lucero Moya". 2009. Tesis de Diploma.
64. **Project Management Institute. 2003.** *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide).* Fourth Edition. 2003.
65. **Ravinovich, E. Z. 1986.** *Hidráulica.* Moscú : MIR, 1986.
66. **Rosenberg, A. M.S. 2007.** *Use Case Driven Object Modeling with UML.* s.l. : Apress, 2007.

67. **Rosenberg, D. 2005.** *Agile Development with ICONIX Process*. 2005.
68. **Sánchez, M. A. 2004.** *Metodología de desarrollo de Software*. 2004.
69. **Silva, G. S. D. G. 2007.** *Utilizando Iconix no desenvolvimiento de Aplicaciones Delphi*. 2007.
70. **Simoneau, O. R. S. 2009.** *Manual de Gerencia CAD*. 2009.
71. **Solís, C., Figueroa, R. y Cabrera, A. 2001.** *"Metodologías Tradicionales vs. Metodologías Ágiles"*. 2001.
72. **Stephen, Uselac. 1993.** *"Zen Leadership: The Human Side of Total Quality Team Management"*. Londonville : Mohican Publishing Company, 1993.
73. **Uliver Cruz, Miday. 2010.** *Módulo para la planificación y proyección del abasto de un sistema CAD distribuido para el diseño de redes hidráulicas de abasto*. Facultad de Informática - Matemática, Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". 2010. Tesis de Grado.
74. **Valle, José Guillermo. 2005.** *Tecnologías en Informática*. s.l. : J.G.G., 2005.
75. **Vegas, J. 2010.** Introducción a las Aplicaciones Web. [En línea] 21 de Marzo de 2010. <http://www.infor.uva.es/jvegas/cursos/buendia/pordocente/node11.html>.
76. **Wikipedia. 2009.** Wikipedia, La Enciclopedia libre. *Definición de Metadato*. [En línea] Octubre de 2009. <http://es.wikipedia.org/wiki/Metadato>.
77. **Workflow Management Coalition Members. 2000.** Workflow Standard-Interoperability. *Technical report WfMC-TC-1018*. [En línea] WfMC, January de 2000. <http://www.wfmc.org/>.
78. **Yacuzzi, E. y Martín, F. 2003.** *QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos*. s.l. : Universidad del CEMA, 2003.
79. **Zabala Diez, Enrique, Fernández Sora, Alberto y Agustín Hernández, Luís. 2008.** *Gestión de Equipos de Diseño desde la Ingeniería Concurrente*. Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación, Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial. Zaragoza, España : s.n., 2008.
80. **Zeineddin Saburit, Rachid. 2010.** *Gestión de los Volúmenes de Excavación en la actividad de proyecto de redes hidráulicas de abasto en la EIPH Holguín "Raudal": Módulo de un Sistema CAD distribuido*. Facultad de Informática-Matemática, Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". s.l. : Facultad de Informática-Matemática, 2010. Tesis de Grado.

ANEXOS

ANEXOS 1.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA EN LA EIPH

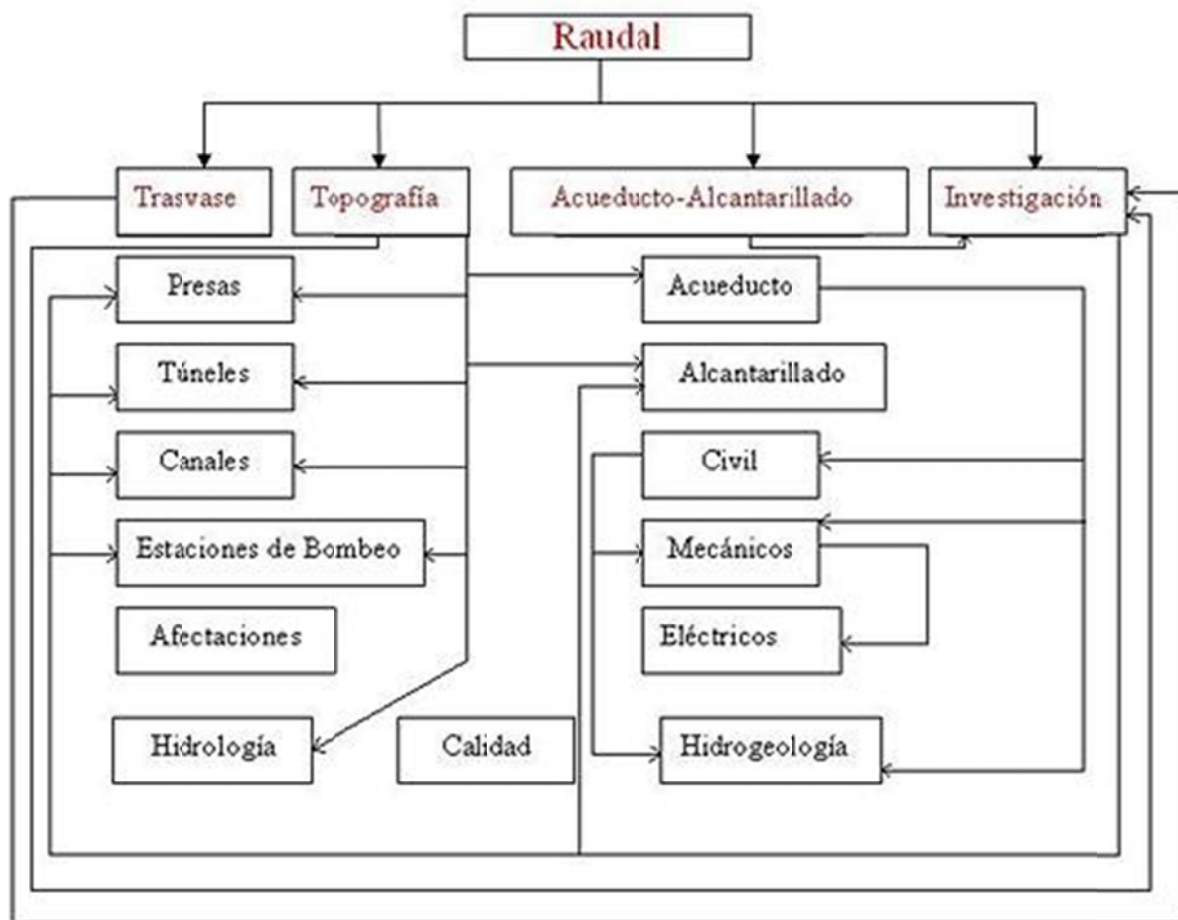


Figura 1. Estructura Organizativa de la EIPH

ANEXOS 2. ENCUESTA REALIZADA EN LA EMPRESA EIPH

NO.	PREGUNTAS
1	¿Cuántas sub-empresas (UEB) existen dentro de la empresa RAUDAL sucursal Holguín?
2	¿Cuántos departamentos existen por cada UEB?
3	¿Cómo se administra actualmente el flujo de información de proyectos?
4	¿Cuál es el grado de eficiencia con que se realizan las actividades de proyecto actualmente dependiendo del flujo de información entre las diferentes UEB?
5	¿Qué problema existe con el actual sistema de información con el que trabaja actualmente la empresa?
6	¿Cómo afecta el buen desenvolvimiento del trabajo de proyectos?
7	¿Qué trabajos realiza cada departamento de las UEB?
8	¿Qué información elabora cada departamento de cada UEB ?
9	¿Qué programas de diseños gráficos utilizan en la empresa?
10	¿En qué formatos se trata cada información?
11	¿De cuál información depende el trabajo que realice otro departamento de cada UEB (Quién depende de quién)?
12	¿A qué departamento tributa la información que se produce en los departamentos de las diferentes UEB?
13	¿Cómo ocurre el intercambio de información entre especialistas, departamentos y grupos de trabajo?
14	¿Existe un líder de grupo o proyecto que realice un seguimiento de las tareas asignadas a cada especialista y su nivel de cumplimiento?
15	¿Existe alguna política CAD que establezca requisitos generales y específicos para el dibujo en ACAD?
16	¿Existe alguna política implementada que administre automáticamente la información a través de la red?
17	¿Se cumplen las directivas establecidas por el grupo Empresarial GEIPI?. ¿Cómo se controla esto?

ANEXOS 3.

CODIFICACIÓN DE LOS PLANOS TÉCNICOS EN LA EIPH

Tabla.1. Codificación de los planos según la UEB.

UEB	Identificador
UEB Traslase	TV
UEB Acueducto/Alcantarillado	AA
UEB Topografía	TP
UEB Investigaciones Geológicas	IG

Tabla 2. Codificación según tipo de documento.

Tipo de Documento	Identificador
Memorias Descriptivas (DOC)	MD
Archivos de Ploteo (PLT)	AP
Memorias de Cálculos (DOC)	MC
Presupuestos	PP
Bloques de Trabajo (DWG)	BLK
Fotos e Imágenes rasterizadas	FOT

Tabla 3. Objetos de Obras a Proyectar.

Objeto de Obra	Identificador
Presas	
Aliviadero	AV
Cortina	CT
Obras de Toma	OT
Obras de Desvío	OD
PCHE	PCH
Alcantarillado	
Red de Alcantarillado	RA
Caminos de Acceso	CA
Estación de Bombeo	EB
Lagunas de Oxidación	LO
Humedades Artificiales	HA
Humedades Naturales	HN
Pasos Aéreos	PA
Planta Purificadora	PP
Registros	RG
Tanque Séptico	TS
Tuberías de Impulsión	TI
Acueducto	
Conductoras	CN
Estación de Bombeo	EB
Fuentes	FT
Plantas de Tratamiento	PN
Redes de Distribución	RD
Tanques y Depósitos	TQ
Estación de Bombeo	
Cámara o Pozo de Succión	PS
Obra de Aproximación	OA
Obra de Toma	OT
Sala de Maquinaria y mandos	ME

ANEXOS 4.

**PLANTILLAS DE CAPAS Y ESTILOS DE TEXTO PARA LOS PLANOS SEGÚN
ESPECIALIDADES EN LA EIPH**

0					White	Continuous
4 Contorno					Green	Continuous
4 Cotas					Red	Continuous
4 Ejes					Magenta	CENTER
4 Equipamiento					Cyan	Continuous
4 Hatch					Magenta	Continuous
4 Oculta					Red	DASHED
4 Textos					Red	Continuous
4 Tubería					Cyan	Continuous
4 Tubería Exist					Red	Continuous
Cajetin					White	Continuous
Defpoints					White	Continuous

Figura 1. Plantilla para Plantas de Tratamiento.

✓ 0					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
10_Rosa					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6ARENAS					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6Auxiliares					254	senderos	— D...lt	Color_254
6Cajetin					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6coordenades					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6CURVAS COMPLEMENTARIAS					9	Con...ous	— D...lt	Color_9
6CURVAS INDICES					9	Con...ous	— D...lt	Color_9
6Formato					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6Índices					9	Con...ous	— D...lt	Color_9
6INFOR_MARG					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6limite entre A y R					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6LINEALES					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6marco					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6PRINCIPAL					31	Con...ous	— 0...m	Color_31
6Relleno					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6ROCAS					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
6TOPSIMBOL					y...	Con...ous	— D...lt	Color_2
Camino					18	Con...ous	— D...lt	Color_18
Defpoints					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7
Simbologia					_e	Con...ous	— D...lt	Color_7

Figura 2. Plantilla para Geología.

4 Aliviadero					Green	Continuous
4 Cajetin					White	Continuous
4 Coordenadas					Red	Continuous
4 Cortina					Green	Continuous
4 Curva Nivel Gruesa					Green	Continuous
4 Curvas Nivel Fina					Red	Continuous
4 Dentellon					Cyan	Continuous
4 Dimensionamiento					Magenta	Continuous
4 Ejes					Magenta	CENTER
4 Formato					White	Continuous
4 Hatch					Magenta	Continuous
4 Hormigón					Cyan	Continuous
4 Imagen					White	Continuous
4 Línea Fina					Red	Continuous
4 Línea Media					Cyan	Continuous
4 NAM					Cyan	Continuous
4 NAN					Cyan	Continuous
4 Oculta Fina					Red	DASHED
4 Ocultas Gruesa					Green	DASHED
4 Perfil					Green	Continuous
4 Simbología					Magenta	Continuous
4 Sub Títulos					Green	TRACKS
4 Talud Fino					Red	Continuous
4 Talud Grueso					Green	Continuous
4 Textos					Red	Continuous
4 Toma de Agua					Cyan	Continuous
Defpoints					White	Continuous

Figura 3. Plantilla para presas y derivadoras

ARENAS				D...e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
Auxiliares				254	senderos	—	D...lt	Color_254
Capasig				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
COTAS				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
CURVAS AUXILIARES				9	Con...ous	—	D...lt	Color_9
CURVAS COMPLEMENTARIAS				9	Con...ous	—	D...lt	Color_9
CURVAS INDICES				9	Con...ous	—	D...lt	Color_9
Índices				9	Con...ous	—	D...lt	Color_9
Info-Marginal				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
INFOR_MARG				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
LIMITE DE CONTORNO				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
LIMITE DE COSTA				b..e	Con...ous	—	D...lt	Color_5
Límite de Laguna				b..e	Con...ous	—	D...lt	Color_5
LIMITE DE MALEZA				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
LINEALES				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
Litoral				b..e	Con...ous	—	D...lt	Color_5
MARCO0				c..n	Con...ous	—	D...lt	Color_4
PIQUETES				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
PRINCIPAL				31	Con...ous	—	O...m	Color_31
RELIEVE				24	Con...ous	—	D...lt	Color_24
ROCAS				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
ROTULO-HIDRO				b..e	Con...ous	—	D...lt	Color_5
Ratulos				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
SIMBOLO				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
SIMBOLOS				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7
TOPSIMBOL				y..	Con...ous	—	D...lt	Color_2
VEGETACION				g..n	Con...ous	—	D...lt	Color_3
VERTICES				_e	Con...ous	—	D...lt	Color_7

Figura 4. Plantilla de Topografía.










Grosos de líneas y usos			
Grosos de líneas según NC ISO 128-20/2005			
COLOR	Nº	MUESTRA	USOS
Gris 8	0.13		Sombras
Magenta	0.20		Líneas de cotas, líneas de ejes. Rellenos
Rojo	0.25		Textos y cotas
Cian	0.35		
Verde	0.5		Letras de subtítulos
Amarillo	0.7		
Blanco/negro	1		Marco del formato interior
Gris 9	1.4		
Rojo 30	2		

Tabla 1. Tabla de Plantillas para Estilos de Texto.

ANEXOS 5.

PROCESOS DE GERENCIA CAD Y LA DIRECCIÓN DE PROCESOS

Procesos de la Gerencia CAD (Grabowski, CAD Manager's Handbook 2002)	Procesos de la Dirección de Proyectos (PMBOK® Norma ANSI/PMI 99-001-2004)
<ul style="list-style-type: none"> • Justificar ante la máxima dirección de la organización la necesidad de implementar la nueva tecnología, en este caso la tecnología CAD. • Desarrollar (establecer) un sistema de normas y dibujos normalizados (símbolos, bloques, marcos y similares) disponible en una base centralizada para todos los usuarios. • Desarrollar la habilidad de entregar la documentación gráfica a los clientes por medios electrónicos e informáticos. • Preparación de un sistema de revisión de los dibujos de forma tal que todos conozcan cuál es la versión más reciente de la producción gráfica. • Contratar, y cuando sea necesario cerrar los contratos, de la fuerza de trabajo (RRHH) calificada que se requiera para el buen desenvolvimiento de los procesos. • Implementar un sistema de gestión de la documentación que controle el acceso a los dibujos. • Instalar e implementar un sistema de gestión de proyectos on-line, con posibilidades para la discusión en grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de la Integración Enunciar y definir el alcance del proyecto preliminar. • Gestión del alcance Planificar, verificar y controlar el alcance del proyecto. • Gestión del tiempo Definir las actividades, su secuencia, estimar su duración y sus recursos, desarrollar y controlar su cronograma de ejecución. • Gestión de los costes Estimación de los costes. Preparar el presupuesto, controlar los costes. • Gestión de la calidad Planificar, asegurar y controlar la calidad del proyecto. • Gestión de los RRHH Planificar los RRHH. Contratar y desarrollar el equipo del proyecto. Gestionar su desempeño. • Gestión de las comunicaciones Planificar las comunicaciones; distribuir la información; informar el rendimiento y gestionar a los interesados. • Gestión de los riesgos Planificar la gestión de los riesgos. Identificarlos y analizarlos cualitativa y cuantitativamente así como planificar las respuestas a los riesgos. Dar seguimiento y controlar los riesgos. • Gestión de las adquisiciones Planificar las compras y adquisiciones. Planificar su contratación. Solicitar ofertas a los posibles proveedores y selección de los proveedores para el proyecto. Administrar los contratos. Cerrar la contratación.
<p>CAD-M ... DP/DIP/PM establecen etapas y procesos similares</p>	

Figura 1. Tabla Comparativa entre los Procesos de la Gerencia CAD y Dirección de Proyectos.

ANEXOS 6.

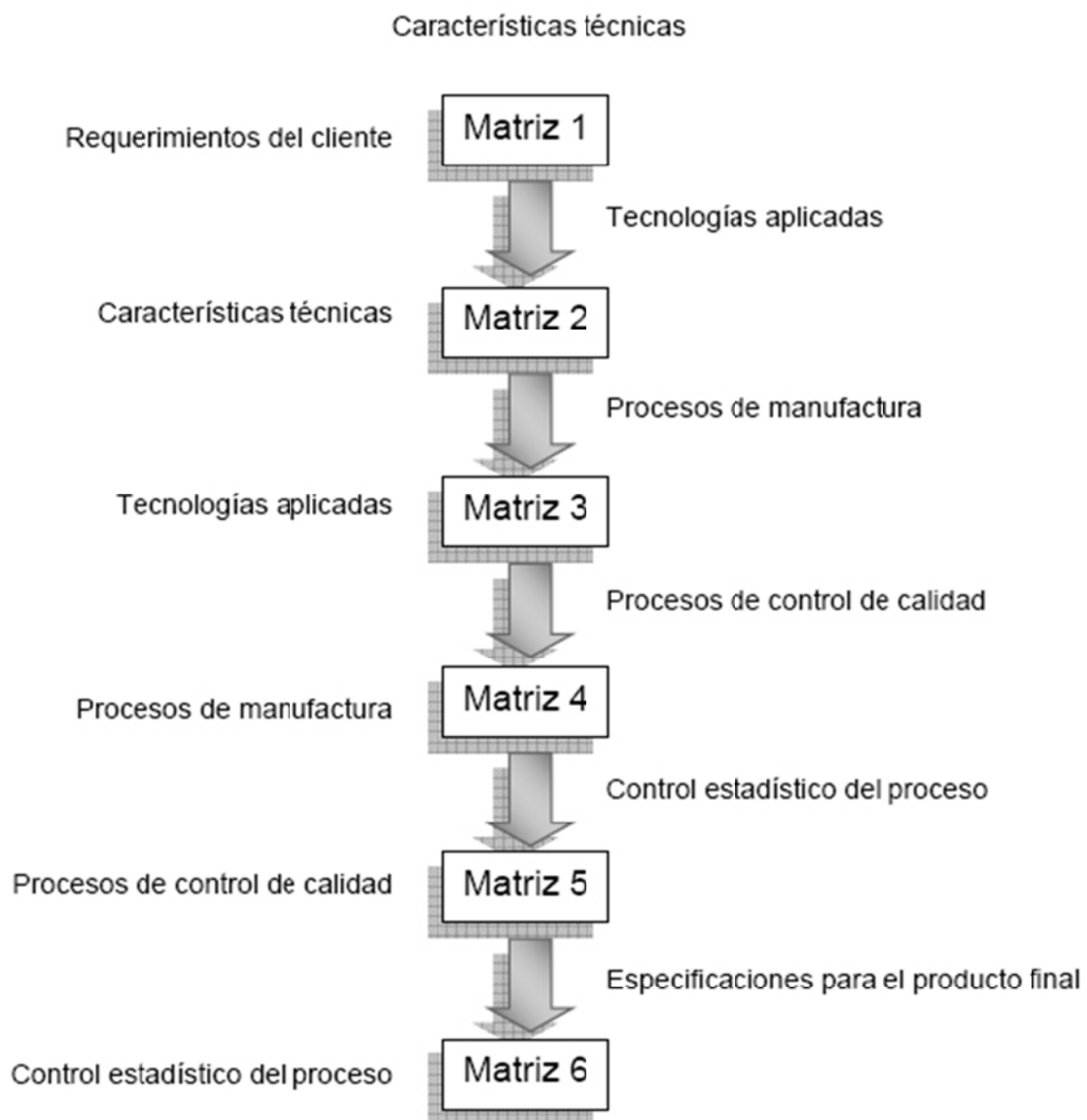
DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD)

Figura 1. Ciclo completo del proceso del Despliegue de la Función Calidad.

QUE/COMO	I. Gestionar el estado de los proyectos.	II. Definir Proyecto de Trabajo.	III. Designar Equipo de Trabajo asociado al proyecto.	IV. Gestionar las actividades en el proyecto.	V. Gestionar Normas Técnicas y de Calidad.	VI. Gestionar información de la Planificación Abasto.	VII. Gestionar información de topografía.	VIII. Gestionar información de geología.	IX. Gestionar información para el cálculo de volúmenes de excavación.	X. Gestionar información sobre la distribución espacial de la red.	XI. Gestionar información de materiales y accesorios de las tuberías.	XII. Gestionar Flujo de Procesos del Proyecto.	XIII. Utilización de Software libre.	XIV. Desarrollo Modular.	XV. Diseño simple e intuitivo del sistema.	XVI. Documentación.	XVII. Aplicación Distribuida.	XVIII. Sostenibilidad.
Administración de Proyectos.																		
Creación de Equipos de Trabajo.																		
Administrar Flujo de la Inf. Técnica.																		
Búsqueda de Información Técnica.																		
Las normas técnicas actuales.																		
Nuevos instructivos del GEIPI.																		
No uso de software propietario.																		
Que sea funcional.																		
Que sea fácil de usar.																		
Que sea fiable.																		
Que sea flexible en su adaptación.																		
Integridad de los Datos.																		
Eficiente en su operación.																		
Interoperabilidad.																		
Interoperabilidad																		

Figura 2.Requerimientos del cliente y las características de control del producto.

QUE/COMO																		
	I. Gestionar el estado de los proyectos.	II. Definir Proyecto de Trabajo.	III. Designar Equipo de Trabajo asociado al proyecto.	IV. Gestionar las actividades en el proyecto.	V. Gestionar Normas Técnicas y de Calidad.	VI. Gestionar información de la Planificación Abasto.	VII. Gestionar información de topografía.	VIII. Gestionar información de geología.	IX. Gestionar información para el cálculo de volúmenes de excavación.	X. Gestionar información sobre la distribución espacial de la red.	XI. Gestionar información de materiales y accesorios de las tuberías.	XII. Gestionar Flujo de Procesos del Proyecto.	XIII. Utilización de Software libre.	XIV. Desarrollo Modular.	XV. Diseño simple e intuitivo del sistema.	XVI. Documentación de la Información.	XVII. Aplicación Distribuida.	XVIII. Sostenibilidad.
Administración de Proyectos.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Creación de Equipos de Trabajo.	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●
Administrar Flujo de la Información Técnica.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Búsqueda de Información Técnica.	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●
Las normas técnicas actuales.	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	○	●
Los nuevos instructivos emitidos por el GEIPI.	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	○	●
No hacer uso de software propietario.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Que sea funcional.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Que sea fácil de usar.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Que sea fiable.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Que sea flexible en su adaptación.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Integridad de los Datos.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Eficiente en su operación.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Interoperabilidad.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●

Figura 3. Desarrollo de la matriz de relaciones.

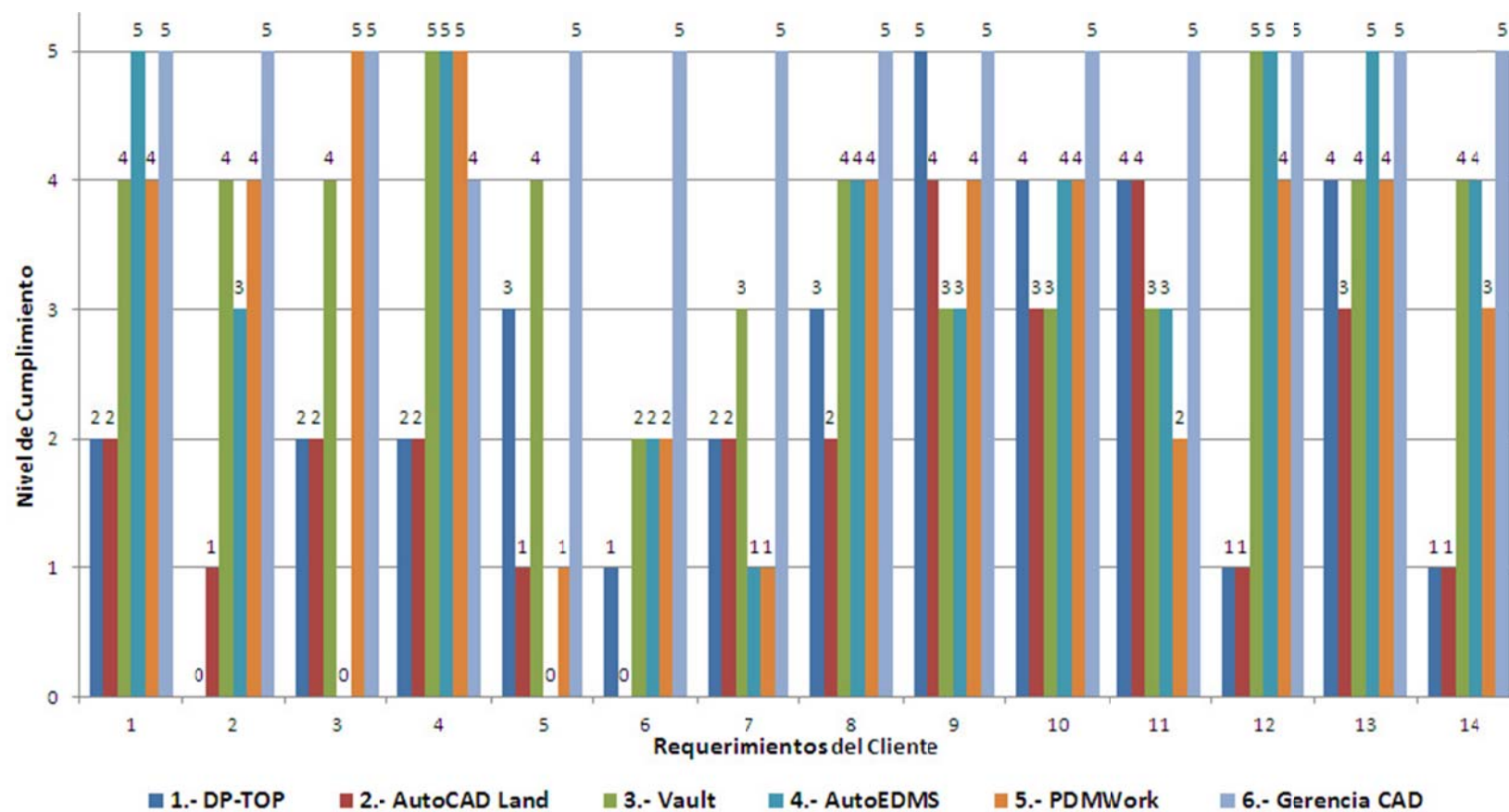


Figura 4. Resultado de la Evaluación competitiva.

QUE/COMO	I. Gestionar el estado de los proyectos.	II. Definir Proyecto de Trabajo.	III. Designar Equipo de Trabajo asociado al proyecto.	IV. Gestionar las actividades en el proyecto.	V. Gestionar Normas Técnicas y de Calidad.	VI. Gestionar información de la Planificación Abasto.	VII. Gestionar información de topografía.	VIII. Gestionar información de geología.	IX. Gestionar información para el cálculo de volúmenes de excavación.	X. Gestionar información sobre la distribución espacial de la red.	XI. Gestionar información de materiales y accesorios de las tuberías.	XII. Gestionar Flujo de Procesos del Proyecto.	XIII. Utilización de Software libre.	XIV. Desarrollo Modular.	XV. Diseño simple e intuitivo del sistema.	XVI. Documentación de la Información.	XVII. Aplicación Distribuida.	XVIII. Sostenibilidad.	Evaluación de Mercado					
																			Índice de importancia	Evaluación Competitiva				
																				1	2	3	4	5
Administración de Proyectos.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5	■	▲		■	■
Creación de Equipos de Trabajo.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5	■		■	■	■
Administrar Flujo de la Información Técnica.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5		■		■	■
Búsqueda de Información Técnica.	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5	■	▲		■	■
Las normas técnicas actuales.	○	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	5	■		▲	■	■
Los nuevos instructivos emitidos por el GEB.	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	●	4	▲				■
No hacer uso de software propietario.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3	■	▲			■
Que sea funcional.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	5	■		▲	■	■
Que sea fácil de usar.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	4	■		■	■	▲
Que sea fiable.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	5			▲		■
Que sea flexible en su adaptación.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	4		○	■	▲	■
Integridad de los Datos.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	5				○	■
Eficiente en su operación.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	5			■	○	■
Interoperabilidad.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	5		■	○		■

Figura 5. Representación de la Evaluación Competitiva.

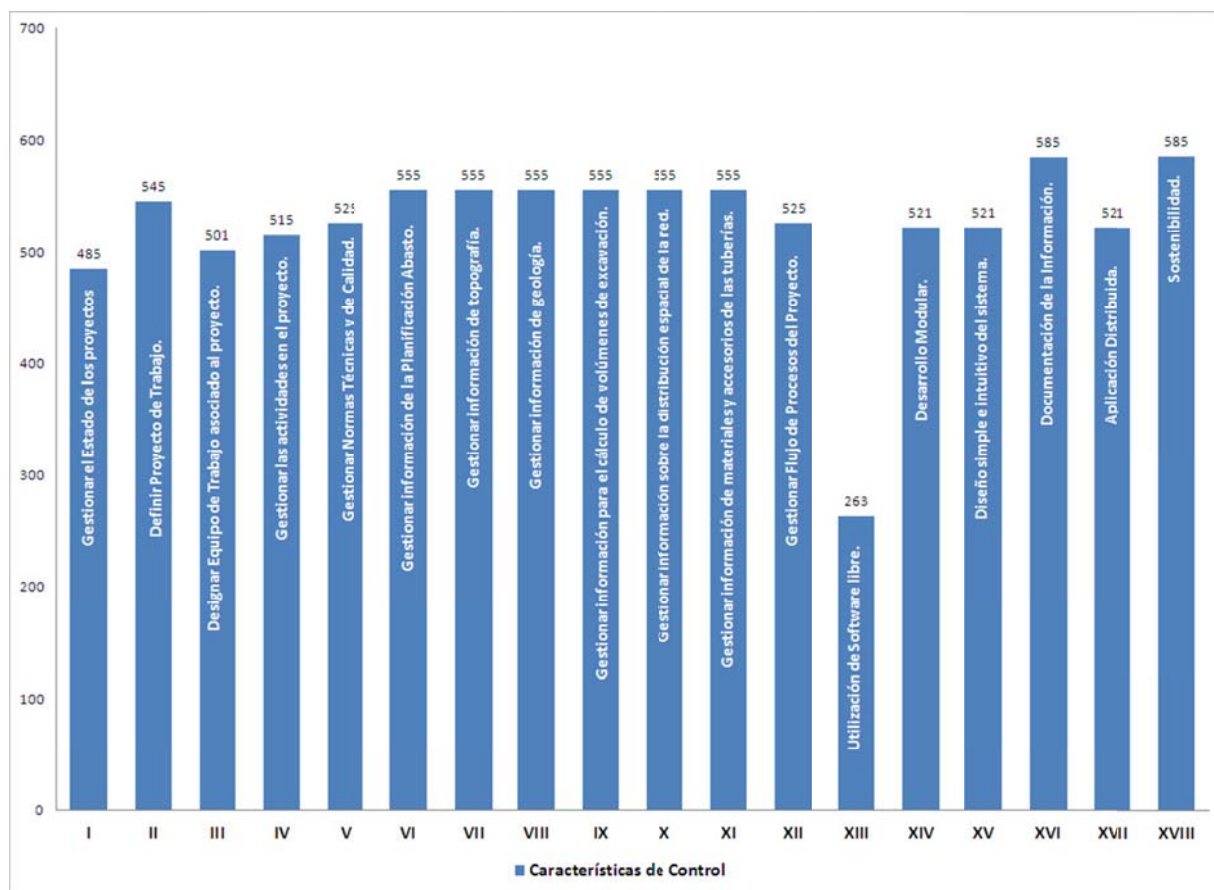


Figura 6. Representación del cálculo de las características de control del producto.

Tabla 1. Cálculo del Valor Total de las Características del control del producto.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	Imp.
Administración de Proyectos.	45	45	45	45	45	15	15	15	15	15	15	45	15	45	45	45	45	45	5
Creación de Equipos de Trabajo.	15	45	45	45	15	45	45	45	45	45	45	15	15	45	45	45	45	45	5
Admin. Flujo de la Inf. Técnica.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	5
Búsqueda de Información Técnica.	5	5	15	5	15	45	45	45	45	45	45	15	45	45	45	45	45	45	5
Normas técnicas actuales.	15	45	15	15	45	45	45	45	45	45	45	45	5	5	5	45	5	45	5
Instructivos emitidos por el GEIPI.	36	36	12	36	36	36	36	36	36	36	36	36	12	12	12	36	12	36	4
No uso de software propietario.	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	3
Que sea funcional.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	15	45	45	45	45	45	5
Que sea fácil de usar.	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	12	36	36	36	36	36	4
Que sea fiable.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	15	45	45	45	45	45	5
Que sea flexible en su adaptación.	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	12	36	36	36	36	36	4
Integridad de los Datos.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	15	45	45	45	45	45	5
Eficiente en su operación.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	15	45	45	45	45	45	5
Interoperabilidad.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	15	45	45	45	45	45	5
Total	485	545	501	515	525	555	555	555	555	555	555	525	263	521	521	585	521	585	

QUE/COMO	I. Gestionar el estado de los proyectos.	II. Definir Proyecto de Trabajo.	III. Designar Equipo de Trabajo asociado al proyecto.	IV. Gestionar las actividades en el proyecto.	V. Gestionar Normas Técnicas y de Calidad.	VI. Gestionar información de la Planificación Abasto.	VII. Gestionar información de topografía.	VIII. Gestionar información de geología.	IX. Gestionar información para el cálculo de volúmenes de excavación.	X. Gestionar información sobre la distribución espacial de la red.	XI. Gestionar información de materiales y accesorios de las tuberías.	XII. Gestionar Flujo de Procesos del Proyecto.	XIII. Utilización de Software libre.	XIV. Desarrollo Modular.	XV. Diseño simple e intuitivo del sistema.	XVI. Documentación de la Información.	XVII. Aplicación Distribuida.	XVIII. Sostenibilidad.
Administración de Proyectos.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Creación de Equipos de Trabajo.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Administrar Flujo de la Información Técnica.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Búsqueda de Información Técnica.	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Las normas técnicas actuales.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	○	●
Los nuevos instructivos emitidos por el GEIPI.	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	○	●
No hacer uso de software propietario.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Que sea funcional.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Que sea fácil de usar.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Que sea fiable.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Que sea flexible en su adaptación.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Integridad de los Datos.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Eficiente en su operación.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Interoperabilidad.	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
Total	485	545	501	515	525	555	555	555	555	555	555	525	263	521	521	535	521	585
Evaluación de las Características de Control del Producto	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 7. Evaluación de las características de control del producto.

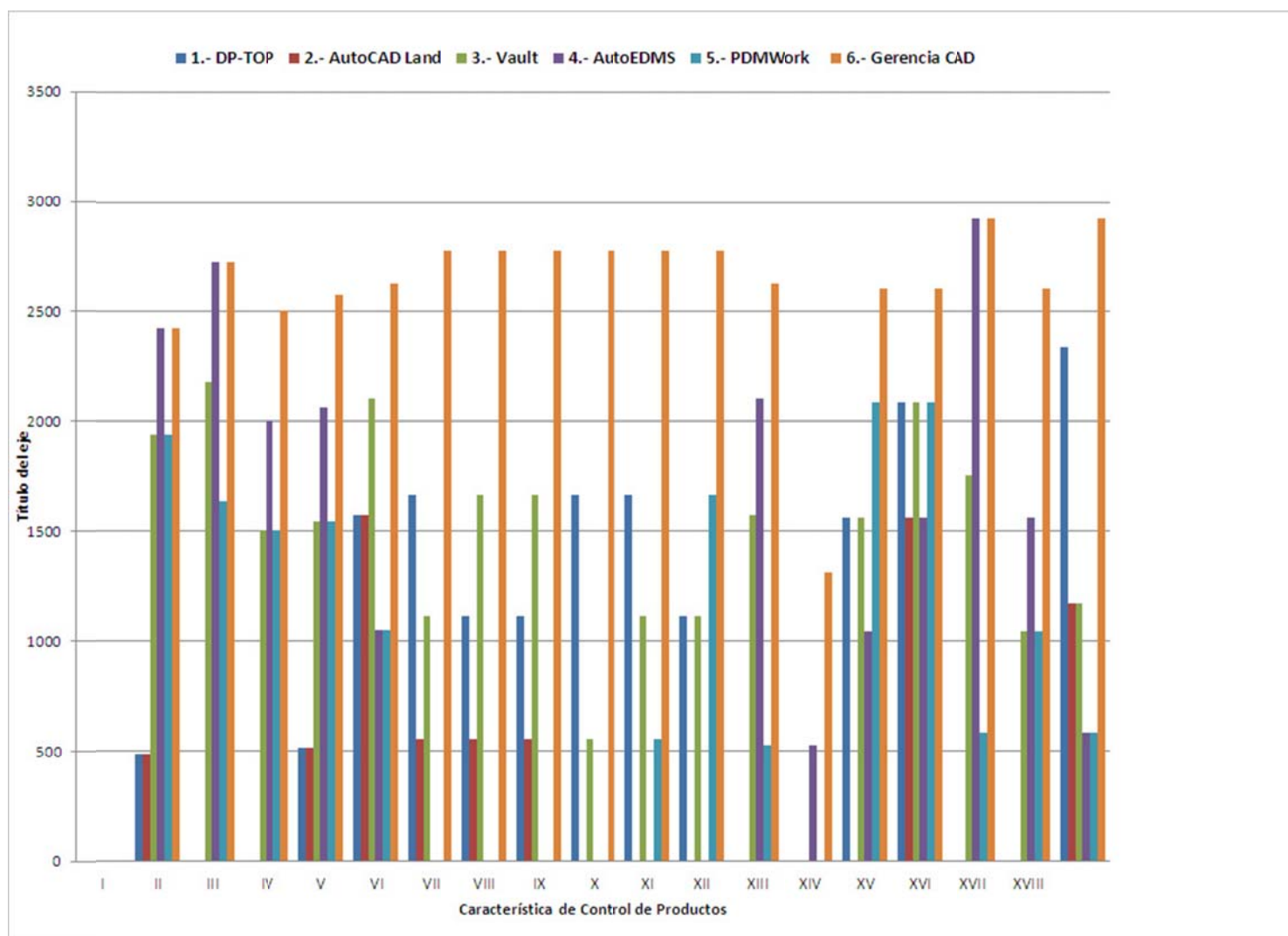


Figura 8. Representación gráfica de la evaluación de las características de control del producto.

QUE / COMO	I. Gestionar el estado de los proyectos.	II. Definir Proyecto de Trabajo.	III. Designar Equipo de Trabajo asociado al proyecto.	IV. Gestionar las actividades en el proyecto.	V. Gestionar Normas Técnicas y de Calidad.	VI. Gestionar información de la Planificación Abasto.	VII. Gestionar información de topografía.	VIII. Gestionar información de geología.	IX. Gestionar información para el cálculo de volúmenes de excavación.	X. Gestionar información sobre la distribución espacial de la red.	XI. Gestionar información de materiales y accesorios de las tuberías.	XII. Gestionar Flujo de Procesos del Proyecto.	XIII. Utilización de Software libre.	XIV. Desarrollo Modular.	XV. Diseño simple e intuitivo del sistema.	XVI. Documentación de la Información.	XVII. Aplicación Distribuida.	XVIII. Sostenibilidad.	
Administración de Proyectos.																			5
Creación de Equipos de Trabajo.																			5
Administrar Flujo de la Información Técnica.																			5
Búsqueda de Información Técnica.																			5
Las normas técnicas actuales.																			5
Los nuevos instructivos emitidos por el GE																			4
No hacer uso de software propietario.																			3
Que sea funcional.																			5
Que sea fácil de usar.																			4
Que sea fiable.																			5
Que sea flexible en su adaptación.																			4
Integridad de los Datos.																			5
Eficiente en su operación.																			5
Interoperabilidad.																			5
Total	485	545	501	515	525	555	555	555	555	555	555	525	263	521	521	585	521	585	
CUANTO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
																			1
																			2
																			3
																			4
																			5

Figura 9. Objetivo de las características de control del producto final, CUANTO.

ANEXOS 7.

FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE INVESTIGACIONES EN EL EIPH

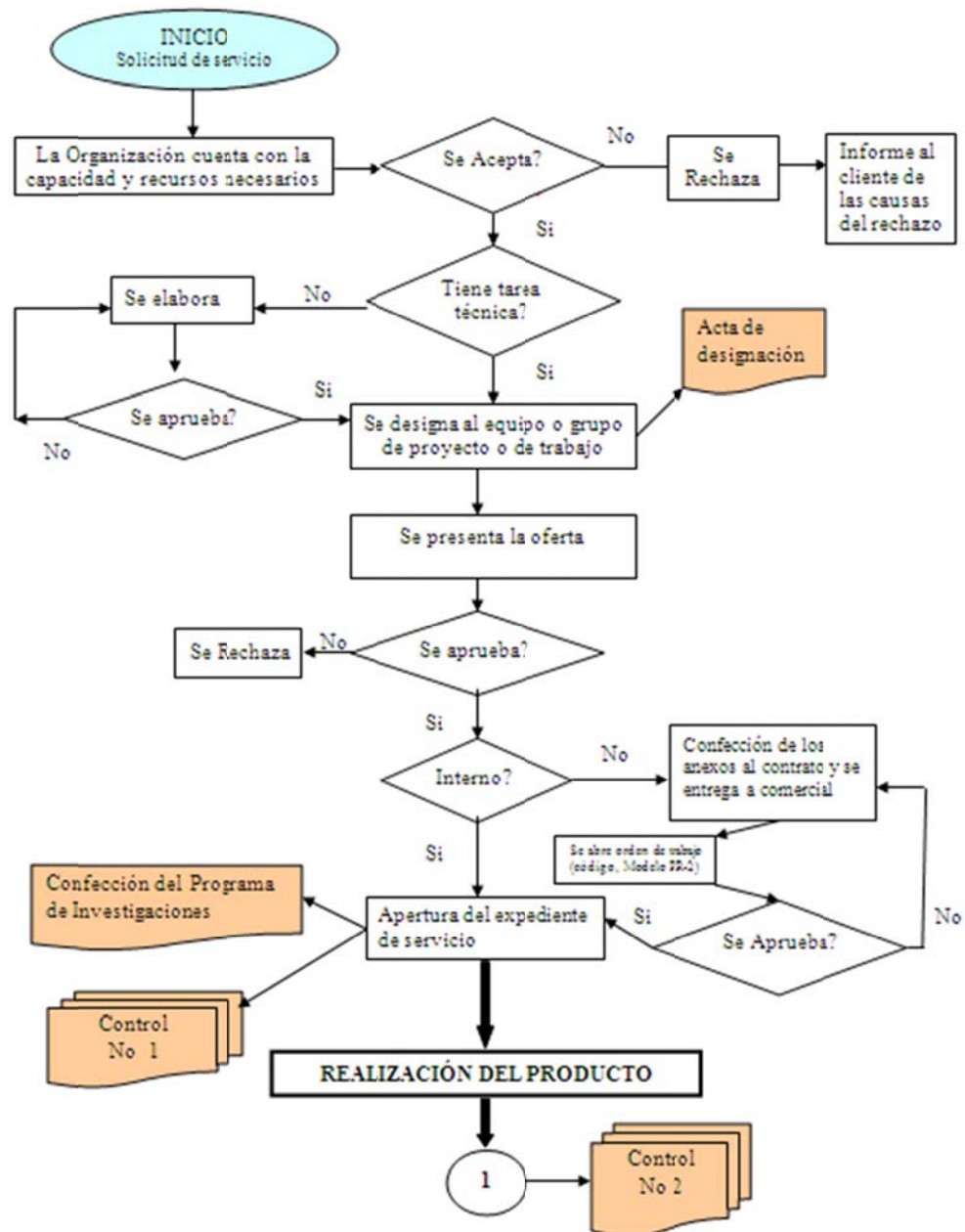


Figura 1. Flujograma del proceso de investigaciones aplicadas.

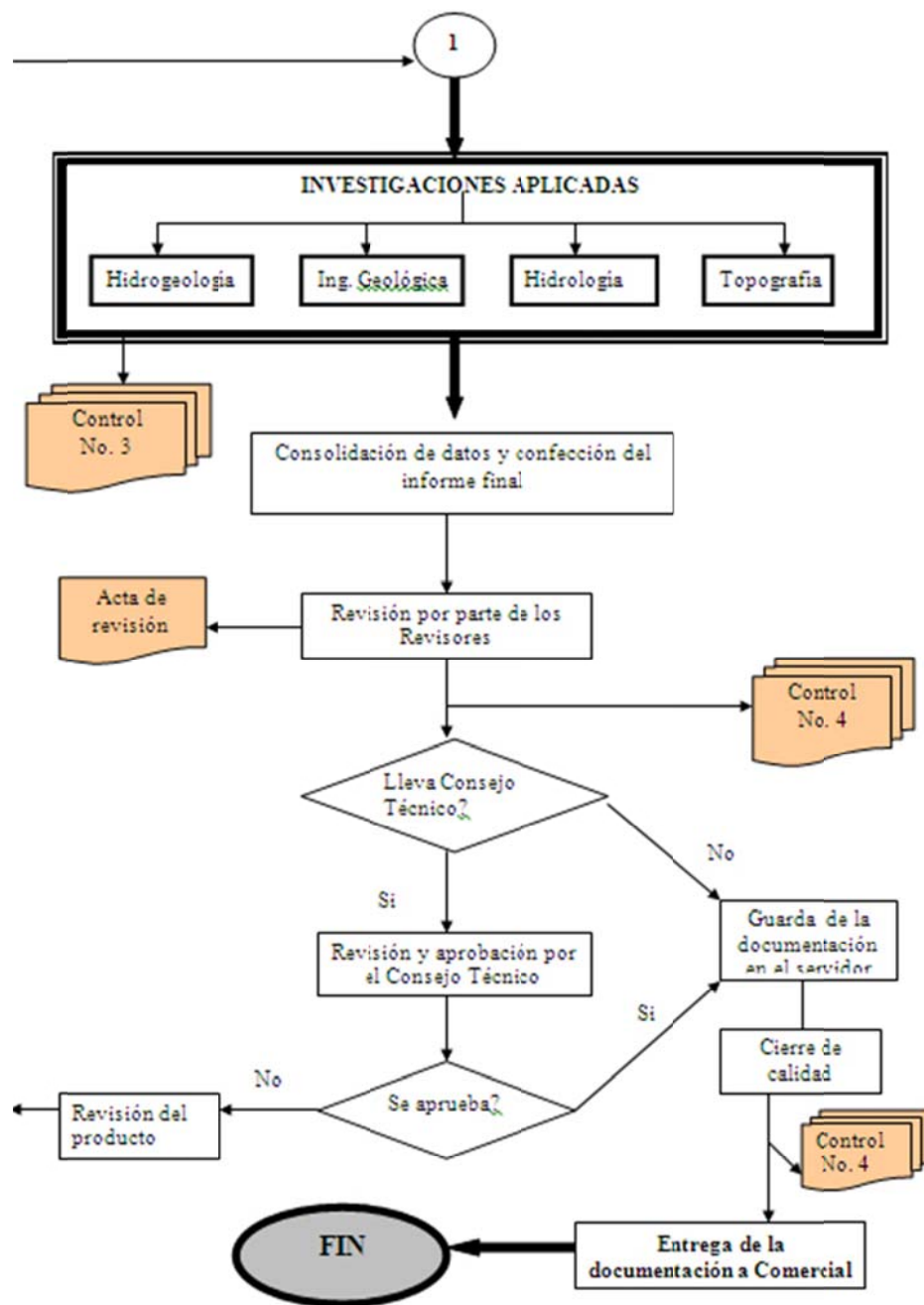


Figura 2. Flujograma del proceso de investigaciones aplicadas (Continuación)

ANEXOS 8.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE GERENCIA CAD

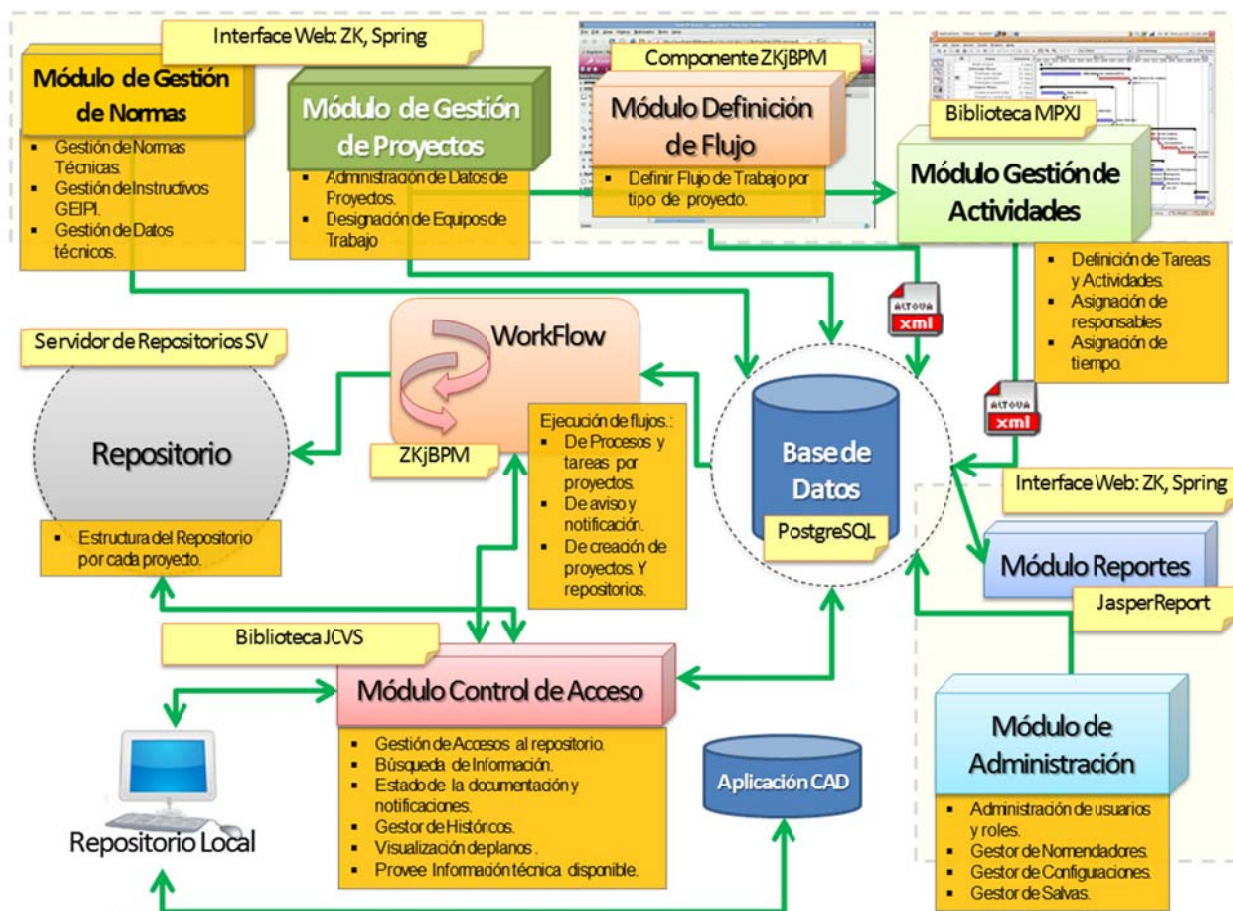


Figura 1. Propuesta de Módulos y herramientas a utilizar para implementar la Gerencia CAD.

ANEXOS 9.

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FLUJO DE TRABAJO

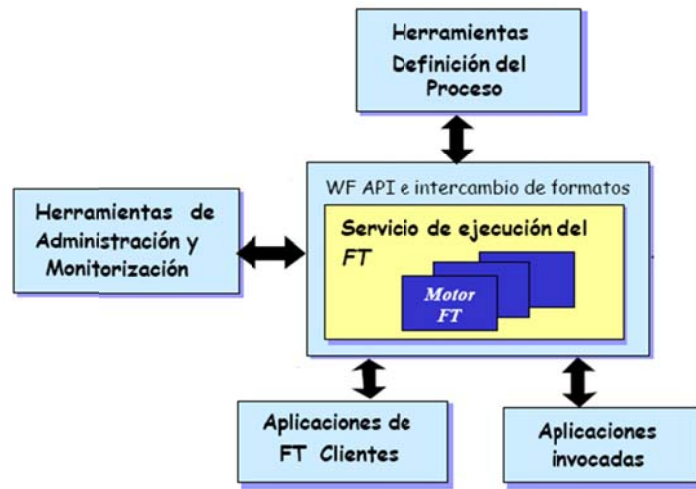


Figura 1. Modelo del sistema de Control de Flujo de Trabajo.

Servicio de Ejecución del Flujo de Trabajo (FT)	Es el componente central que se encarga de crear, gestionar y ejecutar cada una de las instancias del modelo de flujo de trabajo. En este componente es donde se encuentra el motor del sistema (OSWorkFlow), que proporciona la ejecución, propiamente dicha, de cada instancia (Tarea). La comunicación de este componente con el resto se realiza a través de lo que la WfMC denomina <i>WAPI (Workflow APIs)</i> , es decir, la interfaz para la programación de aplicaciones de flujo de trabajo. (Naya Lazo, 2007)
herramientas de definición del proceso o flujo de trabajo	Componentes que permiten modelar, describir y documentar un determinado flujo de trabajo, proceso de negocio o proceso en general mediante una interface gráfica. Se debe especificar la lógica del proceso de diseño (su secuencia), las actividades que los componen, los participantes humanos (equipos de trabajo y proyectistas), aplicaciones de diseño invocadas, datos utilizados para el trabajo de la actividad, etc.
Aplicaciones clientes del flujo de trabajo	Representa las entidades software utilizadas por el usuario final en aquellas Actividades que requieren participación humana para su realización. Si este componente se separa de lo que es el propio componente de ejecución, es necesaria una interfaz que defina y maneje la cola de trabajo asignado a un usuario o a un grupo de usuarios por el motor de ejecución del flujo de trabajo.
Aplicaciones Invocadas	El componente representa software o aplicaciones ya existentes que el motor de flujo de trabajo puede utilizar para la realización de ciertas actividades, teniendo en cuenta que las aplicaciones están distribuidas en la red empresarial.
Herramientas de Administración y Monitorización	Este componente permite que distintos servicios de ejecución de flujo de trabajo compartan las mismas funciones de gestión de usuarios, el control de los recursos (datos técnicos y normas) y la supervisión del estado de todo el proceso.

Tabla 1. Descripción de los componentes del sistema de control de flujo.

ANEXOS 10.

ELEMENTOS PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO DE WORKFLOW

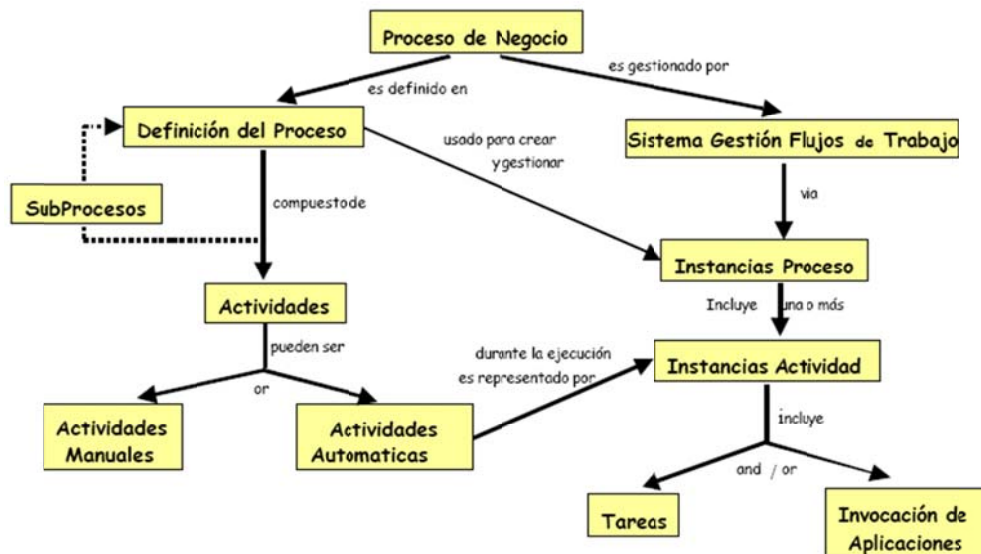


Figura 1. Modelo básico de Flujo de Trabajo.

PROCESO

Un proceso está formado por un conjunto de tareas conectadas mediante flujos de control. Este flujo de control establece el orden correcto de ejecución de las distintas tareas que componen el proceso. Las tareas pueden ser de tres tipos: actividades, subprocessos y condiciones de transición. Las actividades y subprocessos especifican cada uno de los pasos que componen el proceso, a distinto niveles. Las condiciones de transición permiten establecer puntos de bifurcación y/o de reunión en el flujo de control.

Todo proceso tiene asociada la siguiente información: un identificador, un nombre, una descripción, una condición de inicio, una condición de finalización y un estado.

Los posibles estados de un proceso son: creado (created), activo (active), en ejecución (running), fin de ejecución (executed), finalización con éxito (finished), finalización sin éxito (terminated), finalización por interrupción del usuario (aborted) y muerto (dead). Tras el evento de creación se alcanza el estado creado, en el cual se evalúa la condición de inicio y sólo en el caso que se evalúe a cierto pasará al estado activo. Por el contrario, si la condición de inicio no se cumple, el proceso no puede seguir con su ejecución y pasa al estado muerto.

CONDICIONES DE TRANSICIÓN

En la definición de un proceso se pueden añadir condiciones de transición que permiten establecer distintas alternativas o caminos a seguir, según se cumplan o no una serie de requisitos. En nuestro modelo, estas condiciones de transición pueden ser de dos tipos: de bifurcación y de unión.

ACTIVIDAD O TAREA

Representa cada uno de los pasos o tareas básicas a realizar dentro de un proceso.

Toda actividad tiene un identificador, un nombre, un estado, una condición de inicio, una condición de finalización y una serie de acciones específicas a realizar, que constituyen la propia actividad. La condición de inicio y la de finalización, son condiciones que determinan cuándo una actividad realmente se inicia o finaliza, respectivamente.

Existen dos tipos de actividades. Una actividad manual es aquella que necesita al menos un participante humano para su realización (toma de decisiones, rellenar formularios de datos, proporcionar información, etc.). Una actividad automática es aquella que normalmente no requiere un participante humano para su realización (determinada operación o conjunto de operaciones sobre un conjunto de datos, o bien, la invocación de una aplicación externa).

UN FLUJO DE CONTROL

Conecta dos tareas del proceso, especificando la secuencia correcta de ejecución. Siempre tiene una tarea origen y otra destino. Las actividades inicial y final, puesto que delimitan el inicio y final de un proceso, sólo admiten un flujo de salida o uno de entrada, respectivamente. El resto de actividades, al igual que los subprocesos, admiten dos flujos: uno de entrada y otro de salida, puesto que siempre van precedidos y sucedidos por una sola tarea.

RECURSOS

Los recursos se pueden asociar a las tareas que componen un proceso. Los recursos pueden ser de tres tipos: actores, datos y aplicaciones. El recurso actor representa la participación humana en el flujo de trabajo y se corresponde con la dimensión denominada estructura organizativa.

La dimensión relativa a la infraestructura de la organización está representada por los recursos denominados datos y aplicaciones.

Los datos representan la información que maneja el flujo de trabajo, mientras que las aplicaciones representan los programas invocados como parte de la ejecución del flujo de trabajo.

APLICACIONES

Las aplicaciones representan los programas que se invocan como parte de la ejecución de una o más actividades automáticas. Estos programas externos pueden ser aplicaciones informáticas genéricas que se utilizan para la realización de ciertas tareas, o incluso podría tratarse de software ya existente en la organización que se sigue utilizando para ciertas tareas muy concretas.

Las aplicaciones externas que vayan a ser invocadas desde el flujo de trabajo, deben ser registradas previamente en el propio sistema, almacenándose la información necesaria para que puedan ser invocadas local o remotamente de forma correcta. Básicamente esta información es el identificador, nombre, descripción, ubicación física (ruta de acceso a la aplicación, ya sea estructura de directorios local o en otras máquinas), llamada y parámetros para su invocación, permisos de acceso necesarios, y finalmente, también interesa conocer el estado de una aplicación, es decir, si la aplicación se encuentra en ejecución o ya ha finalizado. Al igual que para un proceso o una actividad, la información del estado sólo es relevante una vez el flujo de trabajo esté en ejecución.

DATOS

Representan la información que necesita el flujo de trabajo. Los datos van asociados a las tareas que componen un proceso, que los utilizan en su ejecución. En resumen, los datos son utilizados por actividades concretas o como parte de la evaluación de las condiciones de transición.

Los datos pueden ser tanto de entrada como de salida y normalmente son persistentes, estando almacenados en lo que genéricamente podemos llamar repositorio (o base de datos). Cuando una actividad comienza su ejecución, consulta del repositorio los datos de entrada que necesite. Durante la ejecución de la actividad o al finalizar la misma, se almacenan en dicho repositorio cualquier dato de salida que se haya podido generar.

Aquellos datos que vayan a ser utilizados en el flujo de trabajo, al igual que ocurre con las aplicaciones, deben ser registrados en el propio sistema, almacenándose la información necesaria para que se pueda acceder a ellos correctamente.

ACTOR

Engloba tanto a cada uno de los usuarios que individualmente participan en el proceso como a los posibles grupos de usuarios que puedan participar en el mismo: UEB, departamentos, grupos de trabajo, etc. Se registrará individualmente a cada uno de los usuarios y además se podrán registrar los grupos de usuarios que existan, a los que se nombra unidades organizacionales.

ANEXOS 11.

METODOLOGÍA ICONIX

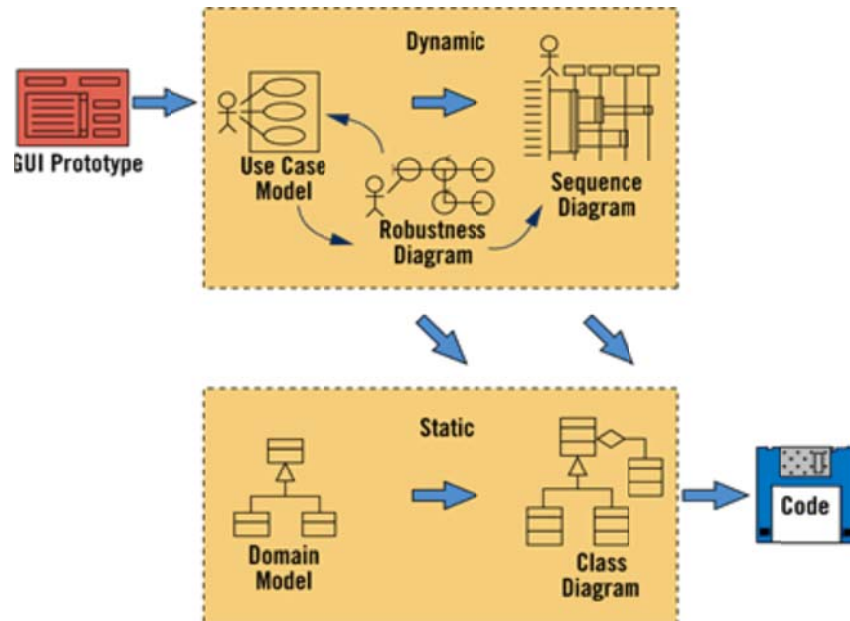


Figura 1. Esquema de Trabajo ICONIX.

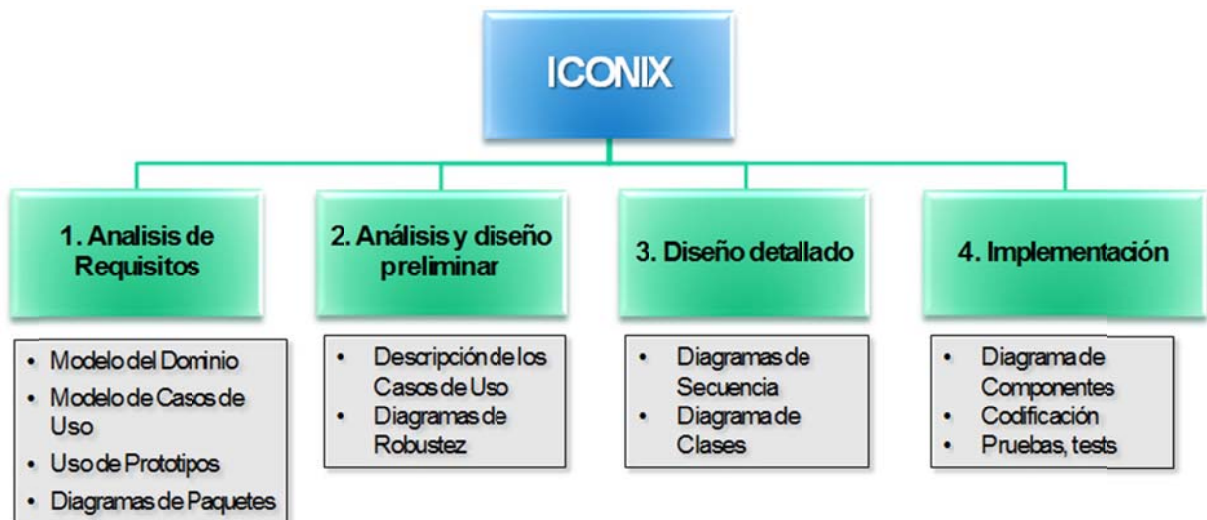


Figura 2. Fases de la Metodología ICONIX.

ANEXOS 12.

GLOSARIO DE TERMINOS

Tabla 1. Descripción de los cursos básicos y alternativos de algunos casos de uso.

Objeto	Definición
Proyecto	Es el producto final de las EIPH, el cual describe a través de Memoria descriptiva y documentación gráfica como construir una obra hidráulica.
Trabajador	Pertenece a la EIPH y desempeña una determinada actividad en el ciclo de vida de un proyecto.
Equipo de Trabajo	Está conformado por un conjunto de trabajadores que tienen la responsabilidad de llevar a cabo el desarrollo de un proyecto y será dirigido por un proyectista general.
Actividad	Es el desempeño que realiza cada trabajador en un proyecto asignado. Un trabajador puede realizar varias actividades en un proyecto.
Datos generales de proyecto	Están compuestos por la información técnica que acompaña a todos los proyectos de redes hidráulicas de abasto.
Datos generales para Acueducto	Conforman la información que acompaña a los proyectos de redes hidráulicas de abasto para Acueducto, donde se definen normas, colores y patrones.
Geología	Es la ciencia que estudia todos los fenómenos, procesos físicos, químicos, y su evolución en el tiempo, que tienen lugar en el planeta tierra desde su propio surgimiento. Centrando su mayor enfoque a los que ocurren en su parte más externa, o sea la corteza terrestre (acción atmosférica, acción geológica de los ríos, acción de los mares).
Abasto	Se considera un contorno cerrado que abarca una determinada superficie de la localidad la cual será abastecida por la red de abasto.

Población	Grupo de personas que viven en un determinado lugar del país.
Turismo	Áreas formadas por instituciones turísticas.
Norma de línea	Son las líneas que deben cumplir los formatos, cajetines, etc.
Norma de Texto	Son formatos implantados por el Gerente CAD que debe cumplir cada proyectista en la actividad que desempeña para el diseño de redes.
Norma Color	Son las normas que implanta la Gerencia CAD, mediante códigos, los cuales son obtenidos por los proyectistas según la actividad en el proyecto.
Lista de traza de operaciones	Son registros que se almacenan sobre las operaciones realizadas con datos por cada uno de los usuarios del sistema.

ANEXOS 13. DIAGRAMA DE DOMINIO

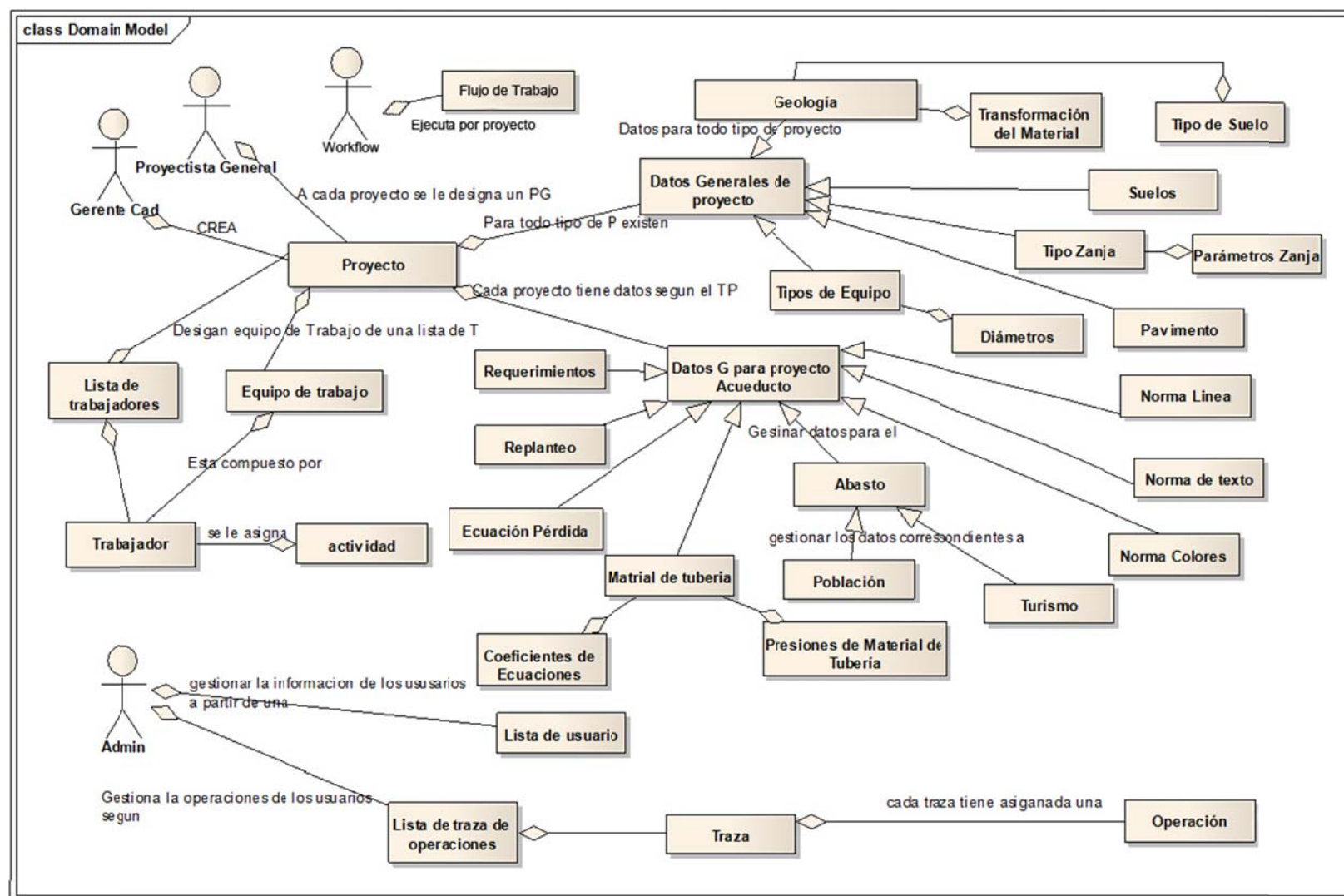


Figura 1. Diagrama del Modelo del Dominio.

ANEXOS 14. DIAGRAMAS DE PAQUETES

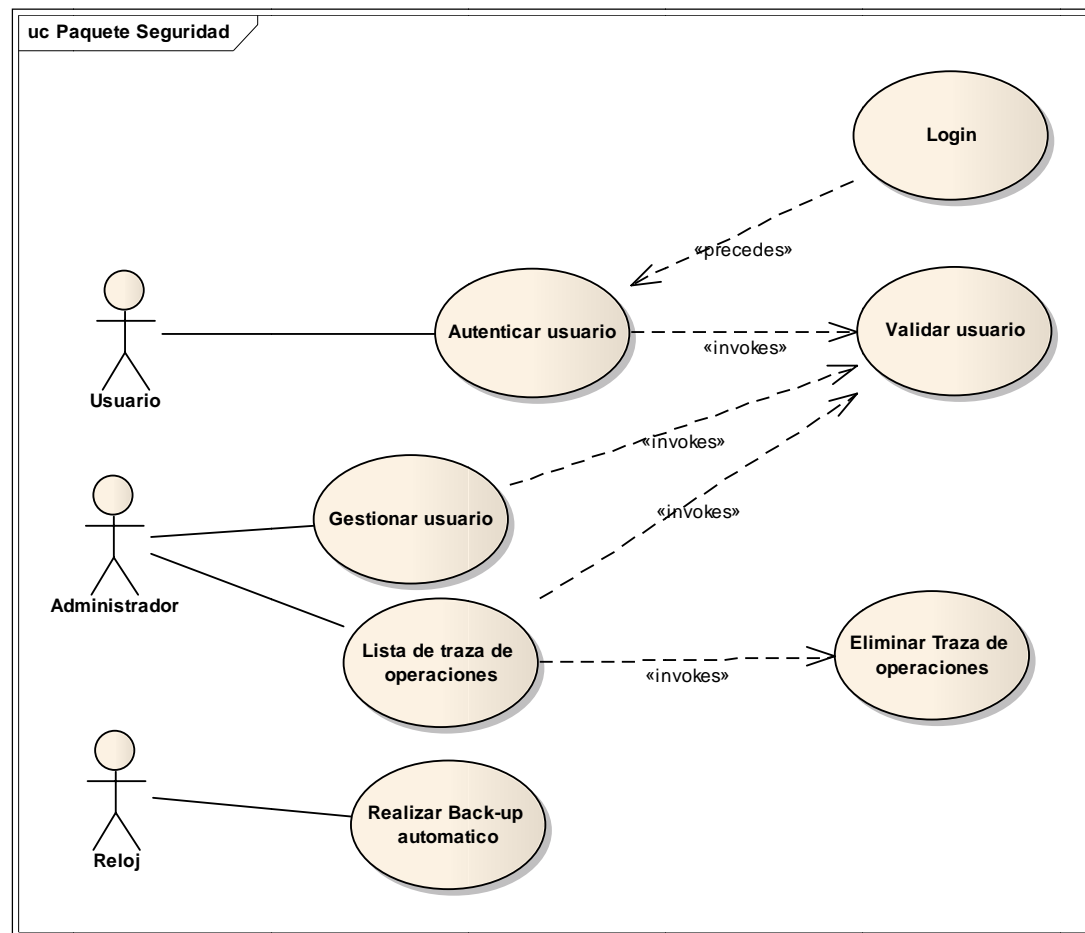


Figura 1. Diagrama de casos de uso del paquete Seguridad.

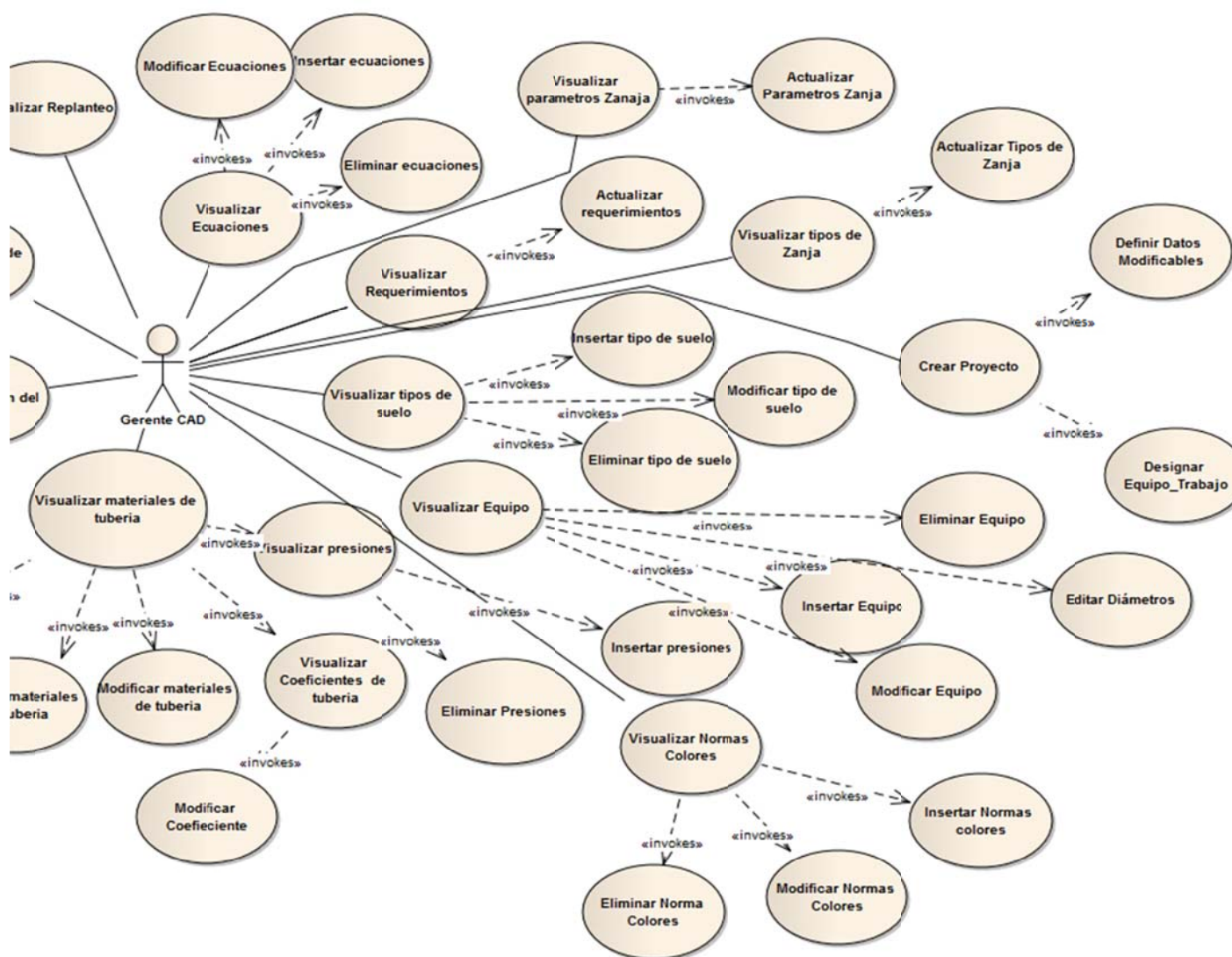


Figura 2. Parte del diagrama de casos de uso del paquete Proyecto.

ANEXOS 15.

DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO

Tabla 1. Descripción de alguno de los casos de uso del paquete de Geología.

CREAR PROYECTO

Archivo▼GerenciaCAD▼Proyecto▼

»

Nuevo Proyecto

Datos Generales

Código	<input type="text"/>	Sistema de Medida	<input type="text" value="▼"/>
Nombre	<input type="text"/>	Prioridad	<input type="text" value="▼"/>
Proyectista Principal	<input type="text" value="▼"/>	Estado	<input type="text" value="▼"/>
Fecha Inicio	<input type="text" value="▼"/>	Organismo	<input type="text" value="▼"/>
Fecha Final	<input type="text" value="▼"/>	Empresa	<input type="text" value="▼"/>
Descripción:	<div><div></div><div></div></div>	Responsable	<input type="text" value="▼"/>
Presupuesto	<input type="text"/>		

Siguiente

Curso Básico:

Para crear un nuevo proyecto el Gerente CAD da click en el elemento proyecto del submenú “Crear Proyectos” del menú Proyectos, el sistema muestra una nueva ventana “Nuevo Proyecto”. El Gerente CAD llena los campos código, nombre, descripción y presupuesto, y selecciona el proyectista, las fechas, sistema de medida, la prioridad, estado del proyecto, organismo, empresa y responsable al que pertenece, da click en el botón siguiente, y el sistema verifica si existe un proyecto con el nombre especificado y que estén llenado los campos en la ventana Nuevo Proyecto. Si no existe, el sistema permite realizar la siguiente función, el Gerente CAD da click en el botón siguiente de la interfaz Nuevo Proyecto y el sistema muestra la ventana Equipo de Trabajo.

Curso Alterno:

Nombre de proyecto repetido: El sistema muestra un mensaje diciendo que “Ya existe el proyecto con el mismo nombre”, el Gerente CAD da click en el botón aceptar de la interfaz Mensaje Error y el sistema muestra la ventana Nuevo Proyecto.

No existen Datos de Proyecto especificado: El sistema muestra mensaje diciendo que no se puede pasar a la siguiente interfaz y muestra la ventana Mensaje Error, el Gerente CAD da click en el botón aceptar y el sistema muestra la ventana Nuevo proyecto.

DESIGNAR EQUIPO DE TRABAJO

Curso Básico:

Para designar equipo de trabajo en la interfaz “Equipo de Trabajo”, El Gerente CAD debe seleccionar los trabajadores de una lista y la actividad que desempeñará en el proyecto. El sistema verifica que se hayan seleccionado correctamente los trabajadores y la actividad, el Gerente CAD añade uno o varios trabajadores para una actividad. El sistema verifica que no existan nombres repetidos en una misma actividad y que al menos exista un trabajador para cada una. El Gerente CAD da click en el botón siguiente de la ventana “Equipo de Trabajo”, y el sistema almacena el equipo de trabajo designado en la interfaz “Equipo de Trabajo” y visualiza la ventana Datos Modificables de proyecto.

Curso Alterno:

Selección Incorrecta: El sistema muestra ventana “Mensaje Error” diciendo que debe seleccionar un trabajador y una actividad.

Actividad sin trabajador: El sistema muestra ventana “Mensaje Error” especificando que debe haber un trabajador para cada actividad.

Nombre Repetido: El sistema muestra ventana “Mensaje Error” especificando que ya existe ese trabajador para dicha actividad.

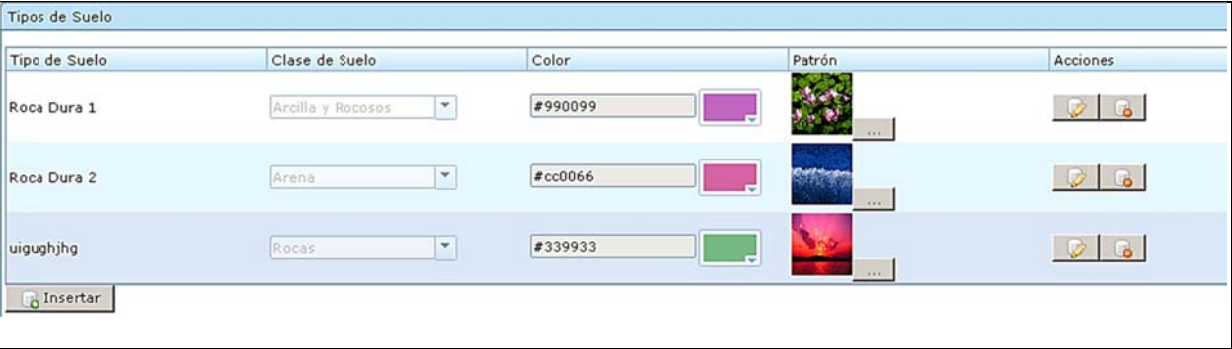
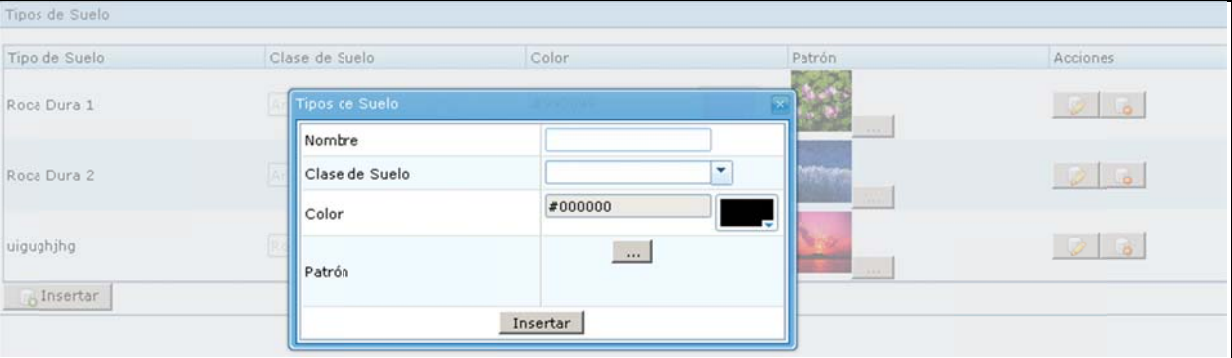
DATOS MODIFICABLES

Datos Modificables	
<input type="checkbox"/> Velocidad Min.(m/s)	<input type="checkbox"/> Presión Min(mca)
<input type="checkbox"/> Velocidad(m/s)	<input type="checkbox"/> Presión(mca)
<input type="checkbox"/> Velocidad Max.(m/s)	<input type="checkbox"/> Presión Max(mca)
<input type="checkbox"/> Recubrimiento Min	<input type="checkbox"/> Excavación Max
<input type="checkbox"/> Pendiente Min	<input type="checkbox"/> Pendiente Max
<input type="checkbox"/> Fecha Inicio	<input type="checkbox"/> Fecha Final
<input type="button" value="Anterior"/> <input type="button" value="Finalizar"/>	

Curso Básico:

Para modificar los datos de un proyecto, el Gerente CAD da click en botón siguiente de la interfaz Equipo de Trabajo y el sistema muestra la interfaz “Datos Modificables”, el Gerente CAD selecciona los datos que pueden ser modificados en el proyecto, da click en el botón finalizar de la ventana “Datos Modificables” y el sistema almacena los datos que pueden ser modificables; así como almacena toda la información de proyecto en sus entidades.

Tabla 2. Descripción de alguno de los casos de uso del paquete de Geología.

				
VISUALIZAR TIPO DE SUELO:				
<p>Curso Básico:</p> <p>Para visualizar los tipos de suelo el gerente CAD da click en el elemento Tipo de Suelo del submenú Datos Generales del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Tipo de Suelo con el listado de los suelos existentes.</p>				
				
INSERTAR TIPO DE SUELO				
<p>Curso Básico:</p>				

Para insertar un nuevo tipo de suelo el gerente CAD da click en botón insertar

de la interfaz "Tipos de Suelo" y el sistema muestra una nueva ventana "Datos tipos de Suelo" con sus propiedades correspondientes color, patrón y clase de suelo a la que pertenece, el gerente CAD llena los campos, da click en botón insertar y el sistema verifica que no existe el nuevo tipo de suelo con el mismo nombre en la BD, inserta el nuevo elemento en la BD y actualiza el listado de los tipos de suelos en la interfaz "Tipos de Suelo".

Curso Alterno:

Tipo de suelo con el mismo nombre: el sistema muestra mensaje diciendo que el tipo de suelo ya existe.

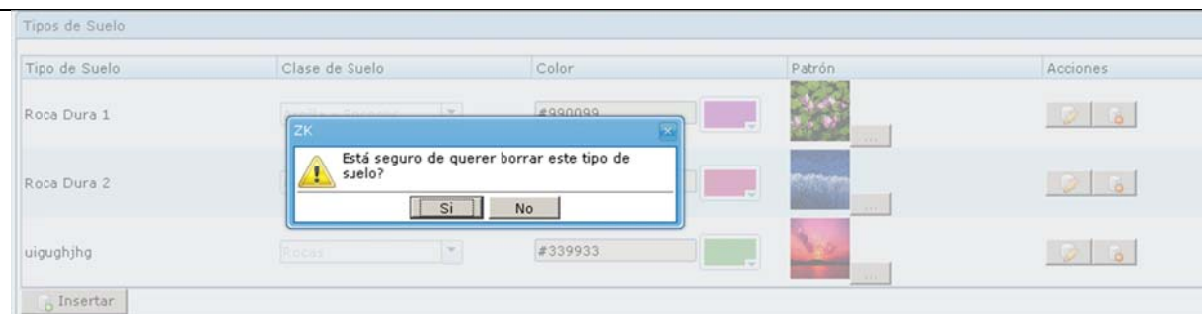
MODIFICAR DATOS PAVIMENTO

Curso Básico:

Para modificar los datos correspondientes al Tipo Pavimento, en la interfaz "Tipos de Pavimentos", el Gerente CAD da click en el botón actualizar correspondiente al Tipo de Pavimento que desea modificar, el sistema permite modificar los campos nombre, espesor, color y patrón, el usuario modifica los campos deseados y da click en el botón guardar, el sistema deshabilita el proceso de edición, verifica que el nombre cambiado no coincida con uno existente, almacena los datos y actualiza el listado de elementos en la interfaz "Tipos de Pavimentos".

Curso Alterno:

Nombre repetido: el sistema muestra un mensaje especificando que ya existe un tipo de pavimento con el mismo nombre, no almacena los datos modificados.



ELIMINAR TIPO DE SUELO

Curso Básico:

Para modificar los datos correspondientes al Tipo de suelo, en la interfaz “Tipo de Suelo”, el Gerente CAD da click en botón actualizar correspondiente al tipo de suelo que desea modificar, el sistema permite modificar los campos correspondiente a color, patrón y clase de suelo a la que pertenecen, el Gerente CAD modifica los campos deseados y da click en el botón guardar, el sistema deshabilita el proceso de edición, verifica que el nombre cambiado no coincida con uno existente, almacena los datos y actualiza el listado de elementos en la interfaz “Tipos de Suelo”.

VISUALIZAR TRANSFORMACIÓN DEL MATERIAL

Transformación del material					
Clase de Suelo	Colchón de asiento	Estado del Material	Transformado a:		
			Natural	Esponjado	Compactado
Arena	0.87	Natural	1.0	1.11	0.95
		Esponjado	0.9	1.0	0.86
		Compactado	1.05	1.17	1.0
Rocas	0.985	Natural	1.0	1.5	1.3
		Esponjado	0.67	1.0	0.87
		Compactado	0.77	1.15	1.0
Tierra Común y Materiales Húmedos	0.78	Natural	1.0	1.25	0.9
		Esponjado	0.8	1.0	0.72
		Compactado	1.11	1.39	1.0
Arcilla y Rocosos	0.987	Natural	1.0	1.43	0.9
		Esponjado	0.7	1.0	0.63
		Compactado	1.11	1.59	1.0

 Actualizar

Curso Básico:

Para visualizar la transformación de los materiales el gerente CAD da click en el elemento Transformación de material del submenú Datos Generales del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Transformación del material con el listado de las clases de suelo existentes.

MODIFICAR TRANSFORMACIÓN DEL MATERIAL

Transformación del material					
Clase de Suelo	Colchón de asiento	Estado del Material	Transformado a:		
			Natural	Esponjado	Compactado
Arena	0.87	Natural	1.0	1.11	0.95
		Esponjado	0.9	1.0	0.86
		Compactado	1.05	1.17	1.0
Rocas	0.985	Natural	1.0	1.5	1.3
		Esponjado	0.67	1.0	0.87
		Compactado	0.77	1.15	1.0
Tierra Común y Materiales Húmedos	0.78	Natural	1.0	1.25	0.9
		Esponjado	0.8	1.0	0.72
		Compactado	1.11	1.39	1.0
Arcilla y Rocosos	0.987	Natural	1.0	1.43	0.9
		Esponjado	0.7	1.0	0.63
		Compactado	1.11	1.59	1.0

 Actualizar

Curso Básico:

Para modificar los datos correspondientes a la transformación de los materiales, en la interfaz “Transformación del material”, el gerente CAD da doble click sobre los coeficientes de transformación correspondientes a la clase de suelo que desea modificar, el sistema habilita la edición en los campos correspondientes al nombre, colchón de asiento y los coeficientes, el usuario modifica los datos y da click en el botón actualizar de la interfaz “Transformación del material”, el sistema verifica que el usuario halla especificado correctamente los datos, almacena los datos en la BD, muestra un mensaje que se han actualizado los datos, el sistema deshabilita la edición y actualiza el listado de las clases de suelo en la interfaz “Transformación del material”.

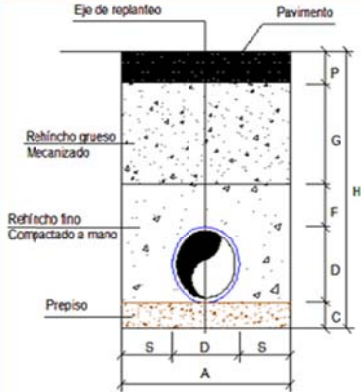
Curso Alterno:

Datos incorrectos: el sistema muestra mensaje especificando que debe llenar los datos correctamente.

VISUALIZAR TIPOS DE ZANJA

Tipos de Zanjas

Nombre	Valor F	
Vertical	7.9	Actualizar










Leyenda:

- P - Espesor del pavimento.
- G - en función del recubrimiento y del replanteo de la tubería en el editor topográfico.
- F - Distancia entre la corona del tubo y el límite del Rehinchos.
- D - Diámetro exterior.
- C - Colchón de asiento.
- A - Ancho de la zanja en función del DN.
- S - Separación del tubo a las paredes de la zanja, en función del DN y el ancho de zanja.
- H - en función de P, G, F, D y C.

Curso Básico:

Para visualizar los tipos de zanja el gerente CAD da click en el elemento Tipos de Zanjas del submenú Datos Generales del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Tipos de Zanjas con las zanjas existentes.

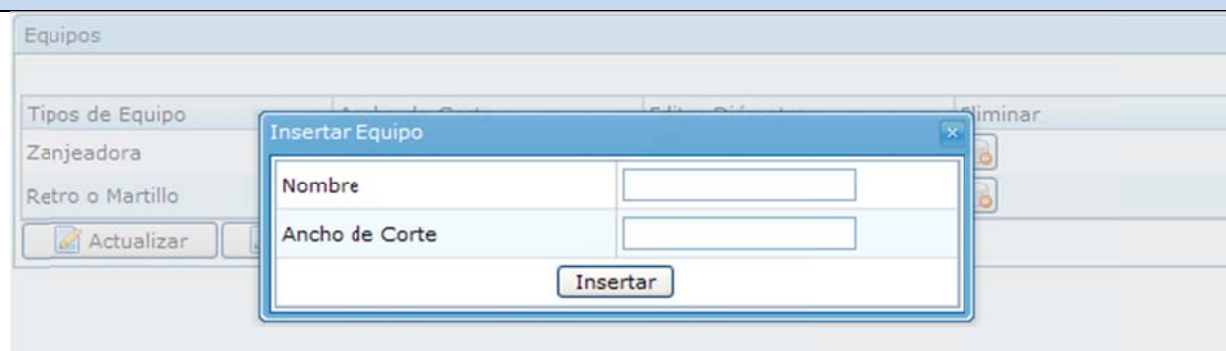
VISUALIZAR EQUIPO

Equipos			
Tipos de Equipo	Ancho de Corte	Editar Diámetro	Acciones
Zanjadora	250.0		 
Retro y Martillo	700.0		 
 Insertar			

Curso Básico:

Para visualizar los tipos de equipos el gerente CAD da click en el elemento Equipos del submenú Datos Generales del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Equipos con el listado de los tipos de equipos existentes.

INSERTAR EQUIPO



The screenshot shows the 'Equipos' window in the background, which contains a table of equipment types. Overlaid on this is a modal dialog box titled 'Insertar Equipo'. The dialog has two input fields: 'Nombre' and 'Ancho de Corte'. Below these fields is an 'Insertar' button. The background window shows the 'Equipos' table with columns 'Tipos de Equipo', 'Ancho de Corte', 'Editar Diámetro', and 'Acciones'. The 'Equipos' table lists 'Zanjadora' and 'Retro y Martillo'.

Curso Básico:

Para insertar un nuevo equipo el Gerente CAD da click en el botón Insertar de la interfaz “Equipos” y el sistema muestra una nueva ventana “Insertar Tipo “Equipos”, el Gerente CAD llena los campos nombre y ancho de corte y da click en el botón insertar de la Interfaz “Insertar Tipo “Equipos”. El sistema verifica que no exista equipo con el mismo nombre. Si no existe, el sistema inserta el nuevo elemento y actualiza el listado de equipos en la interfaz “Equipos”.

Curso Alternativo:

Nombre de tipo de pavimento repetido: El sistema muestra un mensaje diciendo que “Ya existe un equipo con el mismo nombre” y le pide que inserte el nombre del equipo.

VISUALIZAR DIÁMETRO EQUIPO



Curso Básico:

Para visualizar los datos correspondiente a los Diámetros de Equipo de la interfaz Equipos. El Gerente CAD da click en botón editar correspondiente a las diámetro, el sistema muestra una nueva ventana “Diámetros” especificando la el número de pasadas y el diámetro exterior máximo según el tipo de equipo.

INSERTAR DIÁMETROS DE EQUIPOS









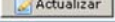
Curso Básico:

Para insertar nuevos diámetros para equipos el Gerente CAD da click en el botón insertar de la ventana Diámetros. El sistema muestra una nueva ventana "", el Gerente CAD llena los campos número de pasada y diámetros exterior máximo de click en el botón insertar de la interfaz ""y el sistema verifica que los datos se encuentren en un rango permisible y almacena los nuevos valores en la interfaz Diámetros.

Curso Alterno:









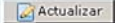
Rango No permisible: el sistema muestra mensaje de error en la interfaz “Mensaje Error especificando que los datos están mal definidos.

Tabla 3. Descripción de otros casos de usos importantes para el trabajo con estilos y datos de trabajo.

VISUALIZAR REQUERIMIENTOS			
Requerimientos			
Velocidad		Presión	
Velocidad Min.(m/s):	0.3	Presión Min(mca):	14.0
Velocidad (m/s):	2.0	Presión(mca):	30.0
Velocidad Max.(m/s):	2.5	Presión Max(mca):	50.0
Rango velocidades		Rango Presiones	
< Velocidad Min.:		< Presión Min.:	
V.Min.- V.Inter.:		P.Min.- P.Inter.:	
V.Inter.- V.Max.:		P.Inter. - P.Max:	
> V.Max.:		> P.Max:	
			

Curso Básico:

Para visualizar los datos requerimientos el gerente CAD da click en el elemento Requerimientos del submenú Datos Acueducto del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Requerimientos con sus datos existentes.

ACTUALIZAR REQUERIMIENTOS			
Requerimientos			
Velocidad		Presión	
Velocidad Min.(m/s):	0.3	Presión Min(mca):	14.0
Velocidad (m/s):	2.0	Presión(mca):	30.0
Velocidad Max.(m/s):	2.5	Presión Max(mca):	50.0
Rango velocidades		Rango Presiones	
< Velocidad Min.:		< Presión Min.:	
V.Min.- V.Inter.:		P.Min.- P.Inter.:	
V.Inter.- V.Max.:		P.Inter. - P.Max:	
> V.Max.:		> P.Max:	
			

Curso Básico:

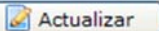
Para modificar los datos correspondientes a Requerimientos en la interfaz “Requerimientos “, el gerente CAD da doble click sobre las velocidades y presiones, con sus respectivos rangos de colores que desea modificar, el sistema habilita la edición en los campos seleccionados, el usuario modifica los datos y da click en el botón actualizar de la interfaz “Requerimientos”, el sistema verifica que el usuario halla especificado correctamente los datos, almacena los datos, muestra un mensaje que se han actualizado los datos, el sistema deshabilita la edición y actualiza las velocidades, presiones y rangos

en la interfaz “Requerimientos “.

Curso Alterno:

Datos incorrectos: El sistema muestra mensaje en la ventana Mensaje Error diciendo que especifique los datos correctamente, el Gerente CAD da click en el botón aceptar y el sistema muestra la ventana inicial Requerimientos.

VISUALIZAR REPLANTEO

Replanteo			
Profundidad		Pendiente	
Recubrimiento Min.:	<input type="text" value="12.42"/>	Pendiente Min.:	<input type="text" value="23.98"/>
Escabación Max.:	<input type="text" value="253.0"/>	Pendiente Max.:	<input type="text" value="123.8"/>
			

Curso Básico:

Para visualizar los datos replanteo el gerente CAD da click en el elemento Replanteo del submenú Datos Acueducto del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Replanteo con sus datos existentes.

MODIFICAR REPLANTEO

Curso Básico:

Para modificar los datos de Replanteo en la interfaz “Replanteo “, el gerente CAD da doble click sobre los campos de profundidad y pendiente que desea modificar, el sistema habilita la edición en los campos seleccionados, el usuario modifica los datos y da click en el botón actualizar de la Ventana Replanteo, el sistema verifica que el usuario halla especificado correctamente los datos, almacena los datos, muestra un mensaje que se han actualizado los datos, el sistema deshabilita la edición y actualiza las profundidades y pendientes en la interfaz “Replanteo “.

Curso Alterno:

Datos incorrectos: El sistema muestra mensaje diciendo que especifique los datos correctamente, el Gerente CAD da click en el botón aceptar y el sistema muestra la ventana inicial Replanteo.

VISUALIZAR MATERIALES DE TUBERÍA

Materiales de Tuberías			
Material	Color	Editar	Acciones
PEAD	<input type="text" value="#cc3333"/>		
			

Curso Básico:

Para visualizar los materiales de tubería el gerente CAD da click en el elemento Materiales de Tubería del submenú Datos Acueducto del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Materiales de Tubería con la lista de materiales existentes.

INSERTAR DATOS MATERIALES DE TUBERÍAS**Curso Básico:**

Para insertar un nuevo tipo de material de tubería, el Gerente CAD da click en el botón insertar de la interfaz “Materiales Tubería” y el sistema muestra una nueva ventana “Material Tubería” con los campos nombre del material y color. El Gerente CAD llena el campo nombre y selecciona el color de materiales de tubería. Da click en el botón insertar de la nueva ventana “Material Tubería” y el sistema verifica que no se encuentre el nuevo material de tubería insertado, lo almacena y actualiza la lista de materiales en la ventana “Materiales de Tuberías.”

Curso Alternativo:

Material existente: El sistema muestra mensaje de que ya se encuentra el material.

MODIFICAR DATOS DE MATERIAL DE TUBERIA**Curso Básico:**

Para modificar los datos correspondientes a Materiales de Tubería, en la interfaz “Materiales de Tubería”, el Gerente CAD da click en el botón actualizar correspondiente al material que desea modificar, el sistema permite modificar los campos nombre y color, el usuario modifica el campo deseado y da click en el botón guardar, el sistema deshabilita el proceso de edición, verifica que el nombre cambiado no coincida con uno existente, almacena los datos y actualiza el listado de elementos en la interfaz “Materiales de Tubería”.

Curso Alternativo:

Nombre repetido: el sistema muestra un mensaje especificando que ya existe el material con el mismo nombre, no almacena los datos modificados.

VISUALIZAR PRESIONES DE MATERIALES DE TUBERÍA

Presión Nominal	Diámetro Exte...	Diámetro Inte...	Diámetro Nom...	Peso	Acción
6.0	34.0	5.0	2.0	6.0	

Insertar

Presión Nominal:	<input type="text"/>	Diámetro Exterior:	<input type="text"/>
Diámetro Interior:	<input type="text"/>	Diámetro Nominal:	<input type="text"/>
Peso:	<input type="text"/>		

Insertar

Curso Básico:

Para visualizar los datos correspondiente a Presiones de la interfaz Materiales de Tubería el Gerente CAD da click en botón editar correspondiente a las presiones, el sistema muestra una nueva ventana “Presiones” especificando la presión nominal, el diámetro exterior, diámetro interior y el peso de cada material.

INSERTAR PRESIONES**Curso Básico:**

Para insertar nuevas presiones a un material de la interfaz “Presiones”, el Gerente CAD llena los campos presión nominal, el diámetro exterior, diámetro interior y el peso, el Gerente CAD da click en el botón insertar de la interfaz Presiones, el sistema verifica que existan valores permisibles e inserta los datos y actualiza la lista de datos de “Presiones”

Curso Alterno:

Valores no permisibles: El sistema muestra mensaje de error diciendo que entre un valor entre el rango permitido.

VISUALIZAR COEFICIENTES DE MATERIAL DE TUBERÍAS

Ecuación	Coeficiente
H-W	21
Illss2	38
rhdj	59
ffsf	32

Actualizar

Curso Básico:

Para visualizar los datos correspondiente a Coeficientes de Tubería de la interfaz Materiales de Tubería el Gerente CAD da click en botón editar correspondiente a Coeficientes, el sistema muestra una nueva ventana “Coeficiente Tubería” especificando las ecuaciones con los coeficientes asociados de cada ecuación.

MODIFICAR COEFICIENTES

Curso Básico:

Para modificar los datos de coeficientes de tubería en la interfaz “Coeficiente Tubería“, el Gerente CAD da doble click sobre los campos de los coeficientes que desea modificar, el sistema habilita la edición del campo seleccionado, el usuario modifica los datos y da click en el botón actualizar de la Ventana “Coeficiente Tubería“, el sistema verifica que el usuario halla especificado correctamente los datos, almacena los datos, muestra un mensaje que se han actualizado los datos, el sistema deshabilita la edición y actualiza las los coeficientes en la interfaz “Coeficiente Tubería”.

Curso Alterno:

Datos incorrectos: El sistema muestra mensaje diciendo que especifique los datos correctamente.

INSERTAR ECUACIONES

Nombre	Usar en Proyectos	Acciones
H-W	<input type="radio"/>	
Illss2	<input type="radio"/>	
rhdj	<input type="radio"/>	
ffsf	<input type="radio"/>	

Insertar Ecuación

Nombre:

Curso Básico:

Para insertar nuevas ecuaciones de la interfaz “Ecuaciones” del panel Insertar Ecuación, el Gerente CAD llena el campo del nombre de la ecuación, da click en el botón insertar del panel Insertar

Ecuaciones, el sistema verifica que el nombre de la ecuación insertada no coincida con uno existente, inserta el nuevo elemento y actualiza la lista de ecuaciones de la interfaz Ecuaciones.

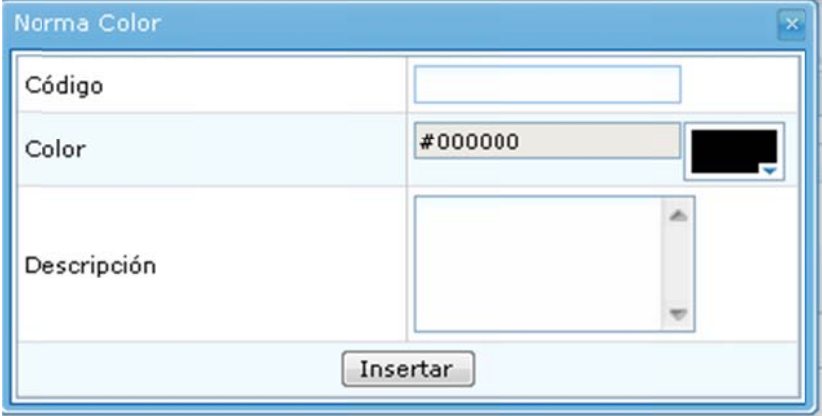
Curso Alternativo: Nombre repetido. El sistema muestra mensaje diciendo que ya existe la ecuación que desea insertar.

Visualizar Norma Colores

Curso Básico:

Para visualizar las normas de colores el gerente CAD da click en el elemento Norma Colores del submenú Datos Acueducto del menú Gerencia CAD de la interfaz Principal, y el sistema muestra la ventana Norma Colores con la lista de colores existentes.

INSERTAR NORMA COLORES



The image shows a software window titled "Norma Color". It has a light blue border and a close button in the top right corner. Inside the window, there are three input fields arranged vertically. The first field is labeled "Código" and is empty. The second field is labeled "Color" and contains the text "#000000" next to a small black color swatch. The third field is labeled "Descripción" and is empty. At the bottom of the window, there is a button labeled "Insertar".

Curso Básico:

Para insertar nuevos colores el Gerente CAD da click en el botón insertar de la interfaz Normas Colores, el sistema muestra una nueva ventana “Norma Color” con el código, color y su descripción, el Gerente CAD llena los campos código y descripción y selecciona el color, y el sistema verifica que el código insertado no coincida con uno existente y actualiza la lista de colores, y almacena el nuevo color en la interfaz “Norma Colores”.

Curso Alternativo:

Código existente: El sistema muestra mensaje diciendo que ya existe el código del color que desea insertar.

ANEXOS 16. DIAGRAMAS DE ROBUSTEZ

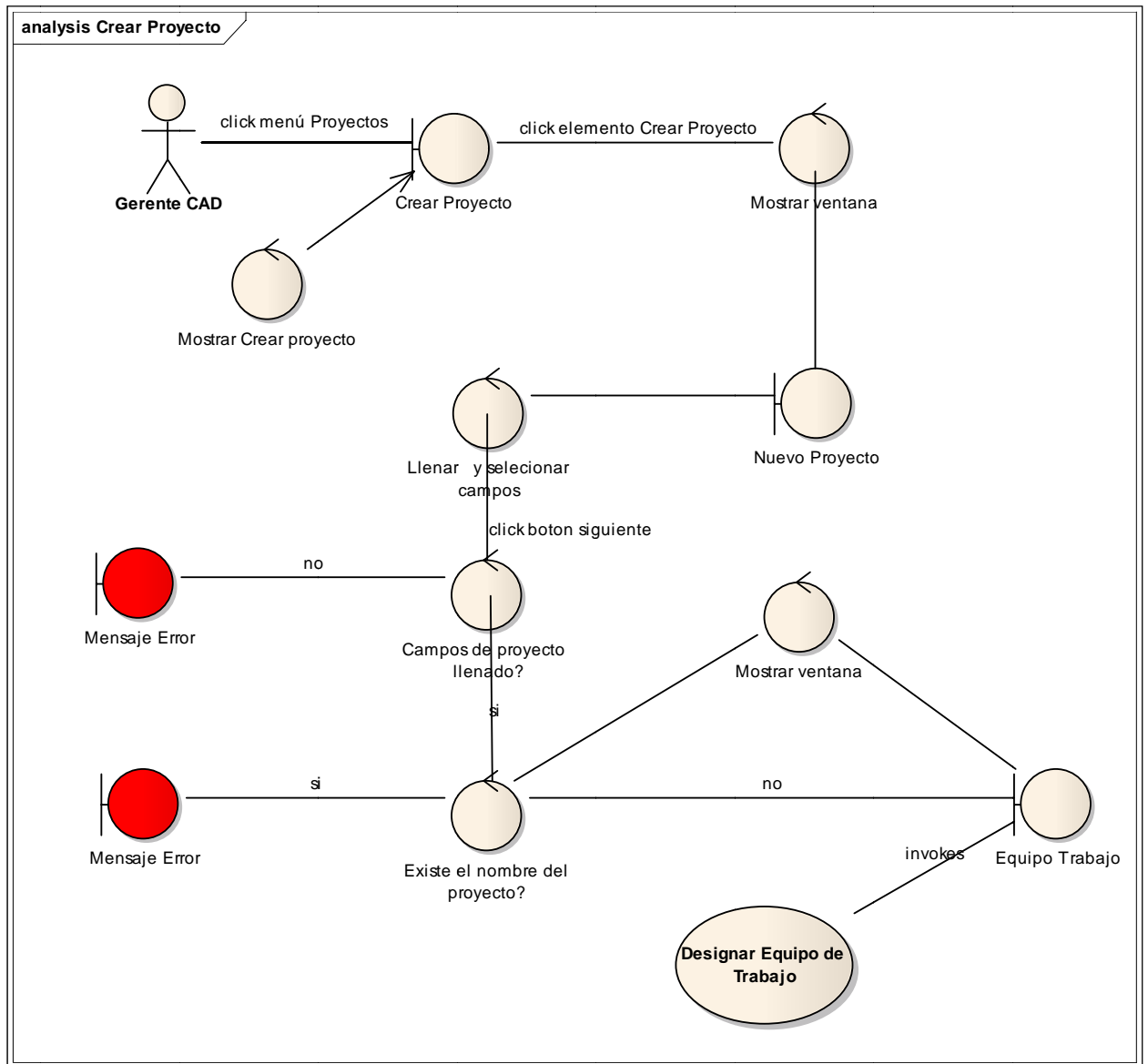


Figura 1. Diagrama Robustez para el caso de uso Crear Proyecto.

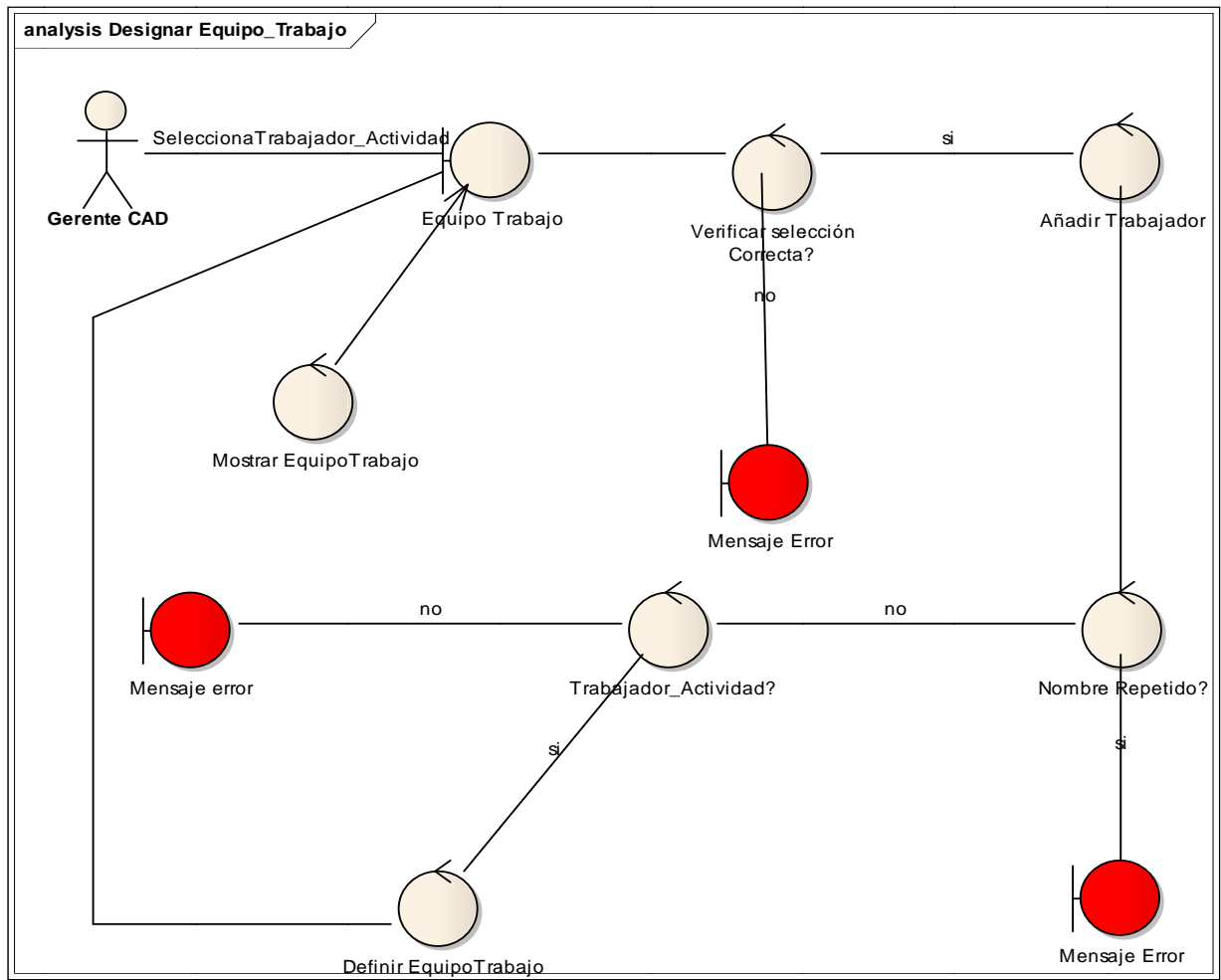


Figura 2. Diagrama Robustez para el caso de uso Designar Equipo de Trabajo.

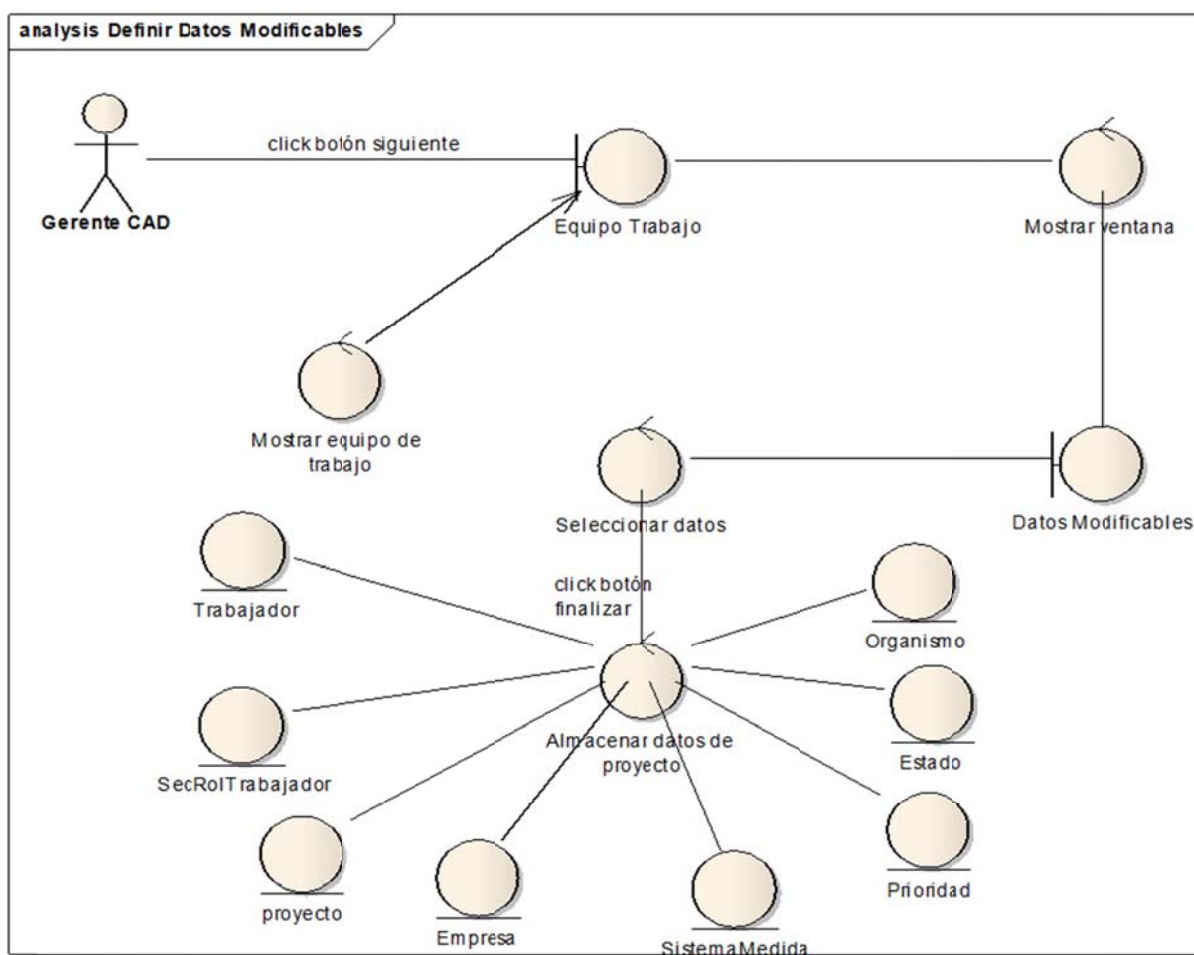


Figura 3. Diagrama de Robustez de Definición de datos Modificables.

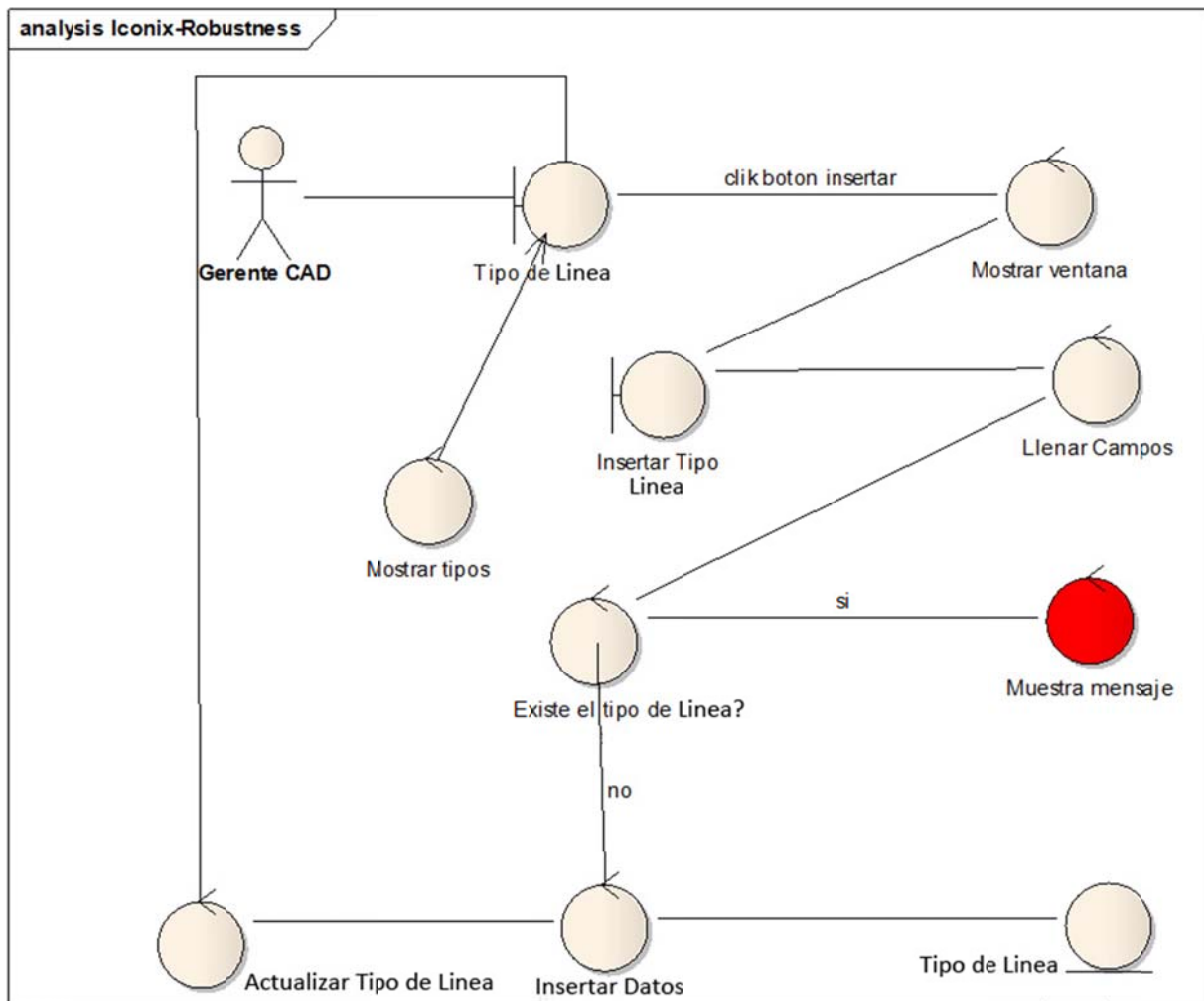


Figura 4. Diagrama de Robustez para Inserción de tipos de líneas.

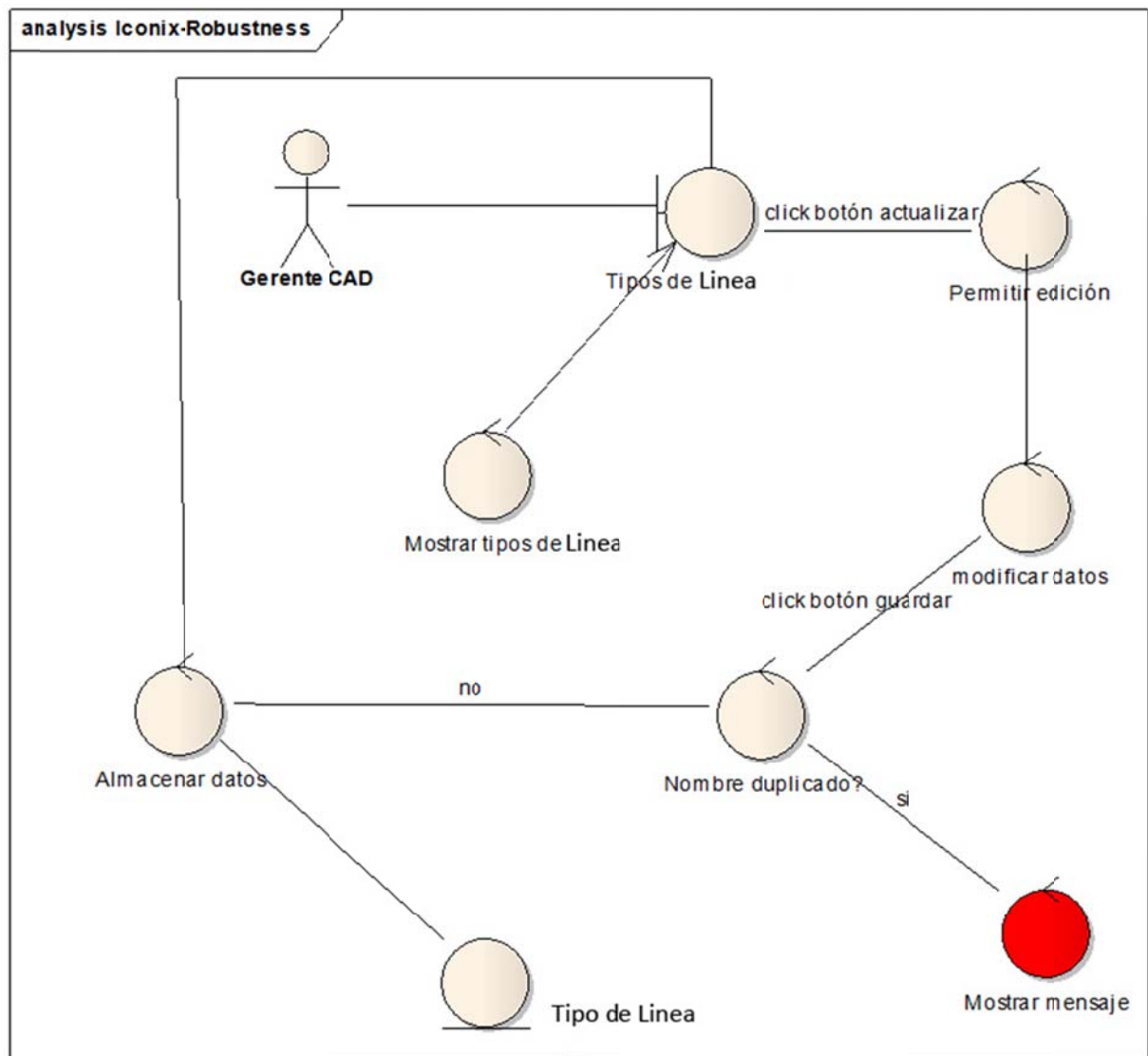
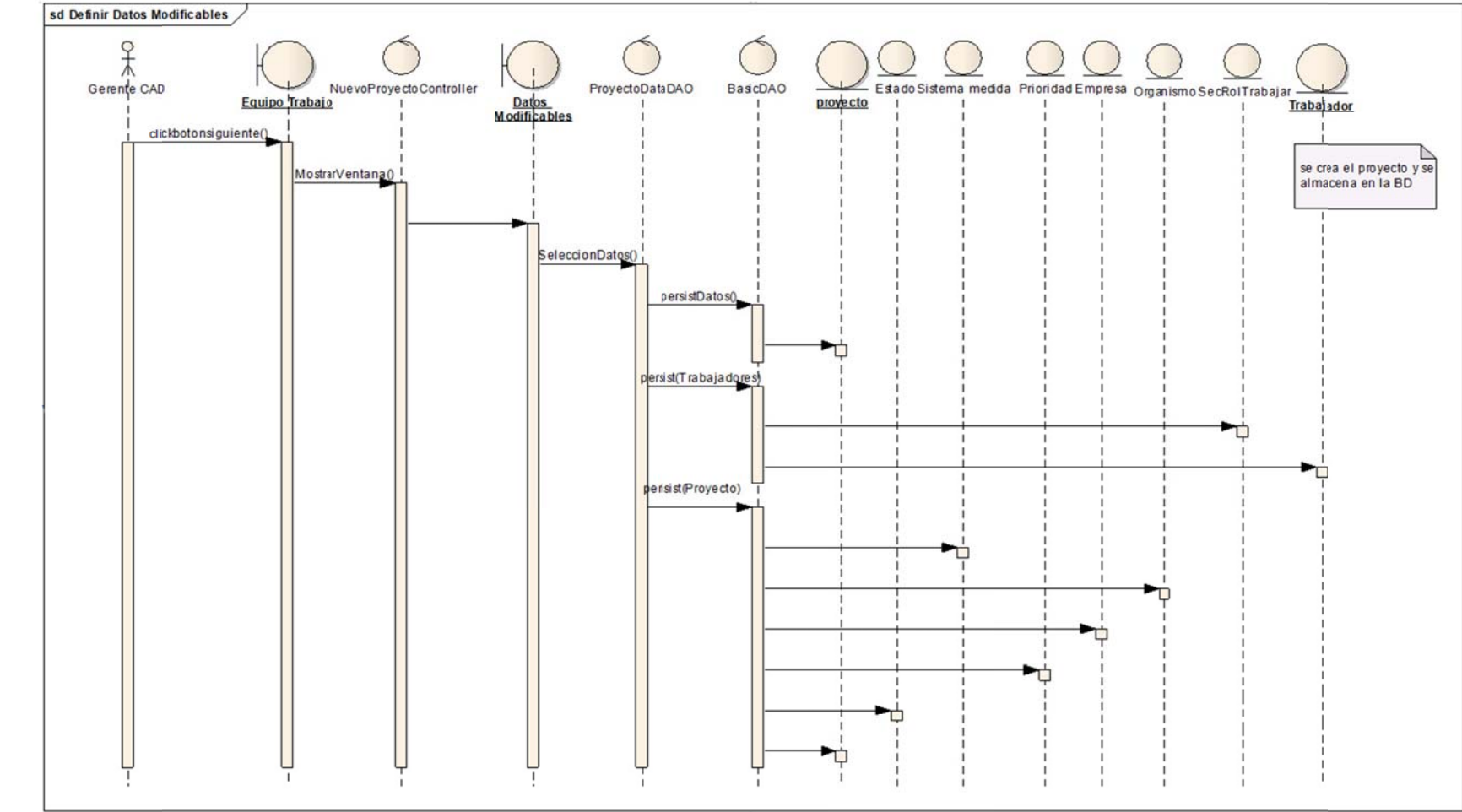


Figura 5. Diagrama de Robustez para Editar tipo de línea.



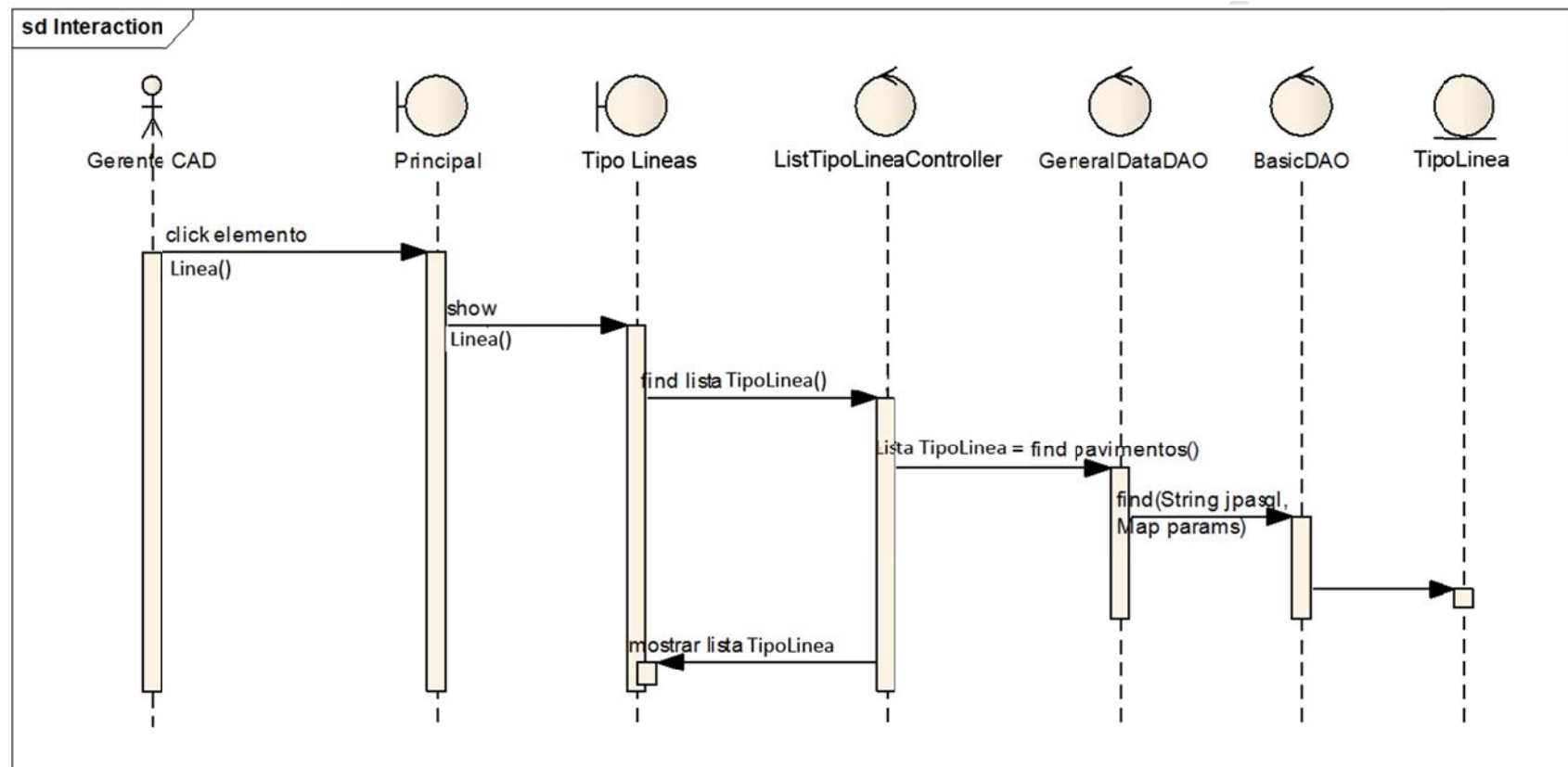


Figura 2. Diagrama de Secuencia para visualizar tipo de líneas.

ANEXOS 18.

DIAGRAMA DE BASE DE DATOS

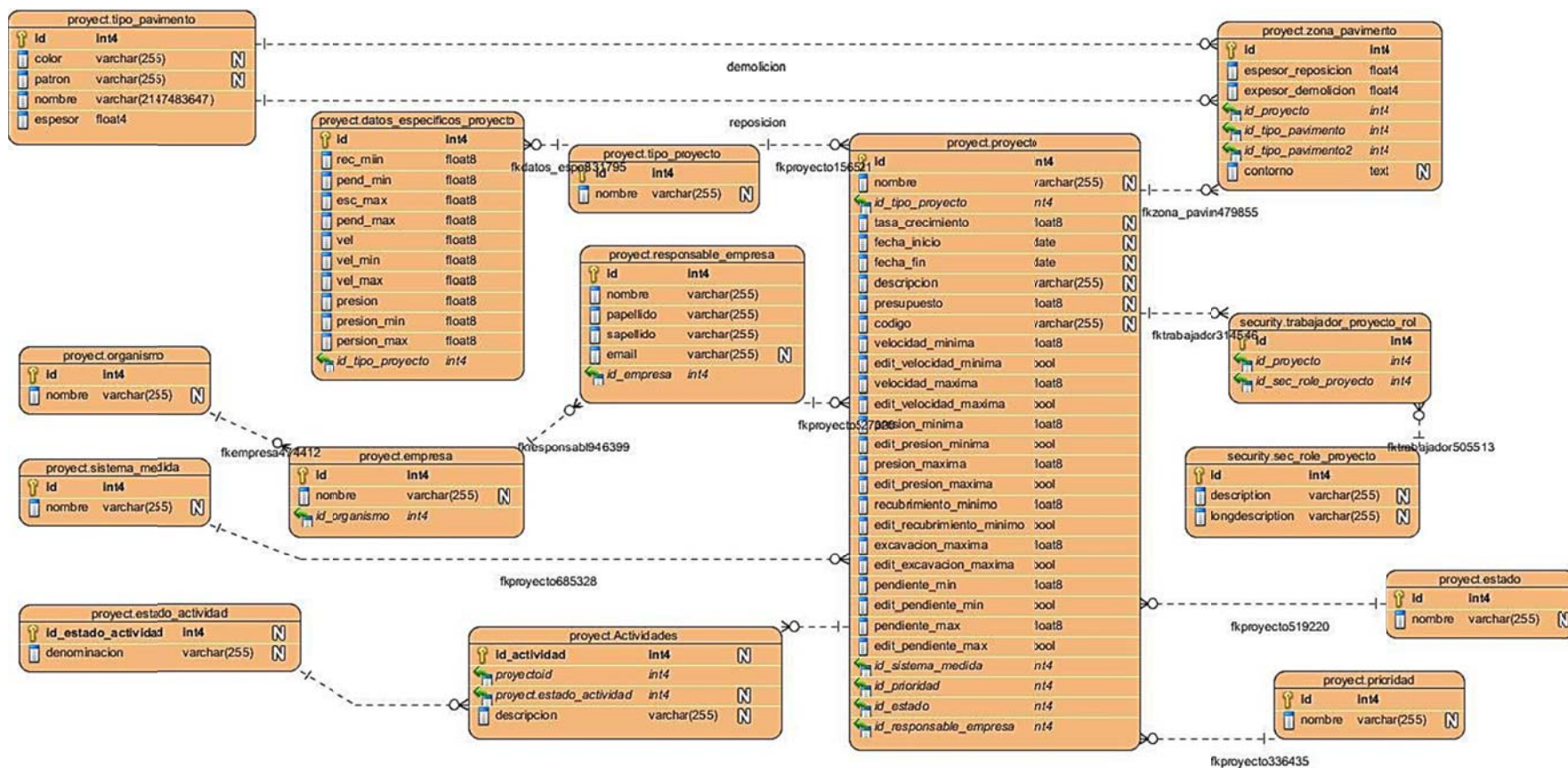


Figura 1. Diagrama Entidad Relación de la Gerencia CAD.

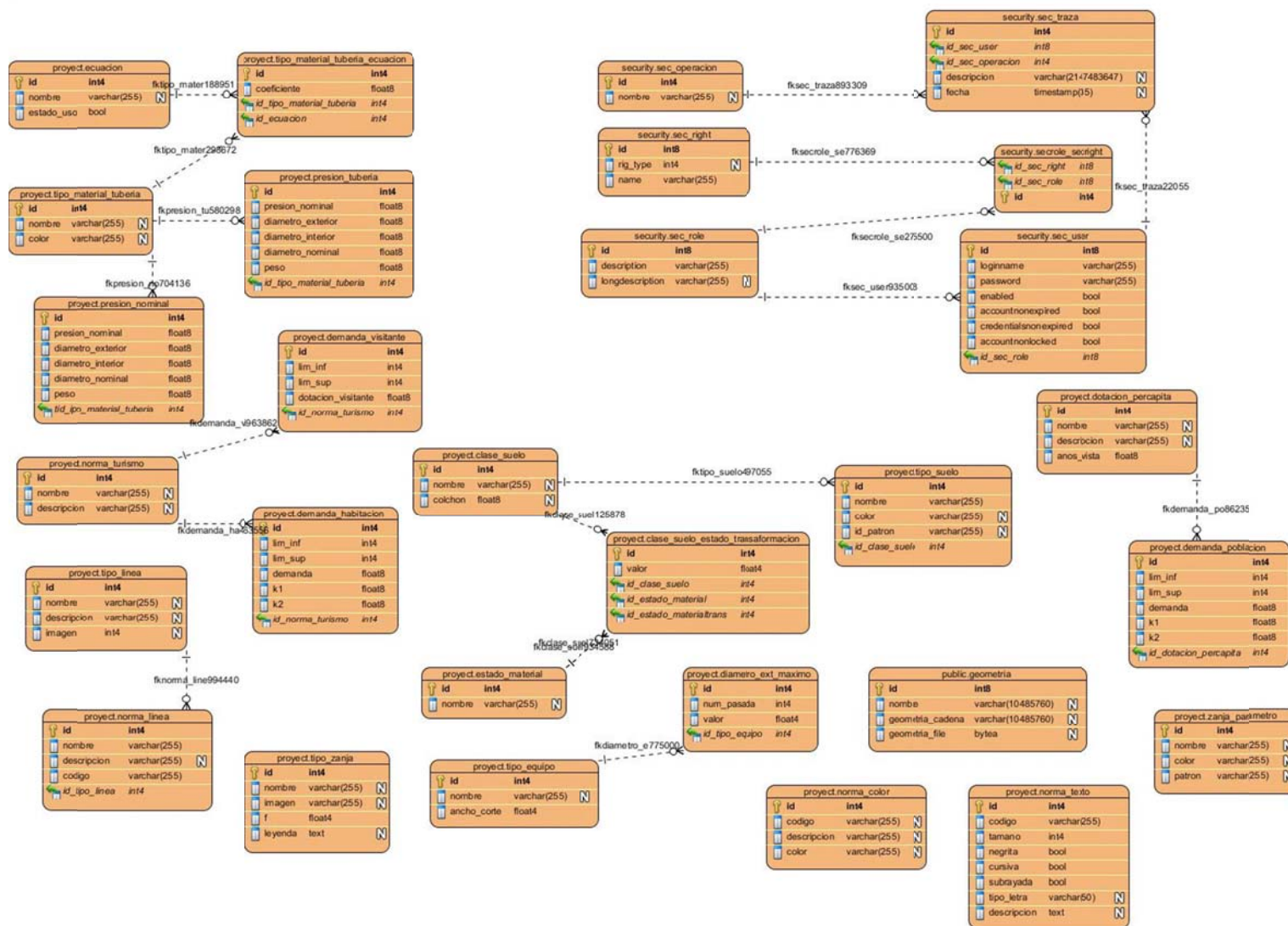


Figura 2. Diagrama Entidad Relación de la Gerencia CAD (Continuación).

ANEXOS 19.

DIAGRAMA DE CLASES PERSISTENTES

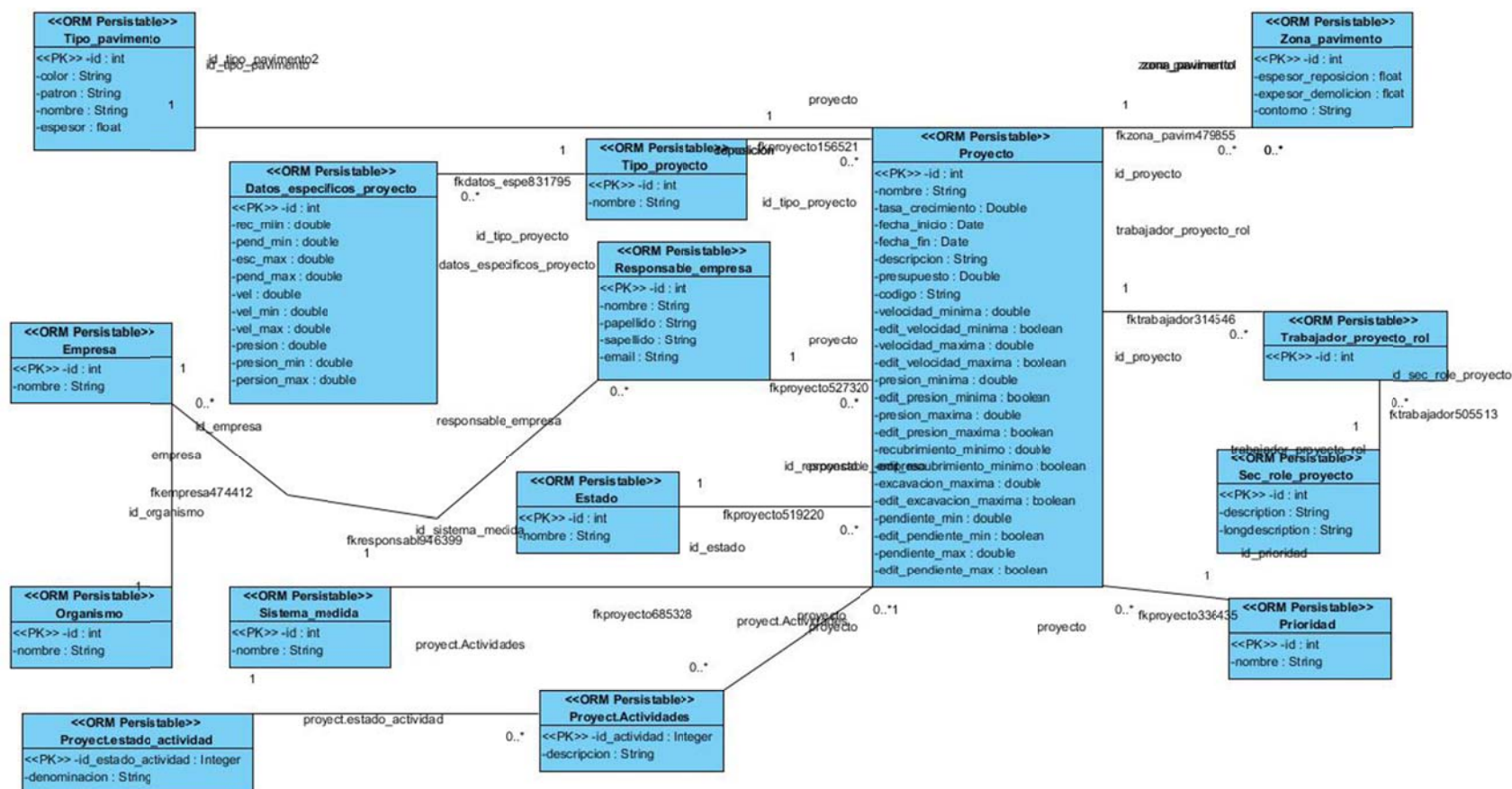


Figura 1. Diagrama de Clases Persistentes para el uso del framework Hibernate (ORM).

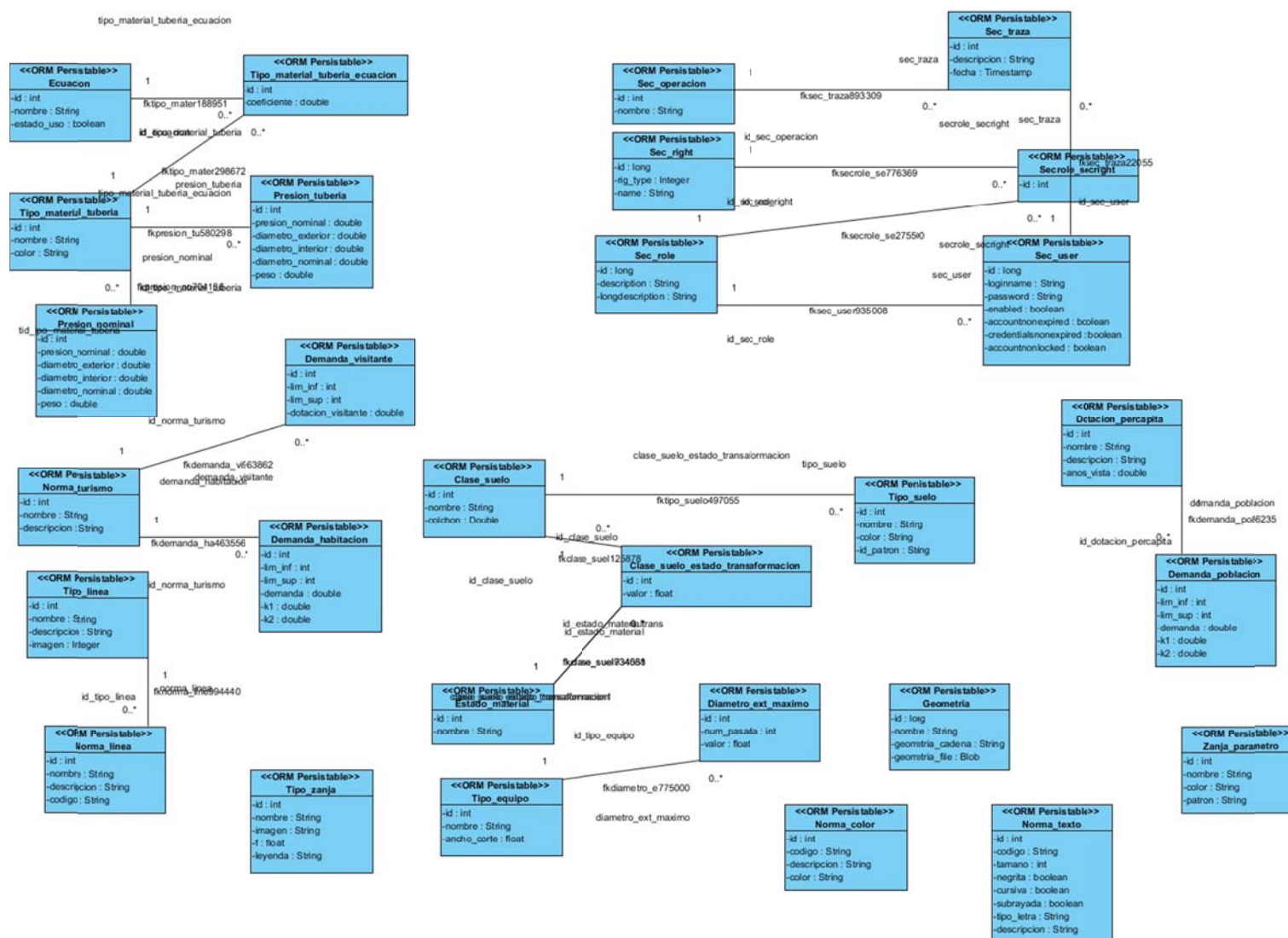


Figura 2. Diagrama de Clases Persistentes para el uso del framework Hibernate (Continuación).

ANEXOS 20.

MODELO DE DESPLIEGUE

Dentro de la arquitectura técnica un paso muy importante es el diagrama de despliegue, el cual representa las principales capas que conforman la aplicación, siendo un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema, además permite distribuir las funcionalidades entre nodos. Conjuntamente es una colección de nodos y arcos; donde cada nodo representa un recurso de cómputo, normalmente un procesador o un dispositivo de hardware similar. Ver Figura 1.

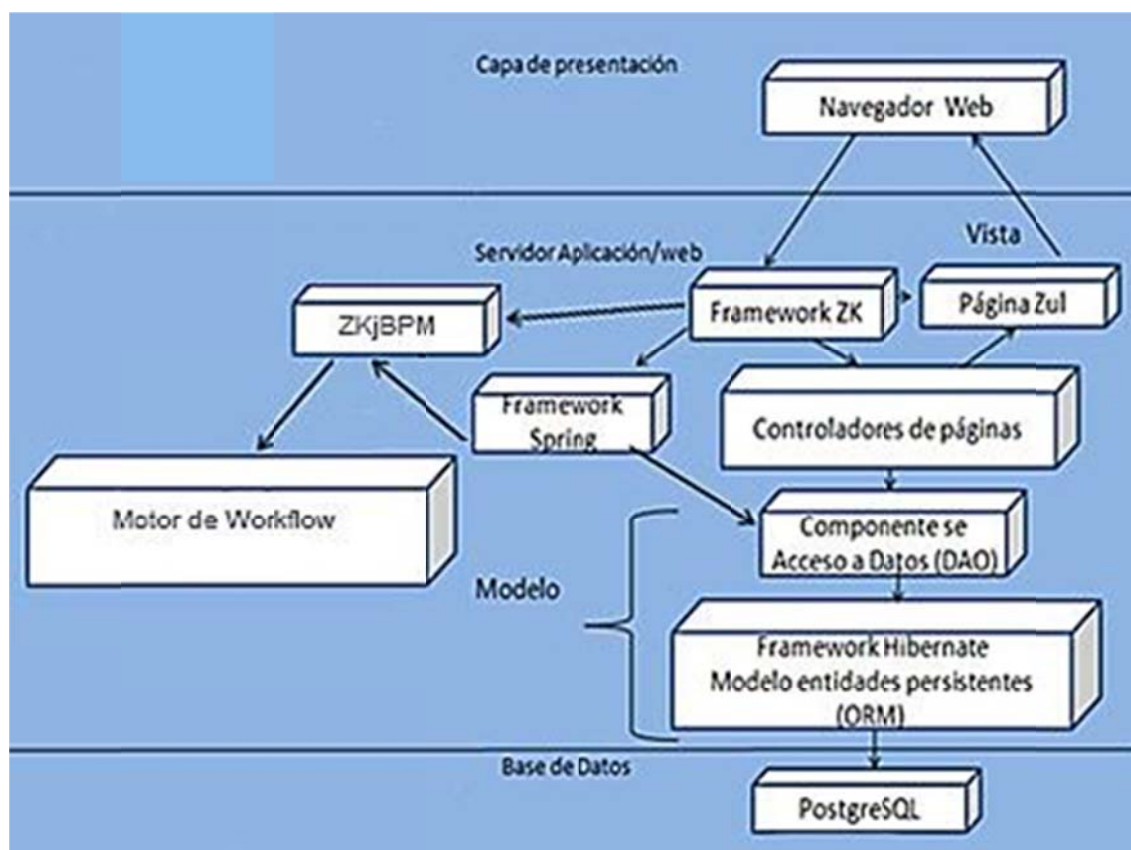


Figura 1. Modelo de Despliegue.

En el desarrollo del módulo propuesto se tuvo en cuenta los principios de una arquitectura multicapa, lo cual aumenta la Mantenibilidad y flexibilidad del sistema, pues a la hora de corregir, perfeccionar o adaptar el software resulta sencillo detectar en qué lugar han de realizarse las modificaciones necesarias.

En la capa de presentación se tiene el navegador el cual ejecuta las páginas web. En el servidor de aplicaciones radica la lógica del negocio, la cual se distribuye entre los framework ZK y Spring. Para separar la lógica del negocio de la presentación se empleó el patrón de diseño MVC, el framework ZK es el encargado de gestionar los controladores correspondientes a las vistas de usuarios. Conjuntamente ZK interactúa con el framework Spring, el cual provee la seguridad de la aplicación y mediante la inversión de control se acceden a los BEAN de una manera sencilla (Bruce, 2008). A través de Spring se integra el ZK con el motor de WorkFlow para java (jBPM), encargado de ejecutar y hacer un seguimiento de las tareas del proyecto y se le posibilita a este el acceso a los objetos de acceso a datos para tomar y actualizar información necesaria para su ejecución.

Para el manejo del modelo de datos, se empleó el patrón de diseño DAO, el cual aumenta la reusabilidad del código y establece un único punto de entrada para el acceso a las clases persistentes. La gestión de los datos almacenados en la BD se realiza mediante el framework ORM Hibernate, el cual reduce el tiempo de desarrollo de una aplicación pues abstrae al programador de utilizar sentencias SQL y gestionar las conexiones a las BD.

ANEXOS 21.

DISEÑADOR DE FLUJO DE TRABAJO (WORKFLOW)

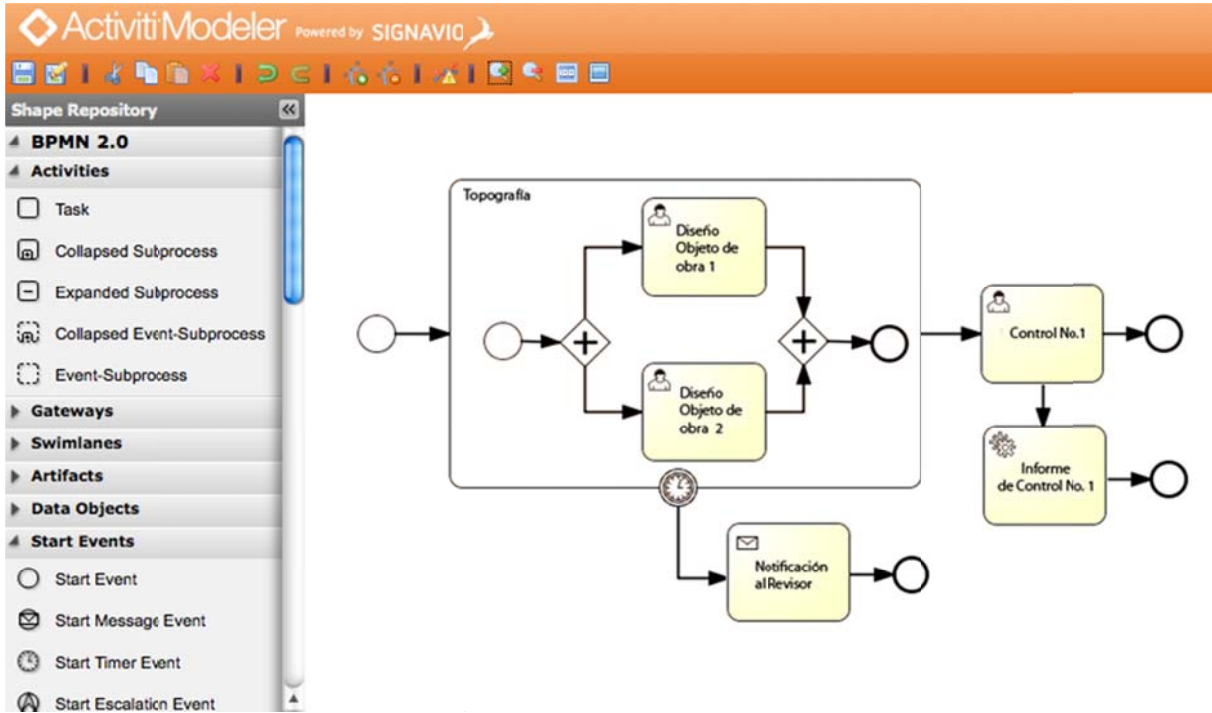


Figura 1. Interface del Diseñador de WorkFlow de un proyecto.

ANEXOS 22.

DESARROLLO DE LOS PASOS DE LA FUNCION CALIDAD

La **MATRIZ DE PLANIFICACIÓN** es la primera de las cuatro fases que comprenden el QFD y básicamente analiza los Requerimientos del Cliente (ver Figura 1 del anexo 5). Es decir, traslada la “Voz del Cliente” en características de control de las partes. De este modo proporciona una manera de transformar los requerimientos generales del cliente en características de control específicas para el producto final; así como también, encontrar áreas de oportunidad del producto en el mercado. (Mazur, 1996) (Portilla, 2009)

El desarrollo de la matriz de planificación requiere para su realización de 9 pasos, de los cuales se cumplimentan 7 debido a las características de desarrollo del sistema que se proponemos.

Para realizar el diseño de un producto en función del cliente, es esencial conocer las expectativas de éste, o sea “la voz del consumidor”. Precisamente este es el primer paso para la elaboración de la matriz de planificación, que es a su vez uno de los más difíciles en el Despliegue de la Función Calidad, pues requiere obtener y expresar lo que el cliente desea y no lo que el equipo de desarrollo del software piensa que el cliente espera. (Yacuzzi, y otros, 2003)

Paso 1: Requerimientos en término del cliente (QUE).

Inicialmente se definen las estrategias conocidas como Necesidades Primarias del cliente. Estas necesidades deben ser cumplidas por el Sistema de Gerencia CAD, las mismas se resumen en los requerimientos que se muestran a continuación:

1. Responder a las exigencias del proceso inversionista.
 2. Reducir el tiempo de realización de un proyecto.
 3. Incrementar la calidad de la documentación técnica.
 4. Fácil de usar.
 5. Factibilidad Económica.
-

Para una mayor claridad de estas necesidades primarias fue necesario expandirlas en requerimientos más específicos conocidos como necesidades secundarias o tácticas "...lo que puede hacerse para satisfacer la necesidad estratégica" (Stephen, 1993), (Portilla, 2009), donde se llegó a la conclusión siguiente:

1. Administración de Proyectos.
2. Creación de Equipos de Trabajo.
3. Administrar Flujo de la Información Técnica.
4. Búsqueda de Información Técnica.
5. Tener en cuenta las normas técnicas actuales.
6. Tener en cuenta los nuevos instructivos emitidos por el GEIPI.
7. No hacer uso de software propietario.
8. Que sea funcional.
9. Que sea fácil de usar.
10. Que sea fiable.
11. Que sea flexible en su adaptación.
12. Tenga en cuenta la integridad de los Datos Técnicos.
13. Eficiente en su operación.
14. Tenga en cuenta interoperabilidad.

Para determinar tales requerimientos, se mantuvo un contacto directo con el cliente mediante conversaciones, y se aplicaron encuestas y entrevistas, con el objetivo de determinar las demandas explícitas y latentes sobre el producto en cuestión. (Goetsch, et al., 1998)

Paso 2: Características de control del producto o servicio final (COMO).

Una vez definido los QUE(S) se determinan las características de control del producto, los COMO(S) de la Matriz de Planificación. Estas características son los requerimientos del producto (atributos) que se relacionan directamente con los requerimientos del cliente y deben ser selectivamente desplegadas a través del diseño, proceso y servicio para manifestarse en el desarrollo del producto final y en la aceptación del cliente.

Para el desarrollo de este segundo paso, el grupo de trabajo se puso en función de solucionar cada una de las incógnitas siguientes:

1. ¿Cómo realizar la administración de proyectos?
2. ¿Cómo administrar equipos de trabajo?
3. ¿Cómo facilitar el control y seguimiento del flujo de información técnica?
4. ¿Cómo favorecer la búsqueda de información de datos técnicos y de proyecto?
5. ¿Cómo tener en cuenta el uso de las normas cubanas actuales?
6. ¿Cómo evitar el uso de software propietario?
7. ¿Cómo lograr que sea funcional?
8. ¿Cómo lograr que sea fácil de usar?
9. ¿Cómo lograr que sea fiable?
10. ¿Cómo lograr que sea flexible?
11. ¿Cómo garantizar la integridad de datos?
12. ¿Cómo lograr que sea eficiente?
13. ¿Cómo lograr que sea interoperable?

Una vez conocidas las incógnitas fueron analizadas por el equipo multidisciplinario donde se fueron dando respuestas a cada interrogante. Algunas interrogantes por su carácter abarcador se reflejan en varias características de control.

- I. Gestionar el estado de los proyectos.
 - II. Definir Proyecto de Trabajo.
 - III. Designar Equipo de Trabajo asociado al proyecto.
 - IV. Gestionar las actividades en el proyecto.
 - V. Gestionar Normas Técnicas y de Calidad.
 - VI. Gestionar información de la Planificación Abasto.
 - VII. Gestionar información de topografía.
 - VIII. Gestionar información de geología.
 - IX. Gestionar información para el cálculo de volúmenes de excavación.
 - X. Gestionar información sobre la distribución espacial de la red.
 - XI. Gestionar información de materiales y accesorios de las tuberías.
-

- XII. Gestionar Flujo de Procesos del Proyecto.
- XIII. Utilización de Software libre.
- XIV. Desarrollo Modular.
- XV. Diseño simple e intuitivo del sistema.
- XVI. Documentación.
- XVII. Aplicación Distribuida.
- XVIII. Sostenibilidad.

Estas características son los requerimientos del producto (atributos) que se relacionan directamente con los requerimientos del cliente y deben ser selectivamente desplegadas a través del diseño, proceso y servicio para manifestarse en el desarrollo del producto final y en la aceptación del cliente. (Ver Figura 2 del anexo 5)

Paso 3: Desarrollo de la matriz de relación entre los requerimientos del consumidor (QUE) y las características de control del producto final.

Luego de haber definido los QUE(S) y los COMO(S), se desarrolla la matriz de relaciones entre los requerimientos del consumidor y las características de control del producto, la cual gráficamente indica si las características de control del producto final cubren adecuadamente los requisitos y expectativas del cliente.

Debido a la existencia de diferentes niveles de correlación entre los requerimientos del cliente y las características del producto; se utilizaron tres tipos de símbolos, con su correspondiente ponderación, para destacar la importancia de estas relaciones: 9 para una relación fuerte, 3 para una relación media y 1 para una relación débil. Para una mejor comprensión gráfica se presentan estos valores mediante símbolos. (Figura 3 del anexo 5)

Los símbolos utilizados en la matriz de relaciones indican, gráficamente, si las características de control del producto cubren adecuadamente las expectativas del cliente. Los miembros del equipo de trabajo analizaron individualmente la relación de cada requerimiento del cliente con cada característica de control. Luego de aplicar esta técnica de trabajo en grupo se seleccionaron las características que más se repetían. De esta manera se realizó el llenado de la matriz de relaciones.

Paso 4: Evaluación competitiva.

Consiste en poner las evaluaciones del mercado, las cuales muestran las ponderaciones de importancia para los requerimientos listados y los datos de evaluación competitiva para productos existentes. En esta parte es muy importante el considerar todos los productos de la competencia.

A través de la encuesta “*Ponderación y cumplimiento de los requerimientos del Cliente*”, se determinó qué nivel de importancia, en una escala ascendente de 1 a 5, tienen cada uno de los requerimientos y en qué medida los productos del mercado son capaces de satisfacerlos, permitiendo priorizar las áreas del producto que requieren mejoras. (Ver Figura 5 del anexo 5)

Se consideró en la evaluación del mercado seis productos incluyendo el Sistema de Gerencia CAD, tema de esta investigación. Es recomendable en este paso abordar la mayor cantidad de productos de la competencia; sin embargo, fueron seleccionados tan solo cinco de los demás programas informáticos más conocidos, debido a la similitud de su comportamiento en el caso específico que se trata y a la utilización de la mayoría de ellos por las empresas cubanas en la actualidad. En la Figura 4 del Anexo 5 se muestran los resultados de la evaluación.

Estos resultados demuestran la diferencia entre software específicos y software generales, es cierto que estos productos pueden dar solución a un sin número de problemas, pero no con la adecuación a los requerimientos de las empresas cubanas, que tienen especificaciones más concretas para la actividad de proyecto.

Paso 5: Evaluación de las características de control del producto final.

Para la realización de este paso, la evaluación de las características de control del producto, fue necesario analizar cada uno de los COMO(S). En este paso se calcula el valor total de las características de control del producto mediante la multiplicación del nivel de importancia con la ponderación de cada uno de los símbolos correspondientes (Tabla 1 del anexo 5). La representación gráfica de este cálculo se puede ver en la Figura 6 del Anexo 5.

De manera similar al paso 4 se analizaron cada una de las característica de control y se determinó en qué grado los competidores y el producto son capaces de realizarlas. En este

análisis también se establece la escala de 1 a 5 y se representan en las casillas correspondientes los símbolos relacionados con cada programa informático, ver Figura 7 del Anexo 5. Esta definición fue desarrollada por el equipo de trabajo al evaluar cada uno de los programas informáticos y estimar el nivel de cumplimiento que deberá tener el Sistema de Gerencia CAD para cada característica de control.

En la Figura 8 se muestran los resultados de la evaluación de las características de control con cada uno de los programas informáticos analizados. Como se puede apreciar, el sistema de Gerencia CAD a desarrollar tiene un posicionamiento muy ventajoso para cumplir de manera positiva con los requerimientos del cliente y responder eficientemente a la tarea de Gerencia CAD de proyectos de Redes de Abasto.

Paso 6: Puntos de Venta.

Debido a la naturaleza de la investigación, la cual se ha desarrollado en el marco propio de la colaboración, no se consideró el paso 6, puntos de venta.

Paso 7: Desarrollo de objetivos de las características de control de producto final (CUANTO).

Este paso se basa en el acuerdo para la selección de los puntos de ventas, las ponderaciones de importancia del cliente, y las fortalezas y debilidades del producto o servicio actuales.

El comportamiento hacia estos objetivos debe estar dirigido a medir cada etapa del desarrollo del producto y demostrar que es satisfactorio a través de evaluaciones funcionales y ensayos.

En la Figura 9 se presenta gráficamente los objetivos de las características de control que, en el caso del sistema informático propuesto, se traducirán en módulos que se desarrollarán para cumplir con las funcionalidades que abarcan dichos objetivos.

Para una mayor claridad del esquema los objetivos medibles fueron representados a través de letras como se muestran seguidamente.

A. Módulo Informático de Información del Estado de un Proyecto (I).

- B. Módulo Informático para la Creación de Proyectos (II).
 - C. Módulo Informático para la Gestión de Equipos de Trabajo de Proyectos. (III)
 - D. Módulo Informático de Gestión de Tareas del Equipo de Proyecto. (IV)
 - E. Módulo Informático para la Gestión de Normas Técnicas y de Calidad. (V)
 - F. Módulo informático para la Gestión de la Información asociada al diseño de la planificación de Abasto. (VI)
 - G. Módulo para la Gestión de la Información asociada al diseño topográfico. (VII)
 - H. Módulo para la Gestión de la Información asociada al diseño geológico. (VIII)
 - I. Módulo para Gestionar la Información derivada del Cálculo de volúmenes de excavación. (IX)
 - J. Módulo Informático para la Gestión de la Información referente a la distribución espacial de la Red de abasto. (X)
 - K. Módulo Informático de Gestión de la Información de Materiales y accesorios de Tuberías. (XI)
 - L. Módulo Informático para la automatización del control del flujo de trabajo de los procesos del proyecto. (XII)
 - M. Desarrollo del Sistema de Gerencia CAD utilizando tecnologías de software libre y código abierto. (XIII)
 - N. Concepción Modular del Sistema, implica su desarrollo en equipo, mayor productividad y facilidad a la hora de integrar e interrelacionar todas las funcionalidades.
 - O. EL desarrollo de interfaz de usuario simple y funcional, garantiza la usabilidad del sistema y que sea rápidamente asumido por los usuarios.
 - P. Módulo para la documentación de la Información de Proyectos.
 - Q. Una Aplicación Distribuida facilita su acceso por todos los integrantes de una organización, además de contribuir considerablemente al trabajo de equipo y colaborativo.
 - R. Sostenibilidad de la aplicación en cuanto a eficiencia de trabajo, gasto de recursos informáticos y económicos en cuanto a pago de licencia de uso y actualizaciones.
-