



Herramienta para la captura de datos de campo del Inventario de Aguas Minerales perteneciente al Sistema de Gestión de Datos Geológicos

TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS

Autor: Yamilé del Carmen Sánchez Caballero

Tutor: Ing. Lisbeth O. López Verdecie

Ciudad de La Habana, 5 de julio del 2010
"Año 52 de la Revolución"

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Facultad 9 de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los 5 días del mes de julio del año 2010.

Yamilé del Carmen Sánchez Caballero

Ing. Lisbeth O. López Verdecie

RESUMEN

Como parte del Programa Nacional de Informatización del Conocimiento Geológico (PNICG), la Universidad de las Ciencias Informáticas, específicamente una de las instancias productivas de la facultad 9, ha venido desarrollando un sistema para la gestión de datos geológicos (“Sistema de Gestión de Datos Geológicos”). Este sistema permite regular, controlar y administrar las actividades asociadas a la minería y el petróleo de la República de Cuba, informatizando de esta forma todas las áreas de la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), como autoridad minera en el país. Una de las limitaciones que tiene actualmente este sistema, es la diversidad de formatos en los que es entregada la información de los recursos del agua mineral a la ONRM, para la conformación del Inventario Anual de Aguas Minerales.

Es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo el desarrollo de una herramienta informática que permita agilizar los procesos de captura de datos de campo para la confección del Inventario Anual. A partir del estudio de dichos procesos, se presenta la propuesta de solución desde el punto de vista ingenieril, obteniendo como resultados la herramienta para la captura de datos de campo y la documentación técnica asociada a la misma.

Palabras Claves: *herramienta informática, Inventario Anual de Aguas Minerales, ONRM, Sistema de Gestión de Datos Geológicos.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1 Fundamentación Teórica.....	7
1.1 Conceptos asociados al dominio del problema.....	7
1.2 Procesos de captura de datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales.....	13
1.2.1 Descripción General.....	13
1.2.2 Descripción Actual del Dominio del Problema	15
1.2.3 Situación Problemática.....	16
1.3 Análisis de otras soluciones existentes	16
CAPÍTULO 2 Tendencias y Tecnologías actuales a utilizar	18
2.1 Aplicación Informática	18
2.2 Lenguaje de Programación	19
2.3 Plataforma Java	21
2.4 XML.....	23
2.5 Framework.....	24
2.6 Arquitectura de Software.....	26
2.7 Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)	28
2.8 Sistema Gestor de Base de Datos	29
2.9 Lenguaje de Modelado	31
2.10 Metodología de Desarrollo de Software.....	32
2.11 Herramienta CASE.....	35
CAPÍTULO 3 Presentación de la Solución Propuesta	37
3.1 Modelado del Negocio.....	37
3.1.1 Modelo de Casos de Uso del Negocio.....	38
3.1.2 Modelo de Objetos del Negocio.....	43
3.2 Captura de Requisitos	45
3.2.1 Requisitos Funcionales	45

3.2.2	Requisitos No Funcionales.....	46
3.2.3	Descripción del Sistema Propuesto.....	47
CAPÍTULO 4 Construcción de la Solución Propuesta		52
4.1	Análisis y Diseño.....	52
4.1.1	Modelo de Diseño	53
4.1.2	Modelo de Datos	56
4.1.3	Modelo de Despliegue.....	58
4.1.4	Principios de Diseño de Interfaz.....	59
4.1.5	Estándares de la Interfaz de la Aplicación	60
4.1.6	Concepción General de la Ayuda	61
4.2	Implementación.....	62
4.2.1	Diagramas de Componentes.....	62
4.2.2	Modelo de Implementación	63
4.3	Prueba	63
4.3.1	Prueba de Caja Negra.....	64
CONCLUSIONES		68
RECOMENDACIONES.....		69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....		72

FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.1 Representación de un Acuífero	10
Figura 2.1 Tecnología Java.....	23
Figura 2.2 Arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC).....	27
Figura 2.3 Fases y flujos de trabajo de RUP	34
Figura 3.1 Diagrama de Casos de Uso del Negocio	40
Figura 3.2 Diagrama de actividades del Caso de Uso: Entregar Informe de Investigación	41
Figura 3.3 Diagrama de actividades del Caso de Uso: Entregar Informe de Explotación	43
Figura 3.4 Diagrama de clases del Modelo de Objetos	45
Figura 3.5 Diagrama de Casos de Uso del Sistema	49
Figura 4.1 Diagrama de paquetes del Diseño	53
Figura 4.2 Paquete Conexión.....	54
Figura 4.3 Paquete Genérico Modelo.....	55
Figura 4.4 Modelo Físico de la BD-Inventario de Agua	57
Figura 4.5 Diagrama de Clases Persistentes	58
Figura 4.6 Diagrama de Despliegue.....	59
Figura 4.7 Diagrama de Componentes del Caso de Uso: Generar Reportes	62
Figura 4.8 Modelo de Implementación	63
Tabla 3.1 Descripción de los Actores del Negocio	39
Tabla 3.2 Descripción de Trabajadores del Negocio	39
Tabla 3.3 Descripción textual del Caso de Uso: Entregar Informe de Investigación	40
Tabla 3.4 Descripción textual del Caso de Uso: Entregar Informe de Investigación	42
Tabla 3.5 Descripción de Actores del Sistema	48
Tabla 3.6 Descripción del Caso de Uso del Sistema: Generar Reportes.....	49
Tabla 4.1 Tablas pertenecientes a la BD-Inventario de Agua.....	56
Tabla 4.2 Secciones a probar del Caso de Uso: Generar Reportes	65
Tabla 4.3 Descripción de Variable del Caso de Uso: Generar Reportes	66
Tabla 4.4 Matriz de Datos del Caso de Uso: Generar Reportes.....	66

INTRODUCCIÓN

Los recursos minerales son todas aquellas concentraciones de minerales líquidos y sólidos que forman parte del suelo, subsuelo y el fondo marino; es decir, los elementos que componen la corteza terrestre, concentrados en yacimientos. Estos pueden ser extraídos y procesados para ser utilizados en beneficio de la humanidad, pues constituyen una de las principales materias primas para el desarrollo de los países en todo el mundo.

Cuba es un país que cuenta con una gran diversidad de yacimientos minerales, lo que refleja la complejidad geológica del territorio; su tradición minera se remonta según los expertos a 5000 – 6000 años. La explotación y utilización de los recursos minerales que en sus inicios tenía un carácter circunstancial y de bajo impacto, hoy constituye una importante vía para llevar a cabo el desarrollo económico y el avance de la sociedad. Sin embargo, esta actividad podría convertirse también en un arma depredadora del medio, si no se es capaz de cumplir con las obligaciones estipuladas por las leyes que amparan la preservación del medio ambiente. Constituye por tanto una obligación de todos llevar a cabo una explotación y uso racional de los recursos y con ello garantizar el progreso sostenible de la actividad minera en Cuba, de esta forma, se satisfacen las necesidades de desarrollo en función del bien común de la nación y se vela al mismo tiempo por el Patrimonio Minero.

La Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), constituye la autoridad minera en la República de Cuba y tiene como misión principal garantizar el aprovechamiento racional de los recursos minerales del país. Su creación queda estipulada en la Ley No.76 (“Ley de Minas”) el 23 de enero de 1995, constituida como una *“institución con personalidad jurídica adscrita al Ministerio de la Industria Básica (MINBAS)”* (1). Esta importante entidad geológica se encarga de *“controlar y fiscalizar el proceso concesionario, garantizar la protección de los recursos minerales y de hidrocarburos, además, de ejercer con rigor técnico el control estatal de la explotación racional de los recursos minerales y la preservación del medio ambiente”* (1) durante el desarrollo de las actividades de la geología, minería y del petróleo.

La ONRM es depositaria de grandes volúmenes de información que hacen referencia al conocimiento geológico del país acumulado durante siglos. Se cuenta hoy con un archivo técnico (disponible en la

página oficial de la ONRM) donde se recibe, organiza y conserva este patrimonio documental y está en función de dar servicio a toda la comunidad de las Geociencias.

Un aumento significativo en la agilidad y efectividad del trabajo en la oficina lo representó la introducción de los primeros medios de computación en el campo de las Ciencias Geológicas en 1997. Según el sitio oficial de la ONRM, en este año se logró la elaboración de la base de datos del Balance y de las Concesiones Mineras. Más adelante, la digitalización de datos de los principales recursos minerales como níquel y petróleo, levantamientos aerogeofísicos nacionales, mapas geológicos a diferentes escalas, más de 100 bases de datos de las principales zonas de interés económico, estructuradas y documentadas.

Desde entonces, la ONRM junto a otras entidades pertenecientes al MINBAS, ha venido trabajando en aras de lograr la informatización del conocimiento geológico del país. De esta forma en el año 2006, surge el Programa Nacional de Informatización del Conocimiento Geológico (PNICG), como iniciativa de un grupo de especialistas geológicos, quienes decidieron emprender el camino hacia la automatización de algunas de las actividades que se llevan a cabo en sus instituciones. Entre los objetivos principales que plantea el PNICG está el de *“expandir el desarrollo informático a todo el país y de esta forma obtener un provecho óptimo del conocimiento de la geología”* (2).

Un actor importante del PNICG lo constituye la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), la cual tiene entre sus objetivos desarrollar herramientas informáticas basadas en los principios de independencia tecnológica. Dentro de las instancias productivas de la facultad 9 en dicha universidad, se desarrolla como parte de este programa, el Sistema de Gestión de Datos Geológicos (SGDG) constituido como el primero de su tipo en América Latina. El SGDGD permite regular, controlar y administrar todas las actividades asociadas a la minería y el petróleo de la República de Cuba, además de preservar y poner a disposición de la economía nacional todo el patrimonio geológico con la agilidad que exige la dinámica de la toma de decisiones en la actualidad.

Este sistema consiste en una aplicación web que puede ser utilizada en cualquier región donde se gestionen datos geológicos similares a los que esta contempla, contiene ocho (8) servicios fundamentales que se corresponden con las diferentes áreas de la ONRM (Búsqueda Referativa, Registro Minero, Inventario Nacional de Recursos y Reservas de Minerales Sólidos, Registro Petrolero, Inventario Nacional de Recursos y Reservas de Petróleo y Gas, Inventario Nacional de Recursos de Aguas Minerales,

Nomencladores y Metadatos) y que resumen el quehacer de la institución desde el punto de vista de sus funciones. De esta forma, quedan integradas todas las áreas sobre una misma plataforma estandarizada y sin información redundante. Dispone además de un sistema de seguridad que tiene en cuenta diferentes niveles de usuario, de forma que cada uno puede acceder sólo a la información que le es permitida. Posibilita realizar los procesos de gestión y administración fuera del área física de la ONRM y algunos módulos de la aplicación pueden ser consultados desde Internet.

Con la implantación de este sistema se logra un aumento de la capacidad de repuesta de la ONRM a la sociedad cubana y se contribuye a la preservación de todo el conocimiento geológico conservado hasta nuestros días. No obstante, subsisten limitaciones que es preciso eliminar para lograr un sistema óptimo y que satisfaga completamente las necesidades de sus usuarios.

Una de las funcionalidades que brinda el SGDГ es la de administrar mediante el módulo Inventario de Aguas Minerales, el “Inventario Nacional de los Recursos Disponibles y de Explotación de las Aguas Minerales” (en lo adelante Inventario Anual de las Aguas Minerales), el cual constituye una responsabilidad importante de la ONRM. Este inventario permite mantener un control estricto y actualizado de cada yacimiento de agua mineral en el país. Para su conformación, es imprescindible contar con todos los datos que hacen referencia a los recursos en cada yacimiento; esta información es generada por las entidades dedicadas a la ejecución de las distintas actividades mineras sobre los yacimientos, las cuales son denominadas concesionarios.

Los concesionarios desempeñan un papel fundamental en la confección del Inventario Anual de las Aguas Minerales, tienen la responsabilidad de mantener durante el transcurso de sus operaciones, un registro actualizado con los datos referentes a cada uno de los recursos y enviarlos en la fecha establecida a la ONRM. A pesar de la importancia que representa esta actividad, los registros no son realizados de la misma forma por todos los concesionarios, algunos lo llevan digital en diferentes formatos como hojas de cálculo (Excel) o documentos de texto (Word), otros, por su parte, almacenan la información en copia dura. A estos registros confeccionados según la posibilidad de cada concesionario, una vez enviados a la ONRM, se les realiza un exhaustivo proceso de revisión y posteriormente se pasa a la inserción manual de los datos en el SGDГ. La diversidad de formatos en la que es recibida la información, trae como consecuencia que el proceso en la ONRM sea ineficiente y engorroso, convirtiéndose en una limitación del

SGDG y trayendo consigo un atraso significativo en la confección del Inventario Anual de las Aguas Minerales.

A partir de la situación problemática descrita anteriormente, se plantea el siguiente **problema** que da inicio a la investigación: ¿Cómo agilizar los procesos de captura de datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales que forma parte del Sistema de Gestión de Datos Geológicos?

Para dar solución al problema planteado se define como **objeto de estudio** los procesos de captura de datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales del SGDГ y se propone como **objetivo general**, desarrollar una aplicación que permita la captura de datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales que forma parte del SGDГ.

Se precisa como **campo de acción** la informatización de los procesos de captura de datos de campo del Inventario de Aguas Minerales del SGDГ, y se plantea la siguiente **idea a defender**: El desarrollo de una herramienta informática permitirá agilizar los procesos de captura de datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales que forma parte del SGDГ.

Para dar cumplimiento al objetivo general antes mencionado se desarrollarán las siguientes **tareas de investigación**:

1. Caracterizar el proceso de captura de datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales del SGDГ.
2. Caracterizar las tendencias y tecnologías actuales a utilizar.
3. Elaborar el diagrama de casos de uso del negocio del módulo Inventario de Aguas Minerales.
4. Especificar los requisitos funcionales del software.
5. Elaborar el diagrama de casos de uso del sistema.
6. Elaborar los diagramas de clase del diseño.
7. Elaborar el diagrama de implementación.

8. Implementar los casos de uso definidos.

9. Desarrollar los casos de prueba que certifiquen la veracidad de los algoritmos empleados.

Durante el desarrollo de la presente investigación se tendrán en cuenta los siguientes **métodos científicos**:

Métodos Teóricos:

Analítico - Sintético: Es necesario realizar un análisis profundo de la aplicación que existe actualmente en la ONRM (SGDG) y de toda la documentación referente a ella, con el objetivo de sintetizar las principales características del negocio y funcionalidades del sistema. Se consultarán además otros documentos y bibliografías (legislaciones, normativas, etc.) que guardan relación o hacen referencia al problema planteado.

Histórico – Lógico: Será necesario realizar un estudio exhaustivo de los procesos de captura de datos de campo que forman parte del módulo Inventario de Aguas Minerales.

Modelación: La modelación se realiza mediante los diagramas establecidos por la metodología de desarrollo de software seleccionada, con dichos diagramas se representan los distintos procesos y actividades que se desarrollan en la elaboración del sistema.

Con la realización de este trabajo se espera alcanzar los siguientes resultados:

- La herramienta de captura de datos de campo del Inventario de Aguas Minerales.
- La documentación técnica asociada al desarrollo de la herramienta informática propuesta.

La presente investigación está compuesta por cuatro (4) capítulos. A continuación se resume el contenido de cada uno de ellos:

Capítulo 1: “Fundamentación Teórica”. Se definen los principales conceptos asociados al dominio del problema, se describen los procesos de captura de datos del Inventario de Aguas Minerales y se detalla la situación problemática actual.

Capítulo 2: “Tendencias y tecnologías actuales a utilizar”. Se caracterizan las tendencias y tecnologías necesarias para el correcto desarrollo del sistema informático que se desea implementar.

Capítulo 3: “Presentación de la solución propuesta”. Se realiza la modelación del negocio y se definen actores, trabajadores y procesos del negocio junto a los diagramas de Casos de Uso y su descripción correspondiente; se especifican los requerimientos funcionales y no funcionales y se detalla el sistema propuesto a través de la definición de los Casos de Uso del Sistema y su correspondiente descripción textual.

Capítulo 4: “Construcción de la solución propuesta”. Se aborda todo el proceso de construcción de la solución propuesta en función de los diagramas de clases del diseño, estándares de interfaz de la aplicación, modelo de despliegue y modelo de implementación, además se realiza el diseño de los casos de prueba para el sistema a implementar.

CAPÍTULO 1 | Fundamentación Teórica

El presente capítulo tiene como objetivo garantizar una correcta comprensión del objeto de estudio de la investigación. Para apoyar el cumplimiento de esta meta, se realiza un análisis profundo de los distintos procesos involucrados, constituyendo el punto de partida para la concepción del problema a resolver. Con la intención de lograr este propósito, se definen a continuación los principales conceptos asociados al dominio del problema y se realiza una descripción detallada de los procesos de captura de datos de campo del Inventario de Aguas Minerales. Se analizan además los problemas esenciales que dan lugar a este trabajo, así como la existencia de alternativas que puedan constituir una solución para el mismo.

1.1 Conceptos asociados al dominio del problema

Los términos que seguidamente se definen, guardan relación o son utilizados como parte de la realización de los distintos procesos que se analizan. El conocimiento de los mismos es indispensable para lograr una correcta comprensión del objeto de estudio de la investigación.

Geología

“El concepto de geología proviene de dos vocablos griegos: “geo” (tierra) y “logos” (estudio). Se trata de la ciencia que analiza la forma interior y exterior del globo terrestre. De esta manera, la geología se encarga del estudio de las materias que forman el globo y de su mecanismo de formación. También se centra en las alteraciones que estas materias han experimentado desde su origen y en el actual estado de su colocación”. (3)

El diccionario de ciencias *Oxford-Complutense* define la geología de la siguiente forma: *“Estudio del origen, estructura y composición de la Tierra. Se suele subdividir en geología histórica, que incluye a la estratigrafía, paleontología y geocronología; y geología física, que incluye a la geomorfología, geofísica, geoquímica, mineralogía, petrología, cristalografía, geología económica”. (4)*

De forma general la geología es la ciencia encargada del estudio de la litosfera o corteza terrestre; analiza su origen, estructura, composición y las alteraciones que ha experimentado a través de los siglos. Dentro de esta ciencia se encuentran otras como la paleontología, geofísica, geoquímica, geología económica, mineralogía y otras.

Mineralogía

La mineralogía como rama de la geología, se encarga de la identificación de todos los minerales en sus diferentes estados de agregación. Estudia sus propiedades, origen y clasificación. Algunas de sus definiciones siguen a continuación:

1. *“La ciencia de la mineralogía trata de los minerales de la corteza terrestre y de los encontrados fuera de la Tierra, como las muestras lunares o los meteoritos”.* (5)
2. *“La mineralogía es la ciencia que se dedica a la identificación de minerales y el estudio de sus propiedades, origen y clasificación”.* (6)

Minerales

Los minerales como objeto de estudio de la mineralogía se pueden definir como *“sustancias naturales e inorgánicas que forman parte de la corteza terrestre (...)”.* (7)

Recursos Minerales

“Todas las concentraciones de minerales sólidos y líquidos que existan en el suelo y en el subsuelo del territorio nacional, así como en el fondo marino y subsuelo de la zona económica de la República, en la extensión que fija la ley”, (1) constituyen recursos minerales. Se clasifican según sus propiedades en los siguientes grupos: (1)

Grupo I. Minerales no metálicos, utilizados fundamentalmente como materiales de construcción o materia prima para la industria y otras ramas de la economía. En este grupo se incluyen las piedras preciosas y semipreciosas.

Grupo II. Minerales metálicos. Este grupo incluye los metales preciosos, los metales ferrosos y no ferrosos, así como los minerales acompañantes metálicos o no metálicos.

Grupo III. Minerales portadores de energía.

Grupo IV. Aguas y fangos mineros-medicinales. Comprende las aguas minero-industriales, minero-medicinales, minerales naturales, las termales y los fangos minero-medicinales.

Grupo V. Otras acumulaciones minerales. Este grupo incluye:

- a) Las acumulaciones constituidas por residuos de actividades mineras que resulten útiles para el aprovechamiento de algunos de sus componentes (...).*
- b) Todas las acumulaciones minerales y demás recursos geológicos que no están especificados en los anteriores grupos y puedan ser objeto de explotación.*

Agua Mineral

El agua mineral como parte del grupo IV de los recursos minerales, “es un tipo de agua subterránea de origen natural, cuyas características físicas, químicas y microbiológicas, con caudal determinado y estable durante un ciclo hidrológico, cumple los requisitos higiénicos sanitarios establecidos. Las aguas minerales, según sus propiedades y usos pueden ser: minerales naturales (para ingestión), minerales medicinales (para aplicación e ingestión), termales (para aplicación o aprovechamiento energético) e industriales (para el aprovechamiento de los minerales que la componen)”. (8)

Acuífero

El agua mineral se encuentra generalmente contenida en un acuífero, el cual no es más que “una capa permeable de roca capaz de almacenar, filtrar y liberar agua”. (5) También se define como: “formación geológica subterránea capaz de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente apreciables para atender diversas necesidades”. (9)

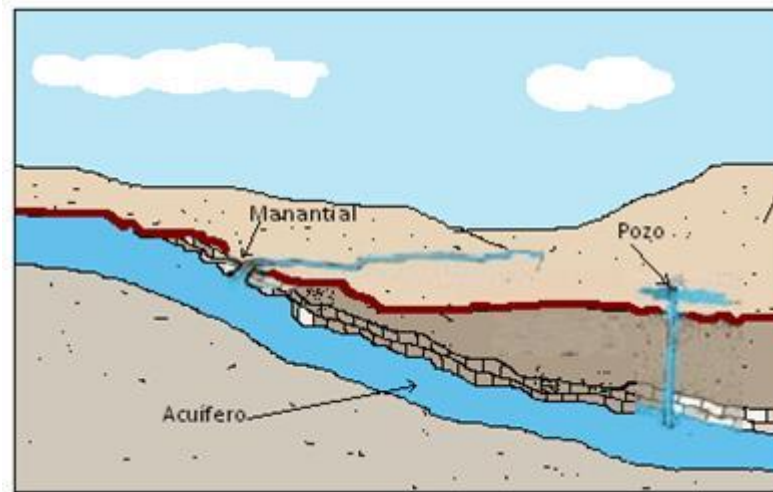


Figura 1.1 Representación de un Acuífero
Elaboración propia basada en: (10)

Yacimiento de Agua Mineral

En la Ley de Minas se define *yacimiento* como “cualquier acumulación natural de sustancias minerales en el suelo o en el subsuelo, que pueda ser utilizado y explotado como fuente de materia prima y como fuente de energía, (...) cuya explotación tenga importancia económica”. (1) Un yacimiento de agua mineral se podría definir entonces como una concentración natural y significativa de agua mineral, que puede ser explotado como fuente de recursos.

Fuente de Agua

“Cada yacimiento de agua mineral debe tener asociada una o más fuentes de agua, cada una de las cuales está constituida por un pozo o manantial”. (8) En la Figura 1.1 puede ser observada la representación de dichas fuentes de agua.

Materia Prima

“El tipo de agua mineral (mineral natural, mineral medicinal, termal, industrial) contenida en una fuente de agua (pozo o manantial), determina la materia prima. Pueden encontrarse varios tipos de agua o materia prima en una misma fuente de agua”. (8)

Reservas

De cada pozo o manantial se definen los volúmenes de agua que no serán objeto de extracción y que constituyen reservas. Las reservas *“son las cantidades de agua almacenada en un acuífero que drena por la acción de la gravedad. Se expresan en unidad de volumen y tienen carácter estático”*. (8)

Recursos

“Los volúmenes de agua disponibles para la explotación de un acuífero (...)” (8) se definen como recursos. *“Se expresan en unidad de caudal y tienen carácter dinámico”*. (8) Según su finalidad y estado los recursos se clasifican en tres grupos: recursos disponibles, de explotación y en explotación.

Recursos Disponibles

Los recursos disponibles *“son los volúmenes de agua de un acuífero que pueden extraerse a largo plazo, sin que experimente una reducción de la reserva permanente, expresados en unidad de caudal. Estos recursos dependen fundamentalmente de la alimentación neta del acuífero y se refieren al caudal de escurrimiento subterráneo bajo condiciones de equilibrio natural”*. (8)

Recursos de Explotación o Explotables

Los recursos de explotación pueden ser la parte o la totalidad de los recursos disponibles. *“Constituyen el volumen de agua que se puede captar de un acuífero a largo plazo sin originar alteraciones indeseables en el régimen de las aguas subterráneas, teniendo en cuenta condiciones técnicas y económicas, expresado en unidad de caudal. En la concepción de estos recursos influye notablemente la obra de captación¹ y el propio efecto de la explotación”*. (8)

Recursos en Explotación

Los recursos en explotación *“son aquellos que realmente se extraen del yacimiento, y se corresponde con la parte o el total de los recursos de explotación”*. (8)

¹ Capacidad del acuífero de captar agua.

Recursos Asegurados o Caudal Seguro

Los recursos asegurados constituyen *“el límite del caudal que puede extraerse regular y de forma permanente de un acuífero, sin una disminución riesgosa de las reservas del mismo, de forma tal que su extracción anual no sea mayor que un nivel del agua subterránea, que provoque intrusión de agua no condicionada”*. (8)

Datos de Campo

Los datos cualitativos (caudales) y cuantitativos (parámetros de calidad) que hacen referencia a la información de los recursos en cada yacimiento de agua mineral, constituyen datos de campo. Estos pueden ser agrupados en microelementos, macroelementos, microbiológicos y parámetros comunes, son capturados por los concesionarios durante el desarrollo de sus actividades.

Concesionarios

Los concesionarios se definen según la Ley de Minas como *“(...) las personas naturales o jurídicas, debidamente autorizadas para el ejercicio de una o varias fases de la actividad minera por el correspondiente título”*. (1) Son las entidades dedicadas a la investigación, explotación o procesamiento del agua mineral, sobre los yacimientos que les han sido autorizados. Los concesionarios tienen la responsabilidad de enviar los datos de campo de cada uno de los recursos en sus yacimientos a la ONRM con el objetivo de apoyar la confección del Inventario Nacional de los Recursos Disponibles y de Explotación de las Aguas Minerales.

Inventario Nacional de los Recursos Disponibles y de Explotación de las Aguas Minerales

“El Inventario o Balance Nacional de los Recursos Disponibles y de Explotación de las Aguas Minerales (...) se elabora anualmente por la ONRM, partiendo de la información presentada por los concesionarios, con el objetivo de disponer de toda la información necesaria sobre el estado de estos recursos minerales; controlando y garantizando el uso racional y la protección de los mismos”. (8) Para facilitar la confección de dicho inventario, la ONRM cuenta con el Inventario de Aguas Minerales.

Inventario de Aguas Minerales

El Inventario de Aguas Minerales es el nombre del módulo del Sistema de Gestión de Datos Geológicos (SGDG) que se encarga de administrar el Inventario Nacional de los Recursos Disponibles y de Explotación de las Aguas Minerales (Inventario Anual de las Aguas Minerales).

Como requisito indispensable para la conformación del Inventario Anual de las Aguas Minerales a través del módulo del SGD, es necesario contar con los diferentes datos de campo que deben ser capturados previamente por los concesionarios. A continuación se realiza una descripción detallada de los procesos de captura de estos datos de campo.

1.2 Procesos de captura de datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales

La ONRM en su condición de autoridad minera, y como responsable de velar por la explotación racional de los recursos minerales, tiene la misión de realizar anualmente el “Inventario de Recursos y Reservas Minerales de la Nación”. Este inventario se elabora con el objetivo de tener un control sobre toda la información referente al estado de las reservas y recursos minerales del país; va dirigido específicamente a los minerales sólidos, los hidrocarburos y las aguas minerales. En el caso de este último, el Inventario Anual de las Aguas Minerales se realiza sobre los recursos y no sobre las reservas de aguas, pues estas no son objeto de extracción; es decir, que si en algún momento durante la explotación de un acuífero se llega al límite de los recursos asegurados, el mismo deja de ser explotado. El objeto de estudio de la presente investigación se centra en los procesos de captura de los datos de campo necesarios para realizar dicho Inventario Anual.

1.2.1 Descripción General

Para la conformación del Inventario Anual de las Aguas Minerales, es necesario contar con todos los datos de campo que hacen referencia a los recursos disponibles, recursos de explotación así como los recursos en explotación de cada yacimiento de agua mineral. Esta información es capturada por los concesionarios durante el desarrollo de sus actividades mineras en cada uno de los yacimientos y archivada en la ONRM por los especialistas.

Los concesionarios pueden ser autorizados a realizar tres (3) tipos de actividades mineras sobre un yacimiento de agua mineral: investigación, explotación y procesamiento. Dichas actividades son manejadas como procesos independientes, es decir, un yacimiento puede ser investigado y explotado por dos concesionarios diferentes, y procesado (en caso que pueda serlo) por un nuevo concesionario. Hasta el momento sólo son procesados los yacimientos que contienen entre sus recursos Agua Mineral Natural, el resto de los tipos de agua mineral no se procesan, lo que no quiere decir que no pueda hacerse en un momento determinado. De estas actividades las dos primeras son las que tributan información importante a la hora de realizar el Inventario Anual, y por tanto a las que se hará referencia.

El proceso de investigación, se realiza con el objetivo de descubrir un nuevo yacimiento o actualizar la información que se tiene registrada de uno ya existente, donde cada nueva materia prima por fuente de agua de un yacimiento, constituye un recurso disponible. Como resultado del proceso de investigación la ONRM obtendrá la información general del yacimiento que incluye los recursos disponibles del mismo, y a partir de esta determinará los recursos de explotación del yacimiento en cuestión.

Para realizar la explotación de los recursos de un yacimiento, los concesionarios deben solicitar el permiso previo que les permite llevar a cabo esta actividad. A partir del momento en que un concesionario es autorizado para comenzar a explotar, debe mantener un registro actualizado con los datos tanto cuantitativos (caudales) como cualitativos (parámetros de calidad) entre otros, de cada uno de los recursos por yacimiento. Con este registro, los concesionarios elaboran anualmente un resumen de sus actividades de explotación sobre cada uno de los yacimientos y lo envían a la ONRM con el objetivo de ser archivado y apoyar la confección del Inventario Anual.

El proceso de investigación aporta los datos de campo (microelementos, macroelementos, microbiológicos y parámetros comunes) de los recursos disponibles y posteriormente en el proceso de explotación se capturan los datos referentes a los recursos en explotación, de esta forma, la ONRM controla todos los recursos de cada yacimiento de agua mineral del país. Partiendo de esta información se conforma el Inventario Anual de las Aguas Minerales.

1.2.2 Descripción Actual del Dominio del Problema

Antes de comenzar las operaciones sobre un yacimiento de agua, la entidad (no se define como concesionario hasta recibir la concesión) debe solicitar a la Dirección Técnica de la ONRM (en lo adelante DT), la concesión o permiso correspondiente de acuerdo con las actividades que desea realizar. La ejecución de estas actividades, le permite a la ONRM llevar un control estricto de la información referente a cada yacimiento de agua mineral desde su surgimiento hasta que este deje de ser viable en el tiempo.

Al surgir un yacimiento, el concesionario autorizado previamente para realizar la investigación debe conformar el “Informe de Investigación”, este documento, que contiene todos los datos de cada recurso disponible por fuente de agua, es enviado a la DT donde es sometido a un proceso de revisión. En caso de que toda la información esté correcta y completa se emite un “Certificado de Aprobación”, de lo contrario se envía un “Acta de Corrección” y se repite el proceso hasta que el informe sea elaborado correctamente; una vez aprobado dicho informe se registra la información del nuevo yacimiento en el SGDGD.

En el caso de la actividad de explotación, la entidad podrá comenzar a explotar los recursos de un yacimiento, una vez que su solicitud haya sido aprobada. Durante la etapa que comprende la actividad, el concesionario debe mantener un control activo sobre los diferentes parámetros que se miden en cada fuente de agua, para esto es necesario mantener un registro actualizado y disponible en cualquier momento que sea solicitado por la ONRM. Dicho registro consiste en una tabla (“Movimiento o Comportamiento de los Recursos Disponibles y de Explotación de Agua Mineral”, ver en el anexo 1 en la versión digital) confeccionada por la DT y que posee cada concesionario, donde se recoge de forma periódica los datos de los recursos en explotación de cada yacimiento según la materia prima o tipo de agua. Esta información además de facilitar el trabajo diario de los concesionarios, les permite tener una medida del comportamiento de los recursos explotados durante el desarrollo de sus actividades.

Utilizando este registro periódico los concesionarios elaboran un resumen general por cada yacimiento de agua mineral en el que explotan recursos. El mismo se realiza con el objetivo de controlar el comportamiento de los recursos en explotación en el período de un año y debe ser enviado a la DT en la fecha establecida. Este resumen se conforma mediante una tabla (“Tabla Resumen General de los Yacimientos de Aguas Minerales”, ver en el anexo 1 en la versión digital) en la que se recogen los datos

referentes a los recursos en explotación, según la materia prima o tipo de agua. Esta tabla es completada con la información almacenada en la ONRM conformándose un resumen de los recursos (disponibles, de explotación, y en explotación) de cada yacimiento de agua mineral. Este resumen es emitido por la DT como el Inventario Anual Aguas Minerales.

1.2.3 Situación Problemática

Durante los procesos de investigación y explotación los concesionarios reportan datos de gran importancia a la ONRM. La entrega de esta información se realiza de manera presencial, es decir, el especialista se dirige a la ONRM y hace entrega de la información referente a su concesionario. Este procedimiento provoca una pérdida de tiempo tanto para el concesionario como para la ONRM. Por otra parte, a pesar de la importancia que representa dicha actividad, los informes no son elaborados de la misma forma por todos los concesionarios; algunos lo llevan digital en diferentes formatos, como hojas de cálculo (Excel) o documentos de texto (Word) y otros almacenan la información en copia dura. Como consecuencia de esta situación, la información llega muchas veces incompleta o no cumple todas las exigencias requeridas, por lo que el especialista de la DT debe revisar una y otra vez los informes y devolverlos a los concesionarios pertinentes para que los corrijan y los envíen nuevamente. Una vez que los registros cuentan con toda la información y exigencia requerida, son aprobados y se comienza el proceso de inserción manual de la información en el módulo Inventario de Aguas Minerales del SGD.

El recibir de cada concesionario, una información inexacta, imprecisa e incompleta y en diversos formatos, trae como consecuencia que el proceso de conformación del Inventario Anual en la ONRM sea ineficiente y engoroso. Esta situación se convierte en una limitación del SGD y por tanto constituye un atraso significativo en la confección del Inventario Anual de las Aguas Minerales.

1.3 Análisis de otras soluciones existentes

Para dar solución al problema que se plantea es necesaria la utilización de una herramienta con características muy específicas. La misma debe permitir la inserción de los distintos datos de campo que contempla el SGD y además contar con una funcionalidad que facilite la captura de estos datos por el módulo Inventario de Aguas Minerales del mismo sistema.

En la actualidad se desarrollan grandes cantidades de software vinculados a la rama de la geología. Se pueden encontrar en Internet muchos programas gratuitos especializados en la gestión de datos de aguas subterráneas y sistemas automatizados para el control de la calidad de las aguas, entre otros. Sin embargo, hasta el momento no existe una herramienta con las características específicas que se requieren para agilizar la captura de los datos de campo del agua mineral en el SGD G.

Conclusiones

Las características actuales del proceso de entrega de información a la ONRM por parte de los concesionarios, constituyen una limitación para la captura de los datos de campo en el módulo Inventario de Aguas Minerales del SGD G, lo que trae consigo un atraso en la confección del Inventario Anual. Con el objetivo de eliminar esta limitación, se hace necesaria la utilización de un sistema que permita agilizar los procesos de captura de estos datos en dicho módulo.

A partir de la inexistencia de una aplicación que resuelva el problema que se plantea, esta investigación propone el desarrollo de una herramienta informática que dé solución al mismo. Dicha herramienta facilitará además el control estricto de las aguas minerales y por tanto contribuirá a la protección de los recursos minerales del país.

CAPÍTULO 2 | Tendencias y Tecnologías actuales a utilizar

Para la construcción de la herramienta propuesta en el capítulo anterior, será necesario tener en cuenta una serie de tendencias y tecnologías actuales que contribuirán de forma decisiva en el éxito de su implementación. Se utilizarán las herramientas y tecnologías definidas por la arquitectura base del proyecto SGD, las cuales han sido seleccionadas teniendo presente los requerimientos de la herramienta y las necesidades del cliente.

En el presente capítulo se definen las principales tendencias actuales a utilizar en cuanto a: tipo de aplicación, lenguaje de programación, *framework*, arquitectura de software, IDE de desarrollo, sistema gestor de base de datos, metodología de desarrollo de software, lenguaje de modelado y herramienta CASE. Cada una de las tecnologías se caracteriza en función de las ventajas que aporta para la solución propuesta.

2.1 Aplicación Informática

Una computadora está formada por dos componentes estructurales muy importantes: el hardware y el software, estos deben funcionar en conjunto para lograr que la computadora realice los trabajos para los que fue creada. El hardware constituye la parte física y el software el equipamiento lógico, también denominado programas.

A partir de esta clasificación se pueden definir como aplicaciones informáticas, los programas o herramientas que permiten la interacción entre el usuario y la computadora. Estos son diseñados para facilitar al usuario realizar uno o diversos tipos de trabajo, por lo que constituyen soluciones informáticas para la automatización de tareas generalmente complicadas. Se puede decir que un procesador de textos, un editor de video o una herramienta para la captura de datos geológicos, como la que centra el objetivo de esta investigación; son ejemplos de aplicaciones informáticas.

Tipo de Aplicación

En dependencia del entorno en que estas se ejecutan, se pueden clasificar en aplicaciones web o aplicaciones de escritorio. Las primeras son aplicaciones que proporcionan facilidad de soporte y no dependen estrictamente del sistema operativo en el que se ejecuten. Pueden ser utilizadas mediante un navegador sin tener en cuenta la ubicación del usuario, sin embargo, para lograrlo es imprescindible acceder a un servidor web a través de Internet o de una Intranet. Las aplicaciones de escritorio por su parte, son aplicaciones que se ejecutan en el propio entorno de trabajo y que no dependen de una conexión de red para acceder a la información, por lo que brindan una accesibilidad constante.

Atendiendo a esta clasificación y a las características de cada una, se propone implementar una aplicación de escritorio como solución al problema que plantea esta investigación. La decisión se toma teniendo en cuenta además, que la aplicación será utilizada por una sola persona, y que las condiciones tecnológicas del medio donde se implantará el sistema, son en algunos casos muy limitadas.

2.2 Lenguaje de Programación

Una aplicación informática se conforma por un conjunto de instrucciones que hacen posible la interacción entre el usuario y la computadora. Para definir adecuadamente la secuencia de dichas instrucciones, los programadores utilizan una sintaxis y estructura definida como lenguaje de programación. Un lenguaje de programación puede ser definido como un idioma artificial diseñado para expresar instrucciones que pueden ser ejecutadas por las computadoras. Entre los lenguajes de programación más utilizados para implementar aplicaciones de escritorio, se pueden encontrar: C, C++, C#, Python y Java. A continuación se analizan las características fundamentales de Java como lenguaje a utilizar para la implementación de la herramienta propuesta.

Java es un lenguaje de programación desarrollado por *Sun Microsystems*² (*Sun*) a principios de los años 1990. Este es un lenguaje orientado a objetos, que toma mucha de su sintaxis de C y C++ pero elimina las características menos usadas y más confusas como el trabajo con punteros, proporcionando de esta forma simplicidad y facilidad de trabajo. Un programa Java puede funcionar como un *applet* (pequeño programa que no se ejecuta de forma independiente), como un *servlets* (aplicaciones que se ejecutan en

² Empresa informática recientemente comprada por *Oracle Corporation*.

servidores web conectados a Intranets o a Internet) o como una herramienta independiente, que es el tipo de aplicación que se desarrollará en este caso.

Java es un lenguaje tanto compilado como interpretado, al compilar un programa en Java, se obtiene como resultado un tipo de código binario conocido como *byte-codes*. Este código puede ser interpretado por diferentes computadoras sin tener en cuenta su arquitectura, es decir, la aplicación a implementar no será dependiente de una arquitectura específica. Esta característica lo hace un lenguaje independiente de la arquitectura y que proporciona portabilidad al software implementado, el mismo podrá ser ejecutado sobre cualquier plataforma utilizando un intérprete para dicha plataforma.

Algunas de las ventajas que ofrece Java para la implementación de la herramienta propuesta, siguen a continuación:

- Multiplataforma.
- *Fácil y rápido de aprender al eliminar las características más confusas de otros lenguajes.* (11)
- Documentación abundante.
- Cuenta con potentes IDE³ (ej. Netbeans).
- Facilita el trabajo de soporte y mantenimiento a partir de la generación del componente javadoc⁴.
- *Reduce en un 50% los errores más comunes de programación con lenguajes como C y C++ al eliminar muchas de las características de éstos.* (11)
- *Soporta las tres características propias del paradigma de la orientación a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo.* (11)
- Portable

³ Entorno de Desarrollo Integrado (IDE por sus siglas en inglés).

⁴ Páginas HTML generadas con el objetivo de documentar el código fuente. Contienen las clases, métodos y comentarios organizados de forma que facilita la posterior revisión y entendimiento del código.

- Facilita el desarrollo rápido de aplicaciones, pues muchas de las tareas de un programador están resueltas en su *toolkit*⁵.

De forma general Java es un lenguaje de programación que provee una solución para la programación en todo tipo de plataformas. Proporciona el desarrollo de aplicaciones eficientes y robustas, brindando facilidades para la implementación de herramientas de escritorio.

Java más que un lenguaje, es toda una tecnología orientada a la programación de software con la cual se puede realizar cualquier tipo de programa. La tecnología Java está compuesta básicamente por 2 elementos: el lenguaje Java y su plataforma. Vistas las características del lenguaje, se describen a continuación los elementos que conforman la plataforma Java.

2.3 Plataforma Java

Se pueden definir de manera general tres tipos de plataformas para Java que cubren los distintos entornos de aplicación: Java SE⁶, Java EE⁷, Java ME⁸. De estas, la plataforma Java SE es la que “abarca los entornos de gama media y estaciones de trabajo, donde se sitúa al usuario medio en un PC de escritorio” (12). Por las características de la aplicación que se propone implementar en esta investigación se utilizará esta plataforma para el desarrollo de la misma, específicamente la última versión (Java SE 6).

Java SE

Java SE (*Java Standard Edition*) constituye la plataforma base de la tecnología Java. A diferencia de la mayoría de las demás plataformas, se conforma únicamente por software, el cual se puede ejecutar en cualquier plataforma independientemente del hardware. Está orientada a aplicaciones independientes y *applets*, es la base de las plataformas Java EE y Java ME. Java SE incluye todas las herramientas de desarrollo Java: la máquina virtual (JVM) necesaria para ejecutar programas Java, herramientas para generar programas Java (compilador, depurador, herramienta para documentación, etc.), la API⁹ de Java y

⁵ Conjunto de herramienta o utilidades.

⁶ Plataforma Java, Edición Estándar o *Java Platform, Standard Edition*, (antes de la versión 6: J2SE)

⁷ Plataforma Java, Edición Empresa o *Java Platform, Enterprise Edition*, (antes de la versión 6: J2EE)

⁸ Plataforma Java, Edición Micro o *Java Platform, Micro Edition*, (antes de la versión 6: J2ME)

⁹ Interfaz de Programación de Aplicaciones o *Application Programming Interface*

documentación de interés para el programador. Estos componentes se pueden agrupar de forma general dentro del entorno en tiempo de ejecución para Java (JRE) y el kit de desarrollo de software para Java (JDK).

JRE

El JRE (*Java Runtime Environment* o entorno en tiempo de ejecución para Java), está compuesto por dos elementos que son fundamentales para ejecutar cualquier aplicación desarrollada para la plataforma Java: una máquina virtual de Java o JVM (*Java Virtual Machine*), y el conjunto de librerías que proporcionan los servicios que la aplicación puede necesitar (API). La JVM ejecuta el código resultante (*byte-codes*) de la compilación del código fuente, traduciéndolo en instrucciones nativas de la plataforma destino. Por otra parte el API de Java es una amplia colección de componentes de software que facilitan muchas necesidades de programación y que se agrupa en librerías o paquetes de componentes relacionados entre sí. El JRE es lo mínimo que debe contener un sistema para poder ejecutar una aplicación Java sobre el mismo. Se puede definir como el “conjunto de utilidades que actúa como un intermediario entre el sistema y Java” (13) permitiendo la ejecución de programas java. La versión específica del JRE que se utilizará como parte de la plataforma Java SE 6 es JRE 1.6.0.14¹⁰.

El usuario final cuya intención es sólo ejecutar las aplicaciones desarrolladas en lenguaje Java, sólo necesita usar el JRE como parte del paquete de software. Sin embargo, si se pretende desarrollar nuevas aplicaciones en dicho lenguaje es necesario contar con el kit de desarrollo de software (JDK).

JDK

Un kit de desarrollo de software o SDK (*Software Development Kit*) es por lo general un conjunto de herramientas de desarrollo que le permite al programador desarrollar aplicaciones en un determinado lenguaje o para un determinado entorno. Para desarrollar con Java es necesario igualmente contar con un SDK, en este caso se tiene el JDK (*Java Development Kit* o Kit de Desarrollo de Java).

El JDK es un entorno de desarrollo que además del JRE (mínimo imprescindible) incluye otras herramientas que permiten compilar, ejecutar, generar documentación, etc. “Se puede definir como un

¹⁰ Última actualización de la versión 6 en el momento en que se define la arquitectura base del proyecto SGDG.

conjunto de herramientas, utilidades, documentación y ejemplos para desarrollar aplicaciones Java”. (14) Existen versiones del JDK para prácticamente todos los Sistemas Operativos y tanto el software como la documentación son gratuitos según el acuerdo de la licencia de Sun. Para implementar la aplicación propuesta se utilizará específicamente el JDK 6u14¹¹.



Figura 2.1 Tecnología Java
Elaboración propia.

Al ser liberado el JDK de Java SE bajo la licencia GNU GPLv2¹² (con la excepción de la biblioteca de clases de Sun que se requiere para ejecutar los programas Java), incrementó el número de los usuarios y proporcionó a los desarrolladores una mayor flexibilidad y capacidad para explotar la tecnología de Sun.

2.4 XML

El Lenguaje de Marcas Extensible (XML por sus siglas en inglés), “es un lenguaje de marcas que ofrece un formato para la descripción e intercambio de datos estructurados” (15). Este metalenguaje¹³ constituido en formato de texto plano, está conformado por un conjunto de etiquetas que describen y organizan el contenido del documento en diferentes partes. Dichas etiquetas son creadas por el propio diseñador dependiendo el contenido el documento, es decir, no son prefijadas con anterioridad y admite un conjunto

¹¹ versión 6, actualización 14 (u- update). Última actualización de la versión 6 en el momento en que se define la arquitectura base del proyecto SGDg.

¹² Licencia Pública General de GNU orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software.

¹³ Lenguaje o código utilizado para describir otro lenguaje o código.

ilimitado de estas. Entre las principales ventajas que aporta la selección del formato XML para la implementación de la solución propuesta se encuentran las siguientes.

- Simplicidad: Documento simple pero perfectamente formalizado, fácil de crear y con un diseño conciso que puede ser preparado rápidamente.
- Razonablemente claro: *Si un tercero decide usar un documento creado en XML, es sencillo entender su estructura y procesarla.* (16)
- Es extensible: *Después de diseñado y puesto en producción, es posible extender XML con la adición de nuevas etiquetas, de modo que se pueda continuar utilizando sin complicación alguna.* (16)
- Facilita enormemente la transferencia de información, logrando independencia con respecto a las diferentes plataformas.
- Puede ser leído e interpretado tanto por máquinas como por personas.
- Mejora la compatibilidad entre aplicaciones.

Por ser un estándar internacionalmente reconocido, de utilización libre y proporcionar las ventajas anteriores, se utilizará este formato para la transferencia de información, como parte del desarrollo de la solución.

2.5 Framework

Como parte del proceso de desarrollo de una aplicación informática, se utilizan, además de los lenguajes de programación, otras tecnologías que complementan y facilitan la implementación del software. Una de ellas son los *frameworks*.

Un *framework* puede ser definido como una “*estructura de soporte definida, que ha sido diseñada con la intención de facilitar el desarrollo de software*” (17). Brindan a los programadores y diseñadores una mejor organización y estructura a sus proyectos, proporcionando mayor rapidez a la hora de crear las aplicaciones. Se pueden encontrar *frameworks* orientados a diferentes plataformas y lenguajes,

destinados a la creación de interfaces, orientados a controlar la lógica del negocio de una aplicación y otros que integran funcionalidades más complejas. Como parte de la construcción de la solución propuesta, y teniendo en cuenta el tipo de aplicación a desarrollar y el lenguaje de programación, se define *Swing* como *framework* a utilizar para facilitar la creación de los componentes de la interfaz en la aplicación.

Swing

Swing es un *framework* para desarrollar interfaces gráficas de aplicaciones de escritorio para Java que permite tener un sistema de ventanas y componentes gráficos, independiente del sistema operativo y la librería de dibujo que se tenga disponible en la máquina destino. Incluye facilidades para crear componentes de interfaz gráfica de usuario tales como cajas de texto, botones, marcos, listas desplegables y tablas, heredando todo el manejo de eventos de su antecesor AWT¹⁴.

Entre sus características principales se encuentran las siguientes: (18)

- *Activo desarrollo de componentes.*
- *Componentes con mayor soporte de características que AWT.*
- *Extensible: los programadores pueden incluir sus propias implementaciones modificadas para sobrescribir las implementaciones por defecto.*
- *Basado en la arquitectura Modelo-Vista-Controlador: la mayor parte de componentes de interfaz (JTable, JList, JComboBox, etc.) tienen un modelo de datos por defecto, pero permite además la creación de modelos de datos propios, orientados a las necesidades de cada programador. Esta característica ofrece la posibilidad de trabajar con componentes mucho más eficientes.*
- *Personalizable: es posible representar diferentes estilos de apariencia (desde apariencia MacOS hasta apariencia Windows XP), y los usuarios pueden proveer también su propia implementación de apariencia.*

¹⁴ *Abstract Window Toolkit* - Librería de Java para el manejo de eventos de componentes GUI, anterior a Swing.

Algunas de las ventajas que presenta con relación a su antecesor AWT son las siguientes: (19)

- *El desarrollo de componentes Swing es más activo.*
- *Los componentes de Swing soportan más características.*
- *El diseño en Java puro posee menos limitaciones de plataforma.*

2.6 Arquitectura de Software

Todas las aplicaciones informáticas, desde las más pequeñas hasta los sistemas más grandes, poseen una estructura y un comportamiento que los hace clasificables según su arquitectura. La arquitectura de software, es el diseño de más alto nivel de la estructura de un sistema. Aunque se pueden encontrar varias definiciones todas no gozan de total aceptación, la más oficial es la definición dada por la IEEE¹⁵ Std 1471-2000: *“La Arquitectura del Software es la organización fundamental de un sistema, formada por sus componentes, las relaciones entre ellos y el contexto en el que se implantarán, y los principios que orientan su diseño y evolución”*. (20)

“La arquitectura de una aplicación es la vista conceptual de la estructura de ella misma. Toda aplicación contiene código de presentación, código de procesamiento de datos y código de almacenamiento de datos. La arquitectura de las aplicaciones difiere según como está distribuido este código”. (21) De esta manera, la arquitectura de software permite representar de forma concreta la estructura y funcionamiento interno de un sistema. Por lo general, cuando se desarrolla un sistema informático no es necesario crear una nueva arquitectura de software, habitualmente se adopta una arquitectura conocida para cada caso en concreto, en función de sus ventajas y desventajas. Algunos ejemplos de arquitecturas conocidas son los siguientes:

- Arquitectura en Capas o N-Capas
- Modelo-Vista-Controlador (MVC)
- Arquitectura Orientadas a Servicios (SOA)

¹⁵Institute of Electrical and Electronics Engineers

Teniendo en cuenta que la mayoría de los componentes gráficos de Java utilizan la arquitectura MVC, y específicamente *Swing* como *framework* de interfaz a utilizar se basa en esta arquitectura, se selecciona la misma para la construcción de la herramienta propuesta en esta investigación. A continuación se realiza una breve caracterización de esta arquitectura.

Modelo-Vista-Controlador (MVC)

Modelo Vista Controlador (MVC) es un estilo o patrón de arquitectura de software que proporciona una estructura definida la cual reduce el esfuerzo de programación necesario y proporciona una organización orientada a la distinción entre la lógica de toda la aplicación y la presentación de la misma. Separa los datos de una aplicación (Modelo), la interfaz (Vista), y la lógica del negocio (Controlador) en tres componentes distintos.



Figura 2.2 Arquitectura Modelo Vista Controlador (MVC)
Elaboración propia.

- *El Modelo es el objeto que representa los datos del programa. Maneja los datos y controla todas sus transformaciones. El Modelo no tiene conocimiento específico de los Controladores o de las Vistas, ni siquiera contiene referencias a ellos. Es el propio sistema el que tiene encomendada la responsabilidad de mantener enlaces entre el Modelo y sus Vistas, y notificar a las Vistas cuando cambia el Modelo.*
(22)

- *La Vista es el objeto que maneja la presentación visual de los datos representados por el Modelo. Genera una representación visual del Modelo y muestra los datos al usuario. Interactúa con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo. (22)*
- *El Controlador es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actuando sobre los datos representados por el Modelo. Cuando se realiza algún cambio, entra en acción, bien sea por cambios en la información del Modelo o por alteraciones de la Vista. Interactúa con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo. (22)*

2.7 Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)

Para llevar a cabo la construcción de una aplicación informática, es necesario contar con un entorno de desarrollo integrado o IDE (*Integrated Development Environment*). Un IDE no es más que un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas que facilitan las tareas de programación. “Es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación integrado por un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI¹⁶)” (23).

“Los IDE pueden ser aplicaciones por sí solas o formar parte de aplicaciones existentes y dedicarse exclusivamente a un lenguaje de programación o utilizar varios. Proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación” (23). Atendiendo al lenguaje de programación seleccionado para la implementación de la herramienta, se propone utilizar como IDE de desarrollo NetBeans en su versión 6.8.

NetBeans IDE 6.8

NetBeans es una herramienta de desarrollo Java, que ha sido escrita puramente sobre la base de la tecnología Java, por lo que puede ejecutarse en cualquier ambiente que ejecute Java. Posee una interfaz gráfica intuitiva que facilita la tarea de programación. Es un producto de código abierto, respaldado y examinado por una comunidad de desarrollador y que cuenta con todos los beneficios del software de forma gratuita.

¹⁶ Interfaz Gráfica de Usuario o *Graphical User Interface*

Entre las principales ventajas que tributan a los requerimientos de la aplicación a desarrollar se encuentran:

- Gratis y Código Abierto.
- Soporta Java como lenguaje de programación.
- Proporciona facilidades para la implementación de aplicaciones de escritorio.
- Integra el *framework* de interfaz *Swing*.
- Proporciona todas las características estándar para el desarrollo de Java SE.
- Abundante documentación.
- Instalación y actualización simple.

Por poseer las ventajas anteriores, y proveer además de todas las herramientas necesarias para crear aplicaciones de escritorio profesionales, se selecciona como IDE a utilizar en la construcción del sistema en cuestión.

2.8 Sistema Gestor de Base de Datos

Toda la información manipulada en una aplicación informática, es almacenada en una base de datos con el objetivo de garantizar su seguridad, integridad y disponibilidad. Para acceder y gestionar dicha información, se utilizan los sistemas gestores de bases de datos, los cuales sirven de interfaz entre la base de datos, el usuario y la aplicación que la utiliza.

Un Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) podría definirse como “*el conjunto de herramientas que ayudan al usuario a gestionar información almacenada en una base de datos*”. (24) De forma general debe permitir definir una base de datos, construirla y manipularla; posibilitando especificar tipos, estructuras, restricciones de datos, realizar consultas, actualizaciones etc. Por las características específicas del sistema a implementar (aplicación personal de escritorio, en la que se necesita almacenar poca información) se decide utilizar un SGBD que proporcione un modo incrustado o embebido.

Base de Datos Embebida

Se define una base de datos como embebida, cuando el motor de la base de datos está incrustado a la aplicación; es decir, la base de datos está estructurada en un fichero que se inicia cuando se ejecuta la aplicación y termina cuando se cierra la misma. Este fichero es colocado en la carpeta del software y asesado únicamente por él, de forma que se instala y desinstala junto con el software desarrollado, maximizando su portabilidad.

Algunos ejemplos de SGBD que proporcionan modo embebido son HSQLDB, SQLite y SQL Derby. Entre ellos se selecciona HSQLDB como SGBD a utilizar en la construcción de la herramienta propuesta, en su versión 1.8.0.

HSQLDB 1.8.0

HSQLDB (*Hyperthreaded Structured Query Language Database*) es un sistema gestor de bases de datos relacional escrito en Java que soporta SQL¹⁷. Dispone de un controlador JDBC¹⁸ y ofrece un sistema de bases de datos que gestiona tablas basadas en disco y memoria con un modo servidor y embebido. Este software es gratuito para uso y distribución en virtud de las licencias establecidas.

Entre las principales ventajas que aporta al software propuesto se encuentran:

- Ofrece un modo embebido.
- Escrito por completo en Java.
- Gratis y Código Abierto.
- Gran velocidad y reducido tamaño.
- Completo sistema gestor de base de datos relacional.

¹⁷ Lenguaje de Consulta Estructurado (SQL por sus siglas en inglés *Structured Query Language*) utilizado para manipular información en una base de datos.

¹⁸ *Java Database Connectivity* (API para trabajar con bases de datos desde Java, independientemente de la base de datos a la que se accede).

- Tiempo de arranque mínimo y gran velocidad en las operaciones: *SELECT*, *INSERT*, *DELETE* y *UPDATE*.
- Sintaxis SQL estándar.
- Almacena hasta 8 GB de información.
- Incluye una extensa documentación.

De forma general HSQLDB es un sistema de alta calidad y rendimiento, pequeño, funcional, versátil y muy recomendado, por lo que constituye una buena solución para la implementación del software propuesto.

2.9 Lenguaje de Modelado

Como parte del desarrollo de una aplicación informática se realiza un modelado previo de la misma, con el objetivo de captar y conceptualizar las características fundamentales que deberá tener. Para realizar los modelos de las distintas perspectivas del sistema se utiliza un lenguaje de modelado.

“Un lenguaje de modelado se puede definir como el conjunto estandarizado de símbolos y de modos de disponerlos para modelar (parte de) un diseño de software”. (25) El lenguaje de modelado utilizado para elaborar los distintos diagramas del sistema a implementar, es UML; a continuación se describe de forma breve sus características principales.

UML

“UML (*Lenguaje Unificado de Modelado*) es un lenguaje para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema que involucra una gran cantidad de software”. (25) Ofrece un estándar para la descripción del modelo del sistema, teniendo en cuenta aspectos conceptuales como: procesos de negocio, funciones del sistema, esquemas de bases de datos, componentes etc. Se conforma por diversos elementos gráficos que se combinan mediante reglas para la conformación de los distintos diagramas.

Entre las principales ventajas que reporta su utilización se encuentran las siguientes:

- Facilita la documentación en cada una de las etapas del desarrollo del software.
- Estándar reconocido.
- Proporciona un entendimiento común para todo el equipo de desarrollo.
- Fácil de aprender.
- Organiza el proceso de construcción del software.

Por las ventajas anteriores y permitir además, modelar sistemas con tecnología orientada a objetos, se utilizará UML para modelar el software propuesto; específicamente en su versión 2.1.

2.10 Metodología de Desarrollo de Software

La construcción de un sistema informático eficiente, que cumpla con los requerimientos planteados, es una tarea intensa y difícil de cumplir. Las metodologías para el desarrollo del software imponen un proceso disciplinado sobre el desarrollo de software con el fin de hacerlo más predecible y eficiente. Una metodología de desarrollo de software tiene como principal objetivo aumentar la calidad del software que se produce en todas y cada una de sus fases de desarrollo. No existe una metodología de software universal, las características de cada proyecto (equipo de desarrollo, recursos, etc.) exigen que el proceso sea configurable.

Las metodologías de desarrollo se pueden dividir en dos grupos de acuerdo con sus características y los objetivos que persiguen: ágiles y robustas. Las metodologías ágiles se caracterizan por enfatizar la comunicación cara a cara, es decir, se basan en una fuerte y constante interacción, donde cliente y desarrolladores trabajan constantemente juntos, con una cercana comunicación. Están orientadas al resultado del producto y no a la documentación; exige que el proceso sea adaptable, permitiendo realizar cambios de último momento. Algunas metodologías ágiles de desarrollo de software son: Programación Extrema (XP), *Scrum* y *Crystal Clear*. Por otra parte, las metodologías robustas o tradicionales están guiadas por una fuerte planificación. Centran su atención en llevar una documentación exhaustiva de todo el proceso de desarrollo y en cumplir con un plan de proyecto, definido en la fase inicial del mismo. Entre

las metodologías robustas se encuentran: RUP (*Rational Unified Process*), MSF (*Microsoft Solution Framework*) y MÉTRICA 3.

Para guiar el proceso de desarrollo del software que se propone implementar en esta investigación, no se aplicará una metodología ágil a pesar de las visibles ventajas que provee su utilización. Las características específicas del entorno de desarrollo del sistema propuesto, hace imposible que se mantenga una comunicación e intercambio constante con el cliente en cuestión, como este tipo de metodología exige. Por tanto, se define como metodología a utilizar RUP, la misma ha guiado todo el proceso de desarrollo del SGD. Con la aplicación de esta metodología, la documentación generada como parte del proceso de construcción del software, facilitará su posterior mantenimiento y evolución.

RUP

La metodología RUP (Proceso Unificado de Desarrollo de Software), es una infraestructura flexible de desarrollo de software que proporciona prácticas recomendadas probadas y una arquitectura configurable. Es el resultado de varios años de desarrollo y uso práctico en el que se han unificado técnicas de desarrollo, a través del UML, y trabajo de muchas metodologías utilizadas por los clientes. RUP “*unifica al equipo de desarrollo identificando y asignando responsabilidades, artefactos y tareas de forma que cada miembro del equipo comprenda su contribución al proyecto*”. (26)

RUP divide en 4 fases el desarrollo del software:

- Inicio: donde se determina la visión del proyecto.
- Elaboración: tiene como objetivo determinar la arquitectura óptima.
- Construcción: se obtiene la capacidad operacional inicial.
- Transición: obtener el *release*¹⁹ del proyecto.

Propone nueve (9) flujos de trabajo (seis (6) de ingeniería y tres (3) de apoyo) en los que se definen los diferentes artefactos a generar como parte del proceso de construcción. En la figura 2.3 se muestran dichos flujos y su repercusión en cada una de las fases definidas.

¹⁹ Liberación de una versión de un producto de software.

Flujos de Trabajo

Modelado del Negocio
 Captura de Requisitos
 Análisis y Diseño
 Implementación
 Prueba
 Despliegue
 Gestión de Cambios y Configuración
 Gestión de proyectos
 Entorno

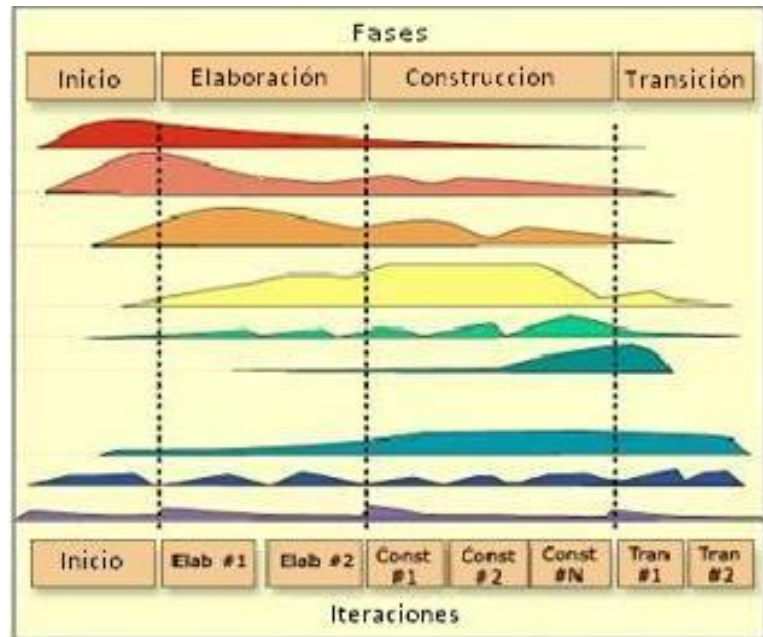


Figura 2.3 Fases y flujos de trabajo de RUP

Tomado de: (27)

El ciclo de vida de RUP tiene las siguientes características: (28)

- *Dirigido por casos de uso:* Los casos de uso reflejan lo que los usuarios futuros necesitan y desean, por tanto, estos guían el proceso de desarrollo.
- *Centrado en la arquitectura:* La arquitectura muestra la visión común del sistema, describe los elementos más importantes para su construcción, definiendo los cimientos necesarios como base para comprenderlo, desarrollarlo y producirlo.
- *Iterativo e Incremental:* RUP propone que cada fase se desarrolle en iteraciones. Una iteración involucra actividades de todos los flujos de trabajo, aunque desarrolla fundamentalmente algunos más que otros y en cada iteración se obtiene un incremento o crecimiento del producto.

A partir de las características del proceso que implica la aplicación a desarrollar y basándose en que RUP propone un proceso configurable a las características específicas del proyecto, se decide llevar el desarrollo hasta los 5 primeros flujos, generando en cada uno de ellos algunos de los artefactos correspondientes.

2.11 Herramienta CASE

El proceso de construcción de un software requiere que las tareas que se establecen sean organizadas y completadas de una forma correcta y eficiente, con ello se solucionan una serie de problemas inherentes al propio proceso de desarrollo como son: insatisfacción del usuario, baja calidad del trabajo, escasa productividad, etc. Para evitar estos problemas surgen las herramientas de ayuda al desarrollo de sistemas de información, algunas de estas herramientas se dirigen principalmente a mejorar la calidad como es el caso de las herramientas CASE (*Computer Asisted Software Engineering* o Ingeniería de Software Asistida por Computadora).

“Las herramientas CASE se pueden definir como un conjunto de programas y ayudas que dan asistencia a los analistas, ingenieros de software y desarrolladores, durante todos los pasos del ciclo de vida de desarrollo de un software”. (29) En la actualidad existe una gran variedad de estas, por lo que su selección se convierte en una difícil tarea. Una de las más potentes y que actualmente goza de mucha popularidad es Visual Paradigm, la misma será utilizada para la modelación del software propuesto en esta investigación. A continuación se definen sus características principales.

Visual Paradigm para UML 6.4

Visual Paradigm es una herramienta CASE que utiliza UML como lenguaje de modelado. *“Está diseñada para una amplia gama de usuarios interesados en construir sistemas de software fiables con el uso del paradigma orientado a objetos, incluyendo actividades como ingeniería de software, análisis de sistemas y análisis de negocios”.* (30) Es un producto de calidad que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Permite crear todos los tipos de diagramas de clases y generar código a partir de estos. Entre las principales ventajas que proporciona su utilización se encuentran:

- Presenta una licencia gratuita.
- Fácil de utilizar, instalar y actualizar.
- Generación de código para Java.

- Generación de diagramas de clases de diseño a partir del código Java.
- Disponibilidad para integrarse con NetBeans IDE 6.8.
- Generación del modelo físico a partir de la conexión con una base de datos en Postgres.
- Generación del *script* SQL a partir de un modelo físico, usando el SGBD HSQLDB.
- Proporciona una gran cantidad de tutoriales y demostraciones interactivas de UML, que constituyen una guía de referencia y consulta para sus usuarios.
- Disponible en español.

Teniendo en cuenta todas las ventajas anteriores y por ser además una excelente herramienta para ser utilizada en un ambiente de software libre, se considera Visual Paradigm como una buena selección para modelar la aplicación propuesta.

Conclusiones

Como solución propuesta en esta investigación, se implementará una aplicación de escritorio utilizando como lenguaje de programación Java y XML como formato en la transferencia de información. Para llevar a cabo esta tarea se utilizará el IDE NetBeans 6.8, con el *framework* Swing y el SGBD HSQLDB 1.8.0. La metodología RUP guiará todo el proceso de desarrollo, generando con la herramienta CASE Visual Paradigm, los distintos diagramas del sistema en lenguaje UML. La aplicación tendrá un diseño basado en la arquitectura MVC.

Todas estas tecnologías fueron seleccionadas teniendo en cuenta los principios de independencia tecnológica que ha venido defendiendo desde sus inicios la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Después de caracterizadas, es posible afirmar que su utilización garantizará un correcto desarrollo y el éxito de la solución. Una vez definidas las herramientas que apoyarán el proceso de desarrollo, es posible adentrarse en la presentación de la solución propuesta.

CAPÍTULO 3 | Presentación de la Solución Propuesta

La captura de los datos de campo del módulo Inventario de Aguas Minerales, implica la realización previa de un conjunto de procesos. Estos se conforman por una secuencia de actividades que requieren la participación de personas con responsabilidades específicas. Para determinar las características fundamentales que debe tener el sistema a implementar, es necesario lograr un entendimiento profundo del desarrollo actual de estos procesos.

Con la intención de cumplir dicho objetivo, en el presente capítulo se aborda la realización de los dos primeros flujos de trabajo propuestos por RUP (Modelado del Negocio y Captura de Requisitos) como guía para la construcción del software. De esta forma, se realiza el modelo del negocio y a partir de este y un análisis de la documentación generada en el módulo Inventario de Aguas Minerales del SGD, se derivan los principales requerimientos funcionales y no funcionales que deberá tener el sistema. Se modela y describe el sistema propuesto, generando algunos de los artefactos correspondientes a cada flujo de trabajo.

3.1 Modelado del Negocio

El Modelado del Negocio es uno de los flujos de trabajo que tiene más peso durante la fase de Inicio en RUP, tiene como objetivo comprender los problemas esenciales de la organización e identificar las mejoras potenciales. Para completar esta misión es necesaria una correcta comprensión de la estructura y el funcionamiento de la organización en la cual se va a implantar la solución. Como resultado de la realización de este flujo de trabajo, se generan una serie de artefactos de los cuales se presenta a continuación el Modelo de Casos de Uso del Negocio y el Modelo de Objetos del Negocio.

3.1.1 Modelo de Casos de Uso del Negocio

En el Modelo de Casos de Uso del Negocio se describen los procesos del negocio de una empresa en términos de casos de uso del negocio y actores del negocio que se corresponden con los procesos del negocio y los clientes respectivamente. Como parte de este modelo se definen a continuación los procesos de negocio, actores, trabajadores, diagrama de casos de uso del negocio y la realización de los mismos.

Procesos del Negocio

“Un proceso de negocio es un grupo de tareas relacionadas lógicamente que se llevan a cabo en una determinada secuencia y que emplean los recursos de la organización para dar resultados en apoyo a sus objetivos.” (31) En el negocio en cuestión, se identifican dos procesos que forman parte del objeto de estudio de la investigación. A continuación se definen estos procesos con su descripción correspondiente.

- **Proceso de entrega de información de la Investigación de los yacimientos de Agua Mineral**
Una vez que el concesionario ha sido autorizado por la ONRM para comenzar a realizar la investigación, recoge una serie de datos de campo durante el período que comprende la actividad. Al concluir la misma, debe conformar un “Informe de Investigación” y enviarlo a la DT de la ONRM para que sea revisado. En caso de que la información esté correcta, se emite un “Certificado de Aprobación” y se introducen los datos en el SGD, de lo contrario se envía un “Acta de Corrección” para que el informe sea corregido y enviado nuevamente a la DT.
- **Proceso de entrega de información de la Explotación de los recursos de Agua Mineral**
El proceso comienza a partir del momento en que la ONRM autoriza al concesionario a realizar la explotación de los recursos de un yacimiento. Durante el período que comprende la actividad el concesionario debe mantener un registro actualizado periódicamente con los datos de campo de cada uno de sus recursos. Basándose en esta información, anualmente elaboran un resumen de las estadísticas de los recursos explotados (“Informe de Explotación”), el cual es enviado a la DT de la ONRM con el objetivo de apoyar la conformación del Inventario Anual de las Aguas Minerales. Este informe es revisado y en caso de no contener errores se emite un “Certificado de Aprobación” y se introducen los datos en el SGD, de lo contrario se envía un “Acta de Corrección” para que sea rectificado y enviado nuevamente.

Actores del Negocio

“Un actor del negocio es cualquier individuo, grupo, entidad, organización, máquina o sistema de información externos; con los que el negocio interactúa. Lo que se modela como actor del negocio es el rol que se juega cuando se interactúa con el negocio para beneficiarse de sus resultados.” (31) En el presente negocio se identifica como actor del negocio a la ONRM siendo la entidad que interactúa con el negocio y se beneficia de sus resultados, a continuación se presenta su descripción específica.

Tabla 3.1 Descripción de los Actores del Negocio (elaboración propia)

Actor	Descripción
ONRM	Entidad externa al negocio que autoriza a los concesionarios a realizar las distintas actividades mineras sobre los yacimientos de Agua Mineral y que interactúa con el negocio realizando otras actividades.

Trabajadores del Negocio

“Un trabajador del negocio es una abstracción de una persona (o grupo de personas), una máquina o un sistema automatizado; que actúa en el negocio realizando una o varias actividades, interactuando con otros trabajadores del negocio y manipulando entidades del negocio.” (31) Los trabajadores interactúan directamente en el negocio y son los que en un futuro se podrán convertir en usuarios del sistema a implementar. A continuación se presenta la descripción del trabajador identificado en el negocio que se analiza.

Tabla 3.2 Descripción de Trabajadores del Negocio (elaboración propia)

Trabajador	Descripción
Especialista del Concesionario	Persona que interactúa en el negocio elaborando los distintos informes que deben ser enviados a la DT de la ONRM.

Diagrama de Casos de Uso del Negocio

“Un caso de uso del negocio representa a un proceso de negocio, por lo que se corresponde con una secuencia de acciones que producen un resultado observable para ciertos actores del negocio.” (31) Por

tanto “un diagrama de casos de uso del negocio representa gráficamente a los procesos del negocio y su interacción con los actores del negocio.” (31)

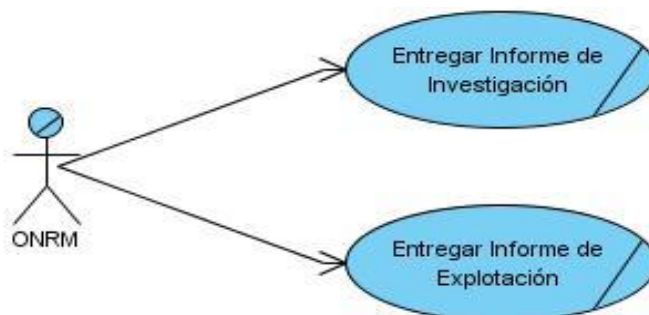


Figura 3.1 Diagrama de Casos de Uso del Negocio (elaboración propia)

Realización de los Casos de Uso del Negocio

“La realización de un caso de uso de negocio muestra cómo colaboran los trabajadores y entidades del negocio (...)”, en la ejecución de los distintos procesos. (31) Para conformarla, se especifican a través de descripciones textuales los diferentes casos de uso identificados y se representan los diagramas de actividades. A continuación se realizan las descripciones textuales de cada caso de uso del negocio junto a la presentación de su diagrama de actividades correspondiente.

Tabla 3.3 Descripción textual del Caso de Uso: Entregar Informe de Investigación (elaboración propia)

Caso de Uso	Entregar Informe de Investigación	
Actores	ONRM (Inicia)	
Resumen	El caso de uso comienza cuando la ONRM autoriza la realización de la investigación al concesionario. Durante el período en que se realiza la actividad, se recogen los datos de campo del yacimiento investigado y una vez concluida la investigación, esta información debe ser entregada mediante un “Informe de Investigación” a la DT. El informe es revisado y en caso de que todo esté correcto se emite un “Certificado de Aprobación” y se insertan los datos en el SGD, de lo contrario se envía un “Acta de Corrección” al concesionario para que sea corregido.	
Precondiciones	-----	
CU Asociados	-----	
Flujo Normal de los Eventos		
	Acción del Actor	Respuesta del Negocio

1. Autoriza al concesionario la realización de la investigación.	2. Captura los datos de campo durante la realización de la actividad.
	3. Al concluir la investigación elabora el "Informe de Investigación".
	4. Envía el Informe a la DT para ser revisado.
5. Recibe el Informe de Investigación.	
6. Revisa el Informe de Investigación.	
7. Si está correcto emite un "Certificado de Aprobación".	
8. Inserta los datos del informe en el SGD.	
Flujo Alternativo	
Acción del Actor	Respuesta del Negocio
7. Si no está correcto envía un Acta de Corrección	8. Recibe el "Acta de Corrección".
	9. Corrige los errores en el Informe.
	10. Realiza el evento 4 nuevamente.

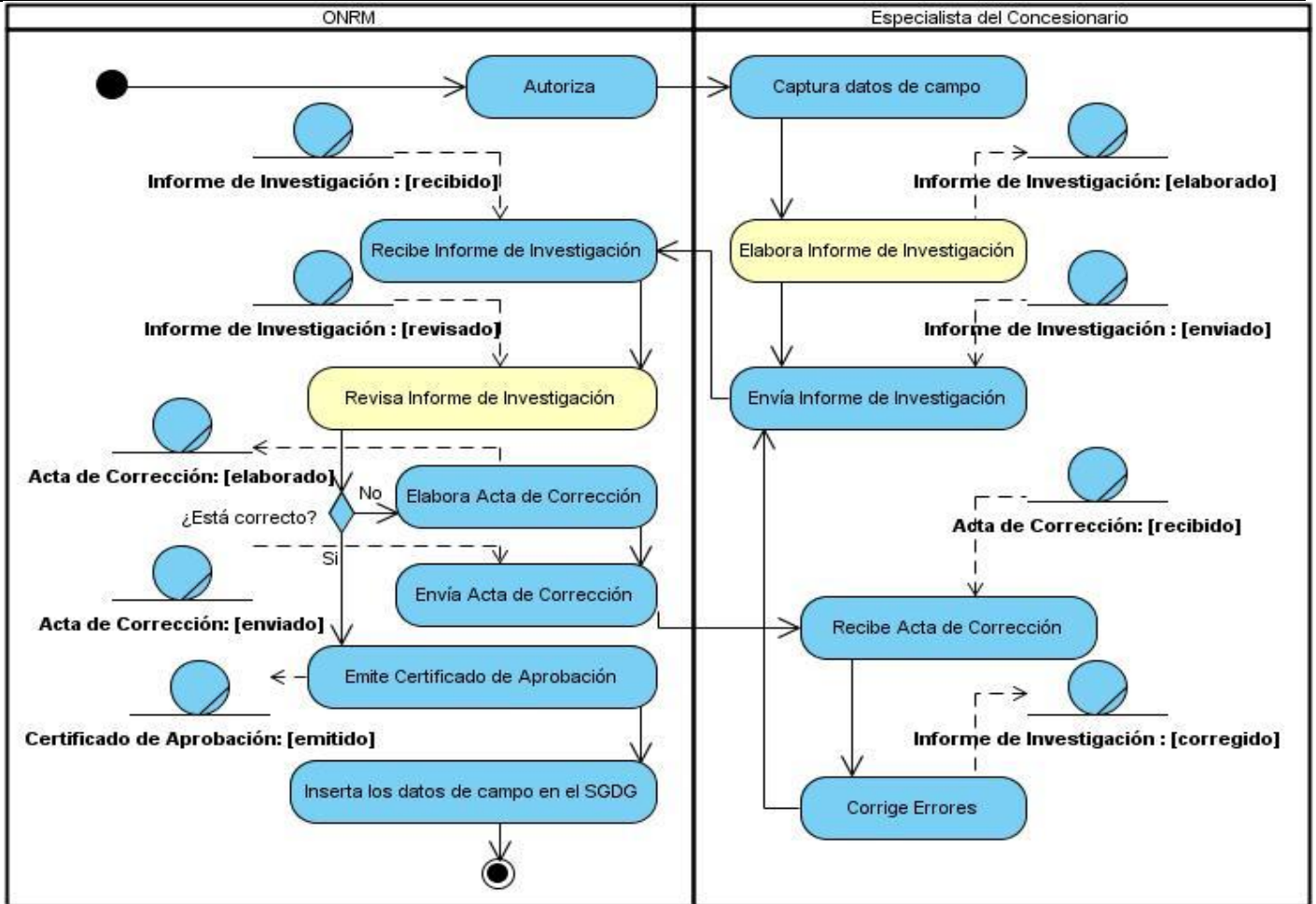


Figura 3.2 Diagrama de actividades del Caso de Uso: Entregar Informe de Investigación (elaboración propia)

Tabla 3.4 Descripción textual del Caso de Uso: Entregar Informe de Investigación (elaboración propia)

Caso de uso	Entregar Informe de Explotación	
Actores	ONRM (Inicia)	
Resumen	El caso de uso comienza cuando la ONRM autoriza al concesionario la ejecución de la explotación de los recursos de un yacimiento. Durante el período en que se realiza la actividad, se recogen los datos de campo y con esta información, conforma anualmente el “Informe de Explotación”, esta información es enviada a la DT de la ONRM con el objetivo de apoyar la conformación del Inventario Anual de las Aguas Minerales. Dicho informe es revisado y en caso de que todo esté correcto se emite un “Certificado de Aprobación” y se introducen los datos en el SGDГ, de lo contrario se envía un “Acta de Corrección” al concesionario para que sea corregido.	
Precondiciones	-----	
CU Asociados	-----	
Flujo Normal de los Eventos		
	Acción del Actor	Respuesta del Negocio
	1. Autoriza al concesionario la realización de la explotación.	2. Captura los datos de campo durante la realización de la actividad.
		3. De forma anual elabora el “Informe de Explotación”.
		4. Envía el Informe a la DT para ser revisado.
	5. Recibe el “Informe de Explotación”.	
	6. Revisa el “Informe de Explotación”.	
	7. Si está correcto emite un “Certificado de Aprobación”.	
	8. Introduce los datos del informe en el SGDГ.	
Flujo Alterno		
	Acción del Actor	Respuesta del Negocio
	7. Si no está correcto envía un “Acta de Corrección”.	8. Recibe el “Acta de Corrección”.
		9. Corrige los errores en el Informe.
		10. Realiza el evento 4 nuevamente.

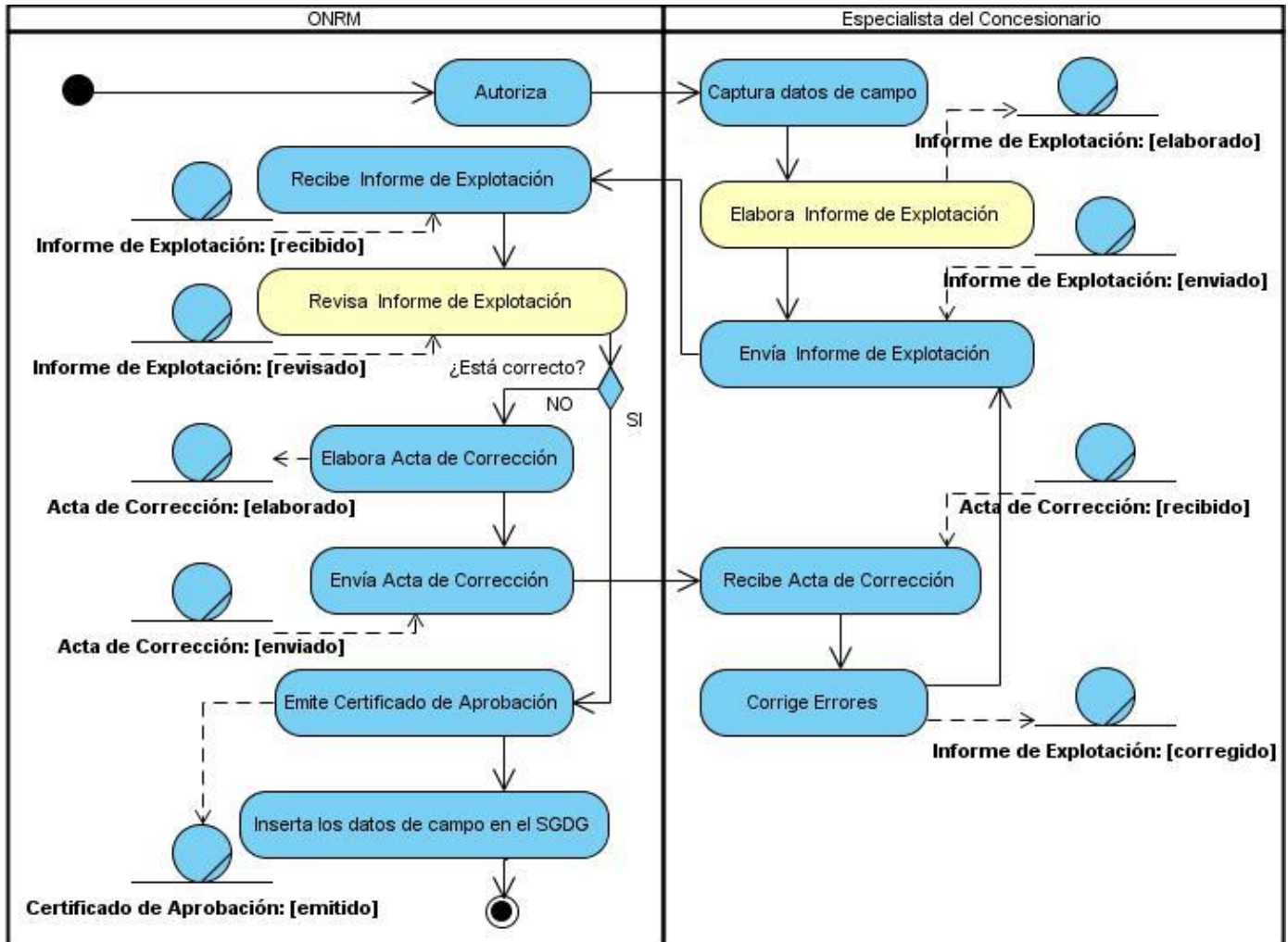


Figura 3.3 Diagrama de actividades del Caso de Uso: Entregar Informe de Explotación (elaboración propia)

3.1.2 Modelo de Objetos del Negocio

El modelo de objetos “describe cómo colaboran los trabajadores y las entidades del negocio dentro del flujo de trabajo del proceso de negocio”. (31) A continuación se define las reglas del negocio identificadas, se describen las entidades involucradas y se presenta el diagrama de clases correspondiente a este modelo.

Reglas del Negocio

“Las reglas de negocio describen políticas que deben cumplirse o condiciones que deben satisfacerse, por lo que regulan algún aspecto del negocio.” (31) Estas deben ser identificadas en el negocio, *“evaluar si son relevantes dentro del campo de acción que se está modelando e implementarlas en la propuesta de solución.”* (31) A continuación se definen las reglas identificadas en el negocio que se analiza.

- Al concluir la investigación de un yacimiento de agua mineral, el concesionario debe entregar a la DT un “Informe de Investigación” que contiene toda la información recogida durante el desarrollo de la actividad.
- Los concesionarios que se encuentran explotando los recursos de un yacimiento de agua mineral, deben conformar y enviar anualmente a la DT, un “Informe de Explotación” por cada recurso según la materia prima.
- Todos los informes enviados por los concesionarios y recibidos por la DT de la ONRM, deben ser revisados y aprobados con la emisión de un “Certificado de Aprobación”, en caso de contener errores se envía un “Acta de Corrección” para que se corrijan los mismos.

Entidades del Negocio

Informe de Investigación: Entidad vinculada al proceso “Investigación de los yacimientos de Agua Mineral”. Constituye el informe que contiene toda la información referente al yacimiento investigado y que es conformado por el concesionario y enviado a la DT de la ONRM, una vez concluida la actividad minera.

Informe de Explotación: Entidad vinculada al proceso “Explotación de los recursos de Agua Mineral”. Constituye un resumen confeccionado por el concesionario, a partir de las estadísticas de explotación recogidas durante el período de un año. Esta información es enviada a la DT de la ONRM, donde es revisada y utilizada en la conformación del Inventario Anual de las Aguas Minerales.

Certificado de Aprobación: Documento que se emite durante el proceso de revisión en caso de que la documentación enviada a la DT esté correcta.

Acta de Corrección: Documento que se emite durante el proceso de revisión en caso de que la documentación enviada a la DT esté incorrecta o incompleta.

Diagrama de clases del Modelo de Objetos



Figura 3.4 Diagrama de clases del Modelo de Objetos (elaboración propia)

3.2 Captura de Requisitos

Una vez lograda la visión general de los procesos involucrados en el negocio, es necesario comenzar a definir qué es lo que debe hacer el sistema a implementar. Precisamente el flujo de trabajo de Captura de Requisitos se encarga de capturar los requisitos funcionales y no funcionales y modelar el sistema propuesto.

3.2.1 Requisitos Funcionales

Con la realización de los casos de uso del negocio, se obtienen las actividades que serán objeto de automatización. Estas actividades no constituyen exactamente los requerimientos funcionales, pero sí son el punto de partida para identificarlos. *“Los requerimientos funcionales son condiciones o capacidades que el sistema debe cumplir.”* (32) A continuación se listan los requerimientos funcionales identificados para el sistema.

RF1. Adicionar Yacimiento	RF10. Ver detalles de Recurso Disponible
RF2. Modificar Yacimiento	RF11. Adicionar Recurso en Explotación
RF3. Eliminar Yacimiento	RF12. Modificar Recurso en Explotación
RF4. Adicionar Fuente de Agua dado un yacimiento existente	RF13. Eliminar Recurso en Explotación
RF5. Modificar Fuente de Agua dado un yacimiento existente	RF14. Ver detalles de Recurso en Explotación
RF6. Eliminar Fuente de Agua dado un yacimiento existente	RF15. Ver detalles de Recurso de Explotación
RF7. Adicionar Recurso Disponible	RF16. Generar archivo XML
RF8. Modificar Recurso Disponible	RF17. Exportar archivo XML
RF9. Eliminar Recurso Disponible	RF18. Importar archivo XML
	RF19. Importar Configuración
	RF20. Generar Reportes

3.2.2 Requisitos No Funcionales

“Los requerimientos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Debe pensarse en estas propiedades como las características que hacen al producto atractivo, usable, rápido o confiable (...)”. (32) A continuación se listan los requerimientos no funcionales que el sistema debe tener.

Requerimientos de usabilidad

- El sistema debe poder ser usado por cualquier persona que tenga conocimientos básicos de computación.
- Debe poseer una interfaz amigable y que muestre de forma clara todas las funcionalidades que brinda la aplicación.

Requerimientos de apariencia o interfaz externa

- El sistema debe tener una apariencia profesional y un diseño gráfico sencillo, composición homogénea de color, estilos y fuentes en toda la interfaz.

Requerimientos de portabilidad y operatividad

- La aplicación debe ser compatible con los Sistemas Operativos: Windows 2000 NT, Windows XP y GNU/Linux.

Requerimientos de software

- Las computadoras que utilizarán el software deben tener instalado:
 - Windows 2000 NT, Windows XP Profesional o GNU/Linux en cualquier distribución.
 - El JRE para poder ejecutar la aplicación, en su versión 1.6.0.14 o superior.

Requerimientos de hardware

- Las computadoras que utilizarán el software deberán tener 256 MB de memoria RAM como mínimo, para lograr que el JRE trabaje de forma correcta.

3.2.3 Descripción del Sistema Propuesto

El sistema propuesto como solución al problema planteado en esta investigación, consiste en una herramienta de escritorio que permitirá agilizar la captura de los datos de campo del agua mineral en el módulo correspondiente del SGD. La aplicación será utilizada por los diferentes concesionarios y la DT de la ONRM.

En el caso de los concesionarios el sistema será utilizado durante el desarrollo de sus actividades en los yacimientos de agua mineral para apoyar el proceso de entrega de información a la ONRM. Específicamente el especialista del concesionario encargado de elaborar la documentación técnica a entregar, será quien trabaje directamente con dicha herramienta. La aplicación permitirá insertar los datos de campo correspondientes a las distintas actividades mineras que se realizan para el agua mineral y a partir de esta entrada generar un fichero contenedor de la información que podrá ser capturado por el

módulo Inventario de Aguas Minerales del SGD. De esta forma, se garantiza que la captura de los datos por el SGD se realice con mayor agilidad.

En el caso de la DT, la misma utilizará la herramienta para cargar el fichero enviado por el concesionario y poder llevar a cabo su revisión. Esta labor será realizada por uno de los especialistas de la DT encargado de la revisión de la información que llega al departamento. Una vez comprobada la información del fichero, el mismo podrá ser capturado por el módulo del SGD.

Descripción de los Actores del Sistema

Los actores del sistema *“pueden representar el rol que juega una o varias personas, un equipo o un sistema automatizado”* (32), es decir, caracterizan las interacciones que los usuarios exteriores pueden tener con el sistema. A continuación se muestra la descripción de los actores identificados, los cuales tienen una interacción directa con el sistema a implementar.

Tabla 3.5 Descripción de Actores del Sistema (elaboración propia)

Actor	Descripción
Especialista del concesionario	Persona encargada de entrar en el sistema los diferentes datos de campo del agua mineral para la conformación de los diferentes informes y ficheros contenedores de la información a enviar a la DT de la ONRM.
Usuario	Puede ser el especialista del concesionario o el especialista de la DT encargado de cargar el fichero contenedor de la información enviada por el concesionario, en la aplicación para realizar la revisión de la misma.

Diagrama de Casos de Uso del Sistema

Los casos de uso del sistema *“son artefactos narrativos que describen, bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario”* (32). La representación gráfica de las interacciones entre casos de uso y actores del sistema se define como “Diagrama de Casos de Uso del Sistema”, a continuación se muestra el diagrama modelado para el sistema que se propone implementar.

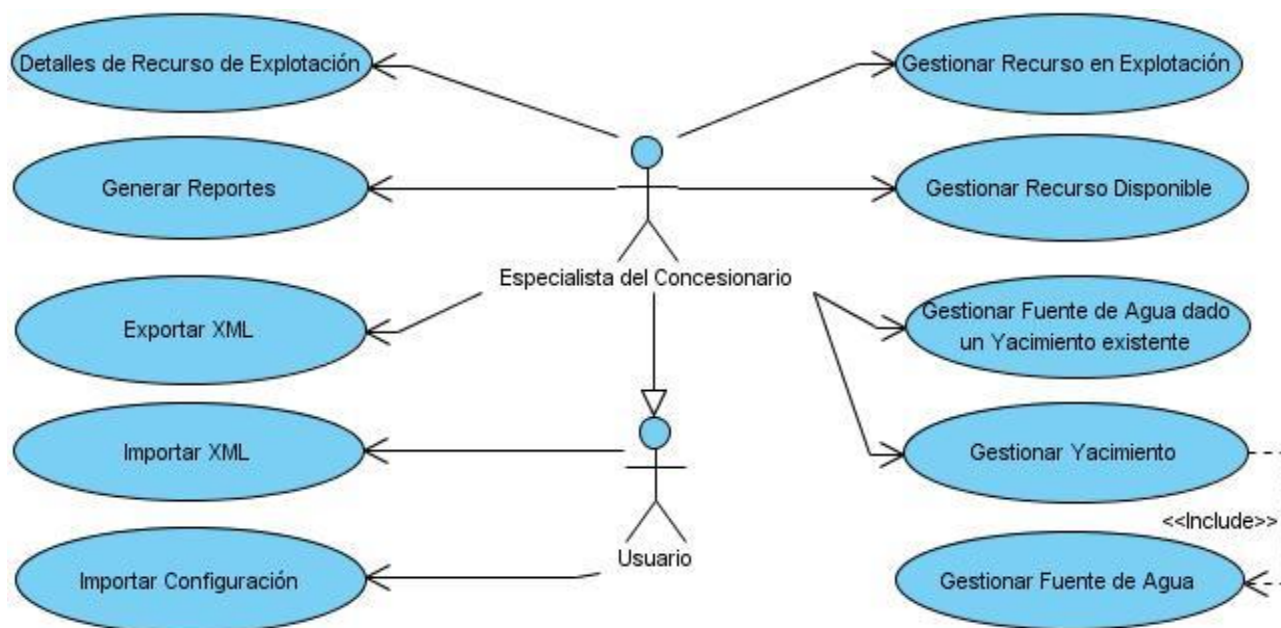



Figura 3.5 Diagrama de Casos de Uso del Sistema (elaboración propia)

Descripción de los Casos de Uso del Sistema

Para lograr una mejor comprensión de la funcionalidad de cada caso de uso del sistema, se realiza la descripción textual de los mismos. A continuación se presenta la descripción textual para el caso de uso: Generar Reportes, las descripciones correspondientes a los restantes casos de uso, podrán ser consultadas en el anexo 2 (en la versión digital).

Tabla 3.6 Descripción del Caso de Uso del Sistema: Generar Reportes (elaboración propia)

Caso de Uso	Generar Reportes
Actores	Especialista del concesionario
Resumen	El CU comienza cuando el especialista selecciona la opción que le permite generar un informe. El sistema muestra una ventana para que el usuario especifique el tipo de informe, a partir de la información dada por el usuario el sistema genera el informe correspondiente.
Precondiciones	Se debe haber cargado previamente la configuración del sistema.
Referencias	RF20
CU Asociados	-----

Prioridad	Opcional	
Flujo Normal de los Eventos		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
1. El especialista selecciona en el menú Archivo o en el de herramientas, la funcionalidad “Generar Reporte”.	2. El sistema muestra una ventana (de título “Generar Reporte”) para que el especialista indique el tipo de informe que desea generar y la concesión a la que pertenece. En la parte inferior de la ventana se muestran dos botones: “Generar” para realizar la operación y “Cancelar” para cancelarla.	
3. El especialista selecciona el tipo de informe.	4. El sistema actualiza la lista de concesiones con la(s) correspondiente(s) al tipo de informe seleccionado.	
5. El especialista selecciona la concesión y acciona el botón “Generar”.	6. El sistema busca la información necesaria en la base de datos y genera el reporte.	
	7. Muestra el informe generado, el mismo incluye las funcionalidades de guardar e imprimir.	
		
Flujo Alternativo		
Acción del Actor	Respuesta del Sistema	
3. El especialista acciona el botón “Generar”.	4. El sistema marca el campo concesión con un borde rojo indicando que hay datos	

incompletos. Al mover el cursor sobre el campo se muestra un mensaje especificando el tipo de error (“Debe seleccionar un elemento”).



3. Acciona el botón “Cancelar”.

4. Se cierra la ventana cancelando la operación.

Conclusiones

En este capítulo se desarrollaron los dos primeros flujos de trabajo propuestos por RUP como metodología de software utilizada para guiar la implementación de la herramienta. A través del Modelado del Negocio se logró un entendimiento profundo de los principales procesos identificados, definiendo las responsabilidades de las personas involucradas en la realización de las distintas actividades. Como parte del flujo Captura de Requisitos se definieron los requisitos funcionales y no funcionales que exige la aplicación y se realizó el modelado del sistema junto a la descripción de los casos de uso del sistema y la presentación del prototipo de interfaz correspondiente.

La realización de estos flujos de trabajo permitió obtener una vista externa del sistema, que describe lo que el cliente espera obtener a través de casos de uso. Una vez cumplido este objetivo, es posible adentrarse en la construcción del sistema propuesto.

CAPÍTULO 4 | Construcción de la Solución Propuesta

La construcción de un sistema se basa en una vista interna del mismo descrita con el lenguaje de los desarrolladores. Para apoyar este proceso es necesario tener en cuenta los diferentes artefactos generados en los flujos de trabajos anteriores, los cuales proporcionan la información inicial y básica para comenzar la construcción del sistema.

El presente capítulo tiene como objetivo llevar a cabo la construcción de la aplicación propuesta, mediante la realización de los flujos de trabajo Análisis y Diseño, Implementación y Prueba. De esta forma, se define el diseño de la estructura interna de la aplicación, se ejecuta su implementación y se realiza el diseño de los casos de prueba que permiten comprobar la veracidad del software.

4.1 Análisis y Diseño

El flujo de trabajo Análisis y Diseño tiene como objetivo comprender perfectamente los requisitos del software y transformarlos a un diseño que indique como debe ser implementado. A través del Análisis se obtiene una visión de lo que hace el sistema, posteriormente en el Diseño se hace un refinamiento del Análisis que tiene en cuenta los requisitos no funcionales y que define cómo cumple el sistema sus objetivos. Cuando los procesos son sencillos (teniendo en cuenta el número de transacciones en cada caso de uso), como es el caso de los procesos en cuestión y se tiene una visión clara del diseño, se puede pasar del Modelo del Sistema directamente al Diseño, sin necesidad de realizar el Análisis previo. De esta forma, se realiza a continuación la parte de este flujo que hace referencia al Diseño, el cual debe ser suficiente para que el sistema pueda ser implementado sin ambigüedades.

Como parte de la realización del Diseño, se generan una serie de artefactos entre los que se encuentran el Modelo de Diseño, el Modelo de Datos y el Modelo de Despliegue. Seguidamente se presenta cada uno de estos modelos correspondientes al sistema que se diseña y se definen además los principios de diseño de la interfaz de la aplicación.

4.1.1 Modelo de Diseño

A través del Modelo de Diseño se realiza la modelación del sistema garantizando que se soporten los requisitos funcionales y no funcionales definidos como parte del flujo Captura de Requisitos. Para su conformación se identifican los distintos elementos de diseño entre los que se encuentran: los paquetes, subsistemas de diseño y las clases de diseño. En la figura 4.1 se presenta la organización de las clases del sistema distribuidas en paquetes. El sistema a construir posee un diseño basado en la arquitectura Modelo-Vista-Controlador, de forma que se puede observar una clara interacción entre cada uno de los tres componentes (modelo, vista, controlador). A continuación se describe el contenido de cada uno de los paquetes definidos.

Swing: Los componentes de interfaz que constituyen la vista.

Control: Las clases controladoras encargadas de la lógica del negocio.

Modelo: Las clases del modelo encargadas de las operaciones sobre la base de datos.

XML: Las clases que permiten la realización de las funcionalidades del XML.

Reportes: Clases que permiten la generación de reportes.

Conexion: Clase encargada de la conexión a la base de datos.

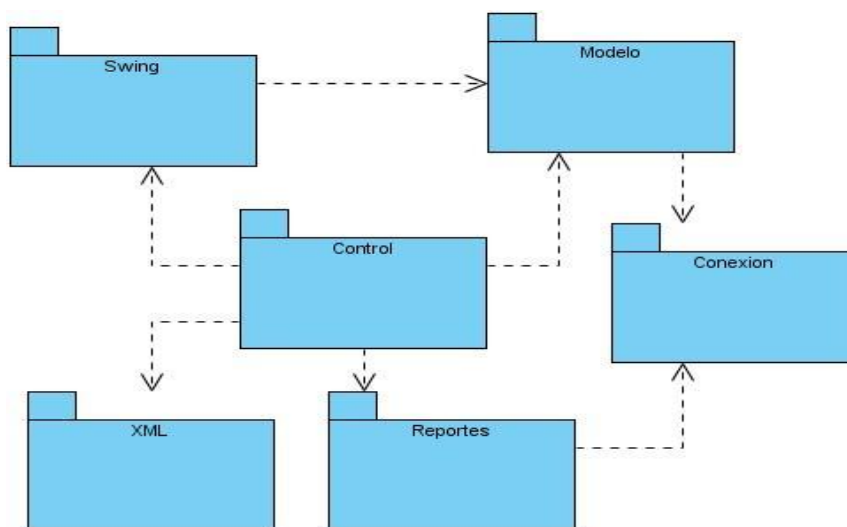


Figura 4.1 Diagrama de paquetes del Diseño (elaboración propia)

Durante el modelado del sistema se tuvieron en cuenta algunos patrones. Estos pueden definirse como un conjunto de prácticas de diseño utilizadas para abordar problemas frecuentes en la programación orientada a objetos, es decir, soluciones simples y elegantes a problemas comunes y específicos del diseño orientado a objetos. Seguidamente se definen los patrones utilizados en el diseño del sistema y se explican cómo fueron implementados en cada caso.

Instancia Única (Singleton): Garantiza que la aplicación sólo pueda crear una instancia para una clase dada con un mecanismo de acceso global a dicha instancia. De esta forma, los intentos posteriores de crear nuevos objetos devolverán siempre la instancia original. Este patrón fue aplicado en la clase ConexiónBD, la cual tiene un constructor privado que garantiza que nadie, salvo ella misma, pueda instanciarla. El atributo estático privado connectString inicialmente nulo, guardará la instancia única de la clase y el método estático público getConnectionBD() será el encargado de crear dicha instancia la primera vez que es llamado y la guarda en el atributo estático. Luego, cada vez que sea llamado el método devolverá dicho atributo. De esta forma, se garantiza la persistencia de la conexión a la base de datos. En la figura 4.2 se muestra la estructura de la clase ConexionBD aplicando el patrón Singleton.

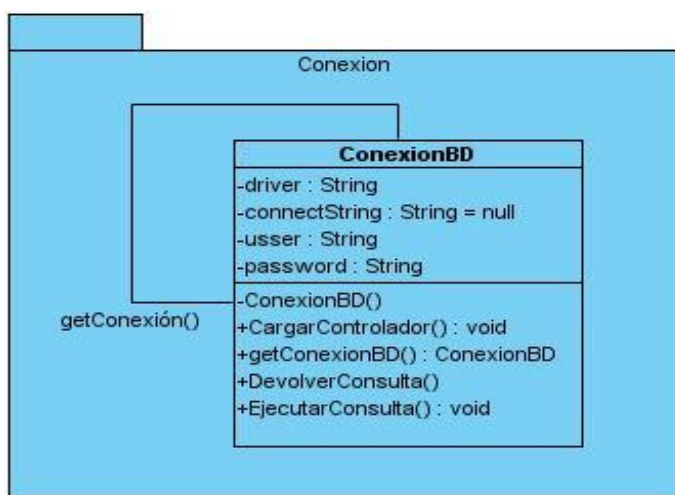


Figura 4.2 Paquete Conexión (elaboración propia)

Data Mapper: Este patrón propone la creación de dos clases por cada tabla de la base de datos, la clase encargada de realizar las operaciones específicas por tabla sobre la base de datos y una clase que contiene los atributos de las tablas y las operaciones de acceso a esos atributos [Gets() y Sets()]. Se definió además una clase Mapper que contiene las funcionalidades básicas del acceso a datos, y de la

cual heredan las restantes mappers. En la figura 4.3 se representa un paquete genérico “Modelo” con la dependencia de las clases definidas según el patrón.

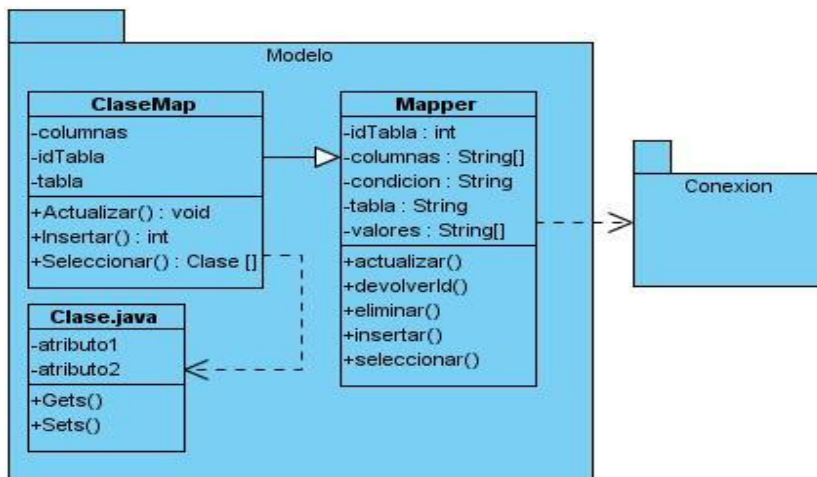


Figura 4.3 Paquete Genérico Modelo (elaboración propia)

Diagramas de Clases del Diseño

Un diagrama de clases del diseño constituye un plano formal de la implementación, el mismo está formado por las clases del diseño y sus relaciones. El diagrama de clases del diseño que se presenta en la figura 4.4 corresponde al caso de uso Generar Reportes. Los diagramas correspondientes a los restantes casos de usos podrán ser consultados en el anexo 3 (en la versión digital).

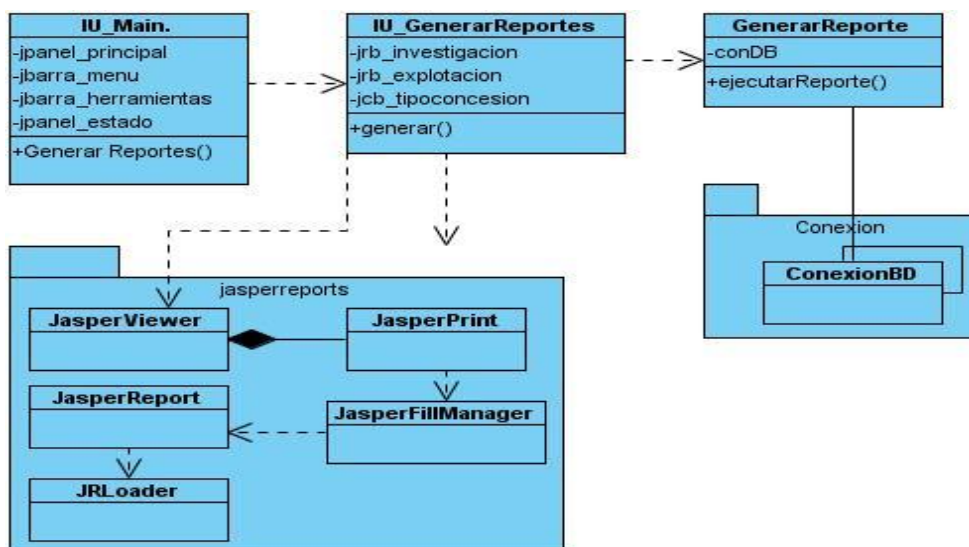


Figura 4.4 Diagrama de Clases del Diseño de Generar Reportes (elaboración propia)

4.1.2 Modelo de Datos

La base de datos (BD-Inventario de Agua) a utilizar en la implementación del software propuesto, constituye una porción de la utilizada por el SGD G (BD-SGD G). La BD-SGD G utiliza Postgres como SGBD y está organizada en 12 esquemas de los cuales 9 se corresponden con los diferentes módulos que conforman el SGD G; los restantes se encargan de almacenar información general utilizada por dichos módulos. La BD-Inventario de Agua se conformará teniendo en cuenta los requerimientos específicos que demanda el software, por lo que se toman las tablas necesarias de los esquemas con los que guarda relación. De esta forma, la BD-Inventario de Agua se conforma por 13 tablas correspondientes a cuatro de los esquemas de la BD-SGD G, dichas tablas se relacionan a continuación:

Tabla 4.1 Tablas pertenecientes a la BD-Inventario de Agua (elaboración propia)

Esquema	Tablas
balancea	tyacimientoagua, tfuenteagua, trecursodisponible, trecursodeexplot, trecursoenexplot, tparametrocomunes, tmicroelemto, tmacroelemento, tmicrobiologico
comun	tprovincia, tminicipio
nomencladores	telemento
concesionariom	tconcesion

La BD-Inventario de Agua utilizará HSQLDB como SGBD, aprovechando del mismo el modo incrustado o embebido que proporciona. De esta forma, la BD quedará estructurada en un fichero que será accedido por la aplicación para realizar las diferentes operaciones sobre esta. Para generar dicho *script* se utilizan algunas de las funcionalidades que brinda la herramienta CASE Visual Paradigm; estableciendo una conexión a la BD-SGD G y generando a partir de la selección de las tablas implicadas un diagrama que representa el modelo físico de la BD. A partir de este diagrama se genera el *script* SQL especificando el SGBD a utilizar, en este caso HSQLDB.

Modelo Físico

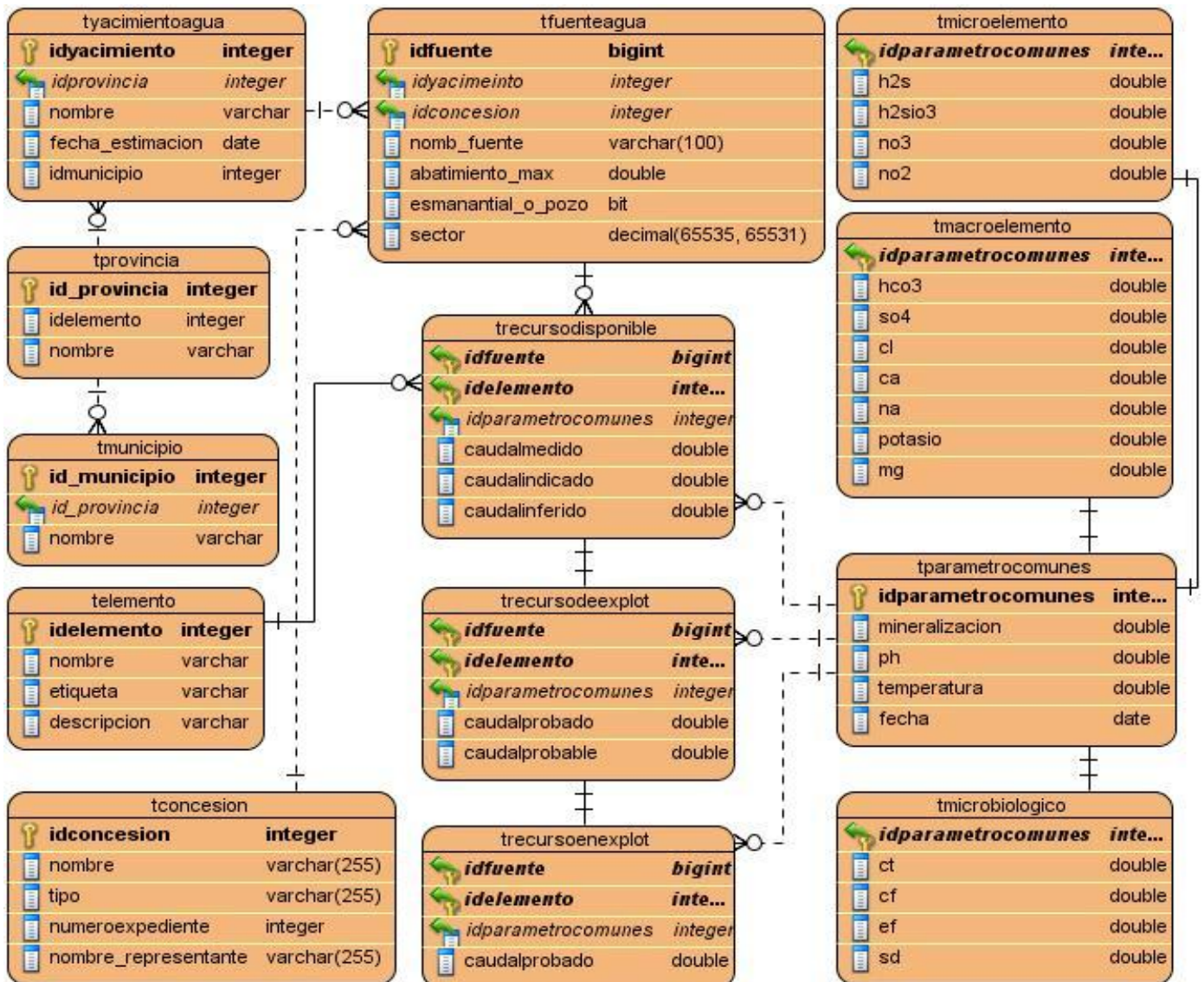


Figura 4.4 Modelo Físico de la BD-Inventario de Agua (elaboración propia)

Diagrama de Clases Persistentes

El diagrama de clases persistentes muestra la estructura lógica de la base de datos mediante clases, traduciendo sus atributos a columnas de las tablas. Para su conformación se parte de la identificación de las clases persistentes, en este caso fue generado en Visual Paradigm a partir del modelo físico.

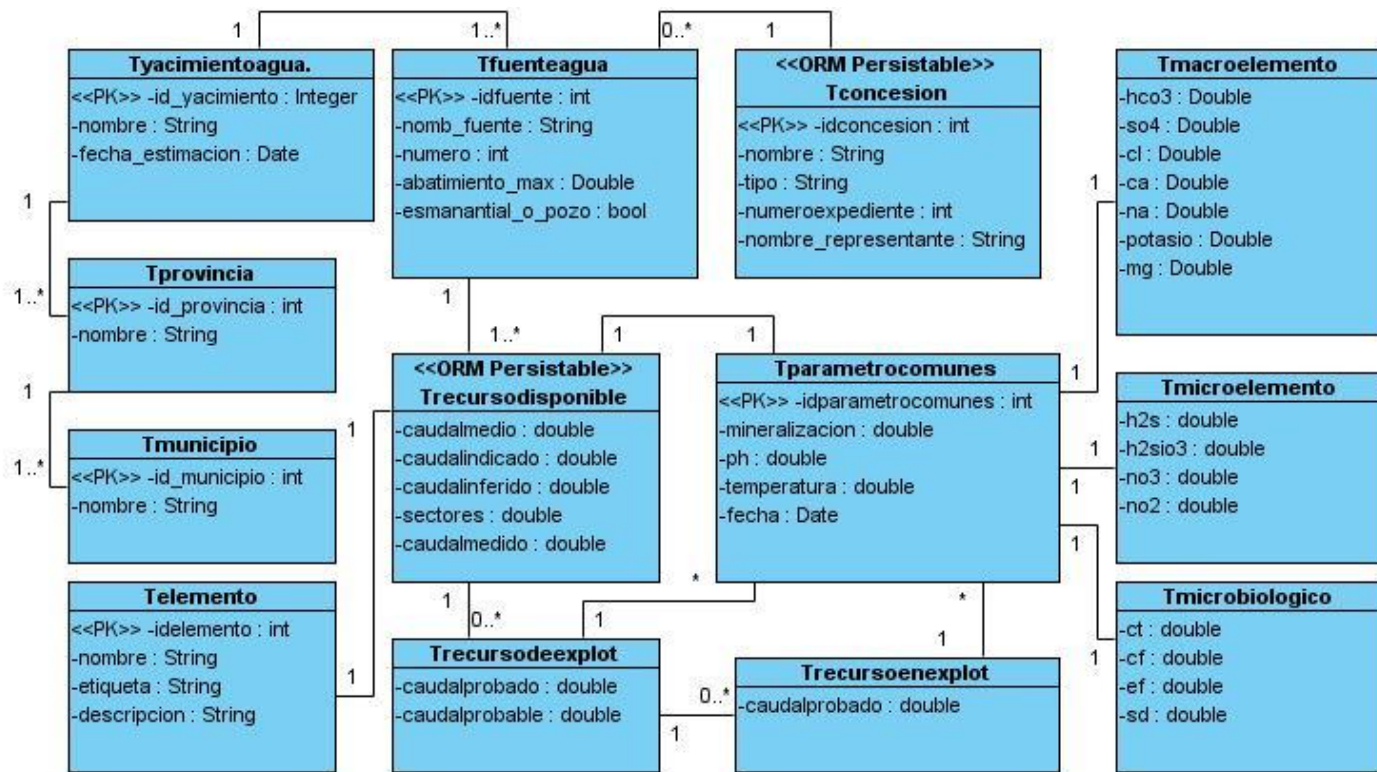


Figura 4.5 Diagrama de Clases Persistentes (elaboración propia)

4.1.3 Modelo de Despliegue

El propósito del Modelo de Despliegue es capturar la configuración de los elementos de procesamiento y las conexiones entre estos elementos en el sistema. Permite visualizar la distribución física de los componentes de software que conforman el sistema, representados a través de nodos, dispositivos y conectores entre estos. A continuación se muestra la especificación de los nodos y dispositivos involucrados en el modelo realizado para la aplicación a implementar y la representación del Modelo de Despliegue.

<nodo> PC: Computadora donde será instalada la aplicación.

<dispositivo> Impresora: Dispositivo utilizado para la impresión de los diferentes informes.

El sistema a implementar se instalará en una computadora que será utilizada por el especialista encargado de realizar los diferentes reportes. Dicha computadora deberá tener conexión con una impresora para llevar a cabo la impresión de los distintos informes.

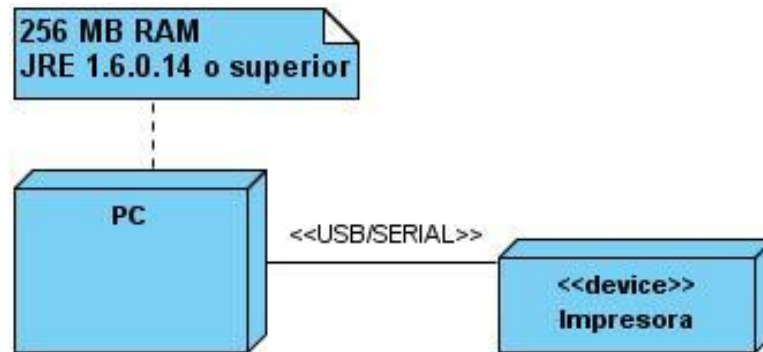


Figura 4.6 Diagrama de Despliegue (elaboración propia)

4.1.4 Principios de Diseño de Interfaz

La definición de los principios de diseño es una actividad fundamental en el diseño e implementación de un software. Dichos principios van dirigidos a lograr una interfaz atractiva pero a la vez funcional y clara para el usuario. Se deben tener en cuenta además los factores humanos, pues dependiendo del agrado de aceptación que tengan los usuarios por las interfaces, depende, en cierto sentido el éxito del sistema. A continuación se definen los principios de diseño a tener en cuenta en la construcción de la herramienta propuesta.

- Mostrar al usuario toda la información y herramientas necesarias para cada etapa en su trabajo.
- Brindar una interfaz sencilla, de manera tal que cualquier persona con un mínimo dominio de la computación pueda trabajar con la aplicación.
- Garantizar la legibilidad de manera que exista contraste de los colores de los textos con el fondo y el tamaño de la fuente sea lo suficientemente adecuado a la vista del usuario.
- Mostrar al usuario, siempre que vaya a realizar una acción relevante sobre el sistema, un mensaje de confirmación que le permita asegurarse que es correcta la opción seleccionada.

- Los mensajes mostrados al usuario deben ser concisos y de fácil comprensión.
- Menús y etiquetas de botones deben comenzar con la palabra más importante.
- Los eventos más importantes del sistema deben ser mostrados en una barra de estado.

4.1.5 Estándares de la Interfaz de la Aplicación

La interfaz de una aplicación, más allá del diseño de ventanas, menús, diálogos, gráficos, colores, etc., tiene como principal objetivo facilitar la interacción entre el usuario y la aplicación. Una correcta distribución del contenido en la interfaz, facilita la manipulación y acceso a sus diferentes funcionalidades por el usuario. Con el objetivo de garantizar un mejor diseño y una adecuada usabilidad, se definen una serie de estándares que deben ser aplicados en el diseño de la interfaz. Teniendo en cuenta que la herramienta que se desarrolla es una aplicación de escritorio y que los usuarios finales tienen conocimientos básicos de computación, la interfaz de la misma debe cumplir con los estándares que se listan a continuación:

Barra de Título

- El título a la izquierda y los botones minimizar, maximizar y cerrar, ubicados del lado derecho.
- No debe usarse colores degradados u otros que interrumpan la visibilidad de los elementos anteriores.

Barra de Menú

- Los menús en esta barra se ordenan según la importancia de las funcionalidades que brindan.
- El primer menú es "Archivo" y en él la última opción es "Salir".
- Tiene un menú Ayuda con dos elementos: "Temas de ayuda" y un cuadro de diálogo "Acerca de".
- Incluye atajos para los elementos del menú más frecuentemente usados.
- Para no cargar con demasiados elementos el menú, se usan submenús o líneas divisorias para lograr un acceso rápido.

Barra de Herramientas

- Se usarán iconos de tamaño medio con etiquetas que brindan una mejor comprensión a los usuarios.
- Gráficos simples y fáciles de entender.

Barra de Estado

- Se muestra el estado actual de las acciones que realiza el usuario.

Punteros del Ratón

- Se usan los punteros estándares del sistema operativo en el cual se esté ejecutando la aplicación.

4.1.6 Concepción General de la Ayuda

El software a implementar contará con una ayuda general para facilitar la manipulación de la herramienta por parte de los usuarios finales. La misma se encontrará situada en el menú principal para lograr una localización rápida, la estructura que se propone para organizar su contenido es la siguiente:

- Temas de Ayuda

Estructura de la aplicación: Se describe la estructura de la aplicación.

Funcionalidades: Se explica de forma detallada cada una de las funcionalidades que brinda el sistema, a través del menú principal de la aplicación.

Respuestas a Preguntas Frecuentes (FAQ):

- Acerca de

Se describen las características generales del software, atendiendo a: versión, desarrolladores, datos de contacto, año.

4.2 Implementación

El modelo de diseño representa la primera entrada para llevar a cabo la implementación. “El flujo de trabajo de Implementación describe cómo los elementos del Modelo del Diseño se implementan en términos de componentes y cómo estos se organizan de acuerdo a los nodos específicos en el modelo de despliegue”. (33) Dichos componentes constituyen la parte desplegable y reemplazable del sistema que encapsula la implementación; estos pueden ser un fichero de código fuente, scripts, ficheros de código binario, ejecutables etc.

4.2.1 Diagramas de Componentes

La organización y dependencia entre los componentes se representa a través del diagrama de componentes. En el caso del sistema que se implementa la dependencia entre los componentes fue modelada por casos de uso al igual que los diagramas de clases del diseño, de forma que se evidencia una trazabilidad directa entre ambos modelos. La figura 4.7 representa el diagrama de componentes para el caso de uso “Generar Reportes”; para lograr una mejor organización y entendimiento, se utilizaron paquetes para agrupar los componentes de conexión y las librerías utilizadas. Los diagramas correspondientes a los demás casos de uso podrán ser consultados en el anexo 4 (en la versión digital).

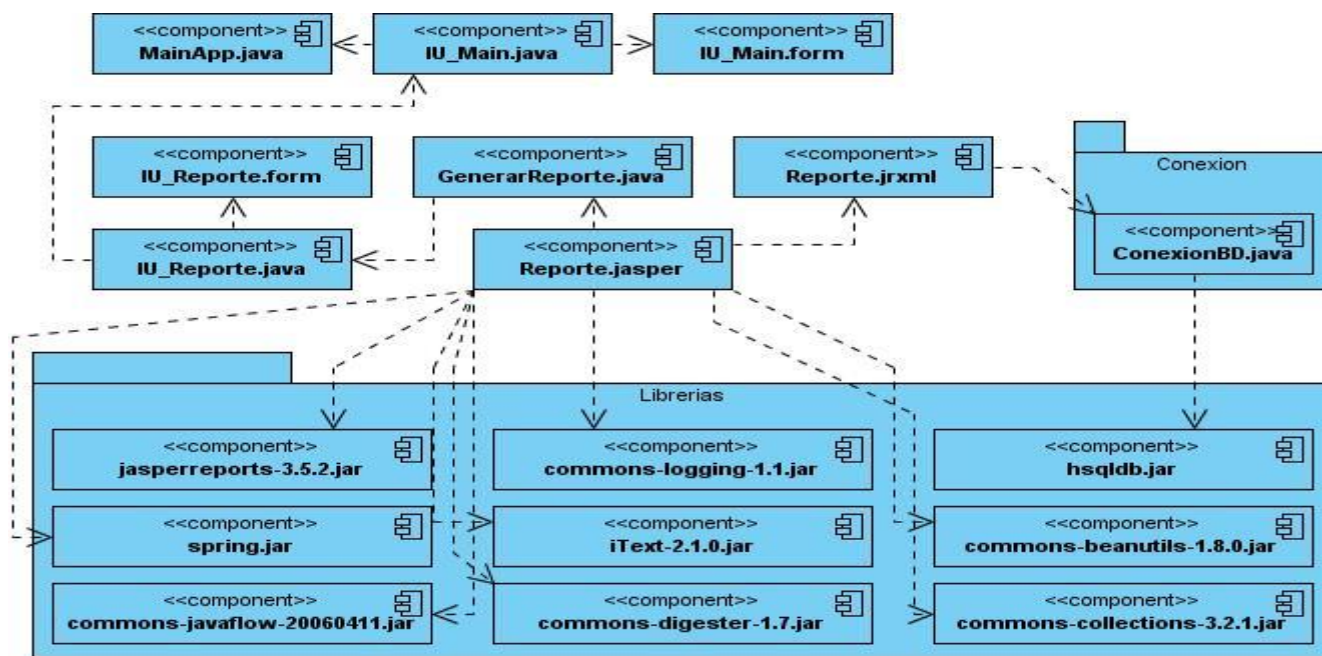


Figura 4.7 Diagrama de Componentes CU Generar Reportes (elaboración propia)

4.2.2 Modelo de Implementación

El modelo de implementación integra los diagramas de componentes y despliegue describiendo la organización y dependencia entre los nodos físicos en los que funcionará la aplicación. El sistema que se implementa será instalado en una única PC, donde se encontrará los ficheros de la base de datos, las librerías utilizadas, y el resto de las clases que conforman el sistema se encuentran contenidas en el componente “Inventario de Agua-SGDG.jar”. Este componente tiene una dependencia directa con los componentes de los paquetes “Modelo” y “Librerías”.

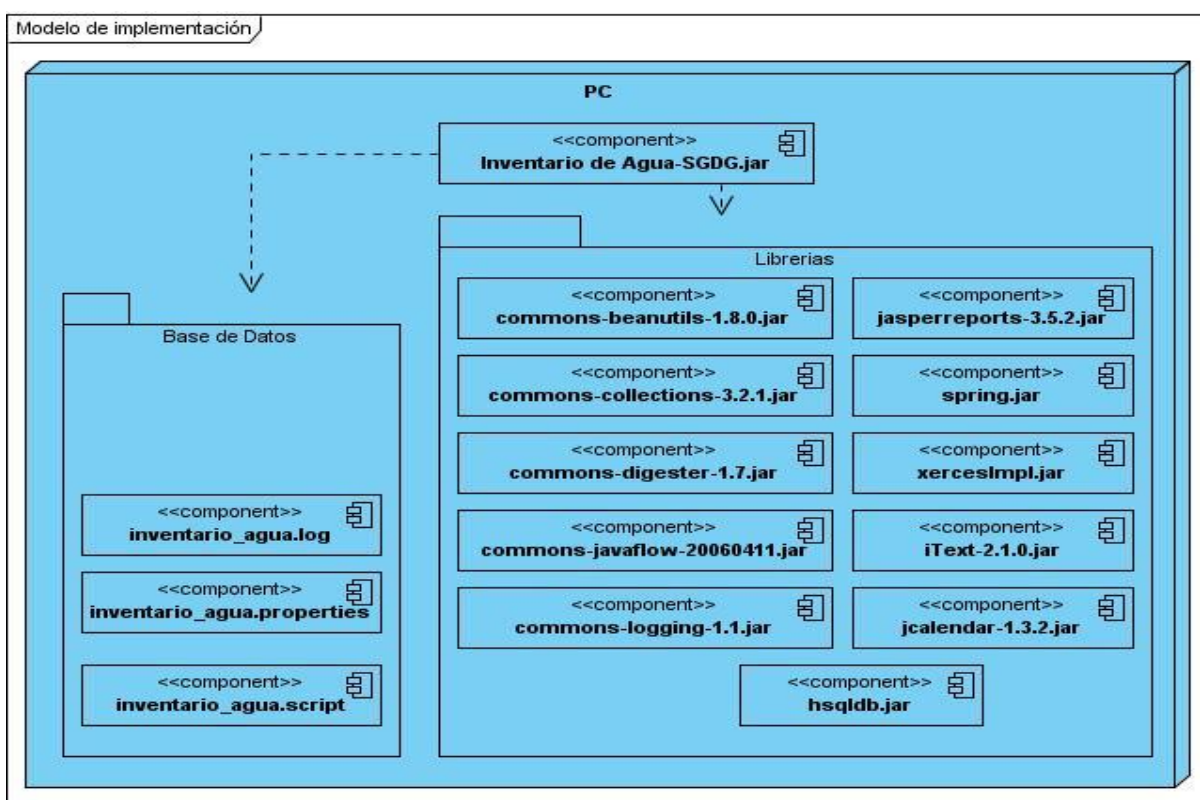


Figura 4.8 Modelo de Implementación (elaboración propia)

4.3 Prueba

El objetivo principal del flujo de trabajo de Prueba, es probar que el software implementado satisface los requerimientos y se encuentra libre de errores, para llevar a cabo el despliegue del mismo en el entorno del usuario. Para realizar las pruebas a un software, primeramente se diseñan los casos de prueba que definen el comportamiento válido del sistema; en la realización de esta actividad se utilizan métodos y

técnicas que guían el proceso de prueba. En el diseño de los casos de prueba del sistema implementado se utiliza el método de prueba de caja negra y la técnica de la partición de equivalencia.

4.3.1 Prueba de Caja Negra

La prueba de caja negra es una técnica sencilla y muy usada en las pruebas de sistema, que se centra en la interfaz de la aplicación y el cumplimiento de sus funcionalidades operativas. Este método comprueba que las entradas sean aceptadas adecuadamente y que se obtenga un resultado válido. Por otra parte, la técnica de la partición de equivalencia divide el campo de entrada en diferentes clases de datos para ejercitar determinadas funciones del software que se prueba.

Seguidamente se presenta el diseño de los casos de prueba para el CU Generar Reportes, en la figura 4.11 se presenta la interfaz del mismo. Los casos de prueba correspondientes a los demás CU podrán ser consultados en el anexo 5 (en la versión digital).



Figura 4.9 Interfaz CU Generar Reportes

CU Generar Reportes

1. Descripción General

El CU comienza cuando el especialista selecciona la opción que le permite generar un informe. El sistema muestra una ventana para que el usuario especifique el tipo de informe, a partir de la información dada por el usuario el sistema genera el informe correspondiente.

2. Condiciones de Ejecución

Se debe haber cargado previamente la configuración del sistema.

3. Secciones a probar en el Caso de Uso

Tabla 4.2 Secciones a probar en el CU Generar Reportes (elaboración propia)

Nombre de la Sección	Escenarios de la Sección	Descripción de la Funcionalidad
SC1: Generar Reporte	EC 1.1: Mostrar ventana "Generar Reporte".	Al acceder a la funcionalidad "Generar Reportes" por el menú Archivo o la barra de herramientas, se debe mostrar una ventana "Generar Reporte". En esta ventana se muestran los campos para seleccionar el tipo de actividad que se realiza y la concesión. Además, se muestra un botón "Generar" para ejecutar la operación y un botón "Cancelar" para cancelar la misma.
	EC 1.2: Ejecutar la funcionalidad.	Una vez completada toda la información requerida, se acciona el botón "Generar" y el sistema procede a generar el informe correspondiente, mostrándolo al usuario.
	EC 1.3: Cancelar la operación.	Al accionar el botón "Cancelar" la ventana se debe cerrar cancelando la operación.
	EC 1.4: Datos incorrectos.	Al accionar el botón "Generar", si se deja de seleccionar la concesión, el sistema señala el campo incorrecto con borde rojo. Al pasar el cursor por el campo señalado se mostrara un mensaje especificando el error ("Debe seleccionar un elemento").
	EC 1.5: Actualizar concesión.	Al seleccionar el tipo de reporte (investigación o explotación) el campo concesión se debe actualizar con las concesiones correspondientes al tipo de actividad seleccionada.

4. Descripción de variables

Tabla 4.3 Descripción de Variable CU Generar Reportes (elaboración propia)

No	Nombre del Campo	Clasificación	Puede ser Nulo	Descripción
1	Concesión	Lista desplegable	NO	Muestra la lista de nombres de las concesiones de la actividad indicada previamente.
2	Investigación	Campo de selección	SI	Campo para seleccionar el tipo de reporte.
3	Explotación	Campo de selección	SI	Campo para seleccionar el tipo de reporte.

5. Matriz de Datos

SC1: Generar Reporte

Tabla 4.4 Matriz de Datos CU Generar Reportes (elaboración propia)

Escenario	Concesión	Investigación	Explotación	Respuesta del Sistema	Resultado de la Prueba	Flujo Central
EC 1.1: Mostrar ventana "Generar Reporte".	NA	NA	NA	Al acceder a la funcionalidad "Generar Reportes", se muestra la ventana "Generar Reporte" con todos los campos requeridos.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventana Principal ▪ Menú Archivo ▪ Generar Reportes
EC1.2: Ejecutar la funcionalidad.	V	V	NA	Una vez completados los datos y accionado el botón "Generar" el sistema no procede a ejecutar la funcionalidad.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventana Principal ▪ Menú Archivo ▪ Generar Reportes
	V	NA	V			
EC1.3: Cancelar la operación.	NA	NA	NA	Al accionar el botón "Cancelar" el sistema cierra la ventana "Generar Reporte" cancelando la operación.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventana Principal ▪ Menú Archivo ▪ Generar Reportes

EC 1.4: Datos incorrectos.	V	NA	V	Al accionar el botón “Generar”, el sistema señala el campo con borde rojo y al pasar el cursor por el campo señalado se mostrara un mensaje especificando el error.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventana Principal ▪ Menú Archivo ▪ Generar Reportes
		V	NA			
	I	V	NA			
		NA	V			
EC 1.5: Actualizar concesión.	V	V	NA	Al seleccionar el tipo de reporte (investigación o explotación) el campo concesión se actualiza siempre con las concesiones de investigación.		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ventana Principal ▪ Menú Archivo ▪ Generar Reportes
		NA	V			
	V	NA	V			
		V	NA			

Conclusiones

A partir de la realización de los flujos de trabajo que comprende este capítulo, se completó la modelación del sistema, haciendo posible su construcción final y la realización de los casos de prueba pertinentes que comprobaran su validez. Se generaron algunos de los artefactos correspondientes a cada flujo, los cuales además de apoyar el proceso de construcción actual, podrán ser consultados para la realización de futuras versiones del sistema.

CONCLUSIONES

Luego de concluido todo el proceso de construcción de la herramienta para agilizar la captura de datos de campo, como objetivo principal de esta investigación, se arriban a las siguientes conclusiones:

- El análisis de las características actuales del proceso de entrega de información a la ONRM por los concesionarios para la conformación del Inventario Anual de las Aguas Minerales, permitió identificar las limitaciones principales del SGDГ en relación con este proceso. A partir de este análisis se definió que la implementación de un sistema para agilizar la captura de los datos de campo en el módulo correspondiente del SGDГ, constituiría una solución viable para mitigar dichas limitaciones.
- Las tecnologías y herramientas utilizadas en el proceso de construcción del sistema contribuyeron con el éxito de la implementación y tributaron a los principios de independencia tecnológica que la Universidad ha defendido desde sus inicios.
- La herramienta desarrollada como cumplimiento del objetivo de la investigación:
 - Garantiza que el proceso de captura de los datos de campo por el módulo Inventario de Aguas Minerales se realice con mayor agilidad.
 - Permite gestionar los diferentes elementos que intervienen en la captura de los datos de campo de los recursos de agua mineral, facilitando el trabajo para los concesionarios.
 - Permite exportar la información capturada en formato digital, lo que disminuye la posibilidad de que se introduzcan errores durante la confección de los reportes a entregar a la ONRM, y agiliza la captura de los mismos por el módulo del SGDГ.
 - Garantiza la confección en tiempo y forma del Inventario Anual de Aguas Minerales, contribuyendo a ejercer un control estricto sobre los recursos de agua mineral.
 - Beneficia la realización del trabajo, tanto de los concesionarios como para la ONRM.
 - Proporciona una mejora considerable en la calidad y eficiencia de los procesos que automatiza.

RECOMENDACIONES

Partiendo de la experiencia acumulada durante todo el período de desarrollo de la investigación y de los resultados obtenidos, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Continuar la investigación enfocada a la identificación de nuevas funcionalidades que permitan la automatización de algunas de las labores que realizan los concesionarios como parte de su trabajo diario y de esta forma lograr un sistema mucho más completo.
- Incorporar al sistema el trabajo con gráficos, que posibiliten la representación de los distintos parámetros e indicadores geológicos y de esta forma facilitar su valoración por los especialistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ley No.76 (Ley de Minas). *Gaceta Oficial de la República de Cuba No. 3 Ordinaria*. [En línea] 23 de enero de 1995. [Citado el: 25 de noviembre de 2009.] <http://www.gacetaoficial.cu/codbuscar.php>.
2. ONRM. *Oficina Nacional de Recursos Minerales*. [En línea] [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.onrm.minbas.cu/>.
3. definicion.de. <http://definicion.de/geologia/>. [En línea] [Citado el: 1 de diciembre de 2009.] <http://definicion.de/geologia/>.
4. Vázquez, Domingo Agustín. Diccionarios OXFORD-COMPLUTENSE. *Diccionario de Ciencias*. [En línea] [Citado el: 2009 de diciembre de 1.] http://www.google.com/books?hl=es&lr=lang_es&id=_5-yHvJ61eQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=diccionario+geologico&ots=Y72LNKVyaN&sig=T4tK63XtMbZHivP80ytZHHOKhMI#v=onepage&q=geologia&f=false.
5. Microsoft® Encarta®. s.l. : © 1993-2006 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos, 2007.
6. AstroMía. *Astronomía Educativa. Tierra, Sistema Solar y Universo*. [En línea] [Citado el: 4 de diciembre de 2009.] <http://www.astromia.com/glosario/mineralogia.htm>.
7. Glosario de términos. *cuéntame*. [En línea] INEGI, 2010. [Citado el: 19 de enero de 2010.] <http://cuentame.inegi.gob.mx/glosario/m.aspx?tema=G>.
8. MINBAS. Normas y Guía General para la Clasificación de Los Recursos de Aguas Minerales y El Balance Nacional de Recursos Disponibles y de Explotación de Las Aguas Minerales de La República de Cuba. *MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA RESOLUCION No. 234*. [En línea] 17 de julio de 2008. [Citado el: 1 de diciembre de 2009.] <http://www.onrm.minbas.cu/files/datos/Legislacion/LEGMINERA/RESOLUCIONES/R-MINBAS/R%20234%20GUIA%20PARA%20CLASIF%20DE%20AGUAS%20MINERALES.pdf>.
9. Lección 8. Acuíferos (I). [En línea] [Citado el: 4 de diciembre de 2009.] <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH08.pdf>.
10. Glosario de Agricultura. *Poso Artesiano*. [En línea] [Citado el: 12 de enero de 2010.] http://www.fao.org/fi/glossary/aquaculture/spec-term-n.asp?id_glo=18113&id_lang=TERMS_S&lang=es.
11. Manual de Java. [En línea] [Citado el: 3 de febrero de 2010.] <http://manual-java.com/manualjava/caracteristicas-java.html>.
12. Java-Mexico. Comunidad de Desarrolladores Mexicanos. *Mini Guía Java (2da parte)*. [En línea] 2010. [Citado el: 2010 de enero de 14.] <http://www.javamexico.org/system/files/Mini+Gu%C3%ADa+Java.pdf>.
13. Programación II. Java. *JVM - JDK - JRE - Conceptos Fundamentales de la P.O.O*. [En línea] 22 de marzo de 2010. [Citado el: 6 de abril de 2010.] <http://gl-epr-programacion-ii.blogspot.com/2010/03/jvm-jdk-jre-conceptos-fundamentales-de.html>.
14. *Guía de iniciación al lenguaje Java*. Burgos. España : s.n., 1999. pág. 189.
15. Herrera, Lic. Airelys Campos. ACIMED. *La sindicación de contenidos: oportunidades y desventajas*. [En línea] Editorial Ciencias Médicas. [Citado el: 19 de junio de 2010.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352006000500022&script=sci_arttext
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352006000500022&script=sci_arttext.

16. Educación y nuevas tecnologías. *Como aplicar las nuevas tecnologías dentro del campo de la educación*. [En línea] WordPress MU & blogsUA, 2010. [Citado el: 2010 de febrero de 2.] <http://blogs.ua.es/gonzalo/tag/xml/>.
17. aplicaciones empresariales.com. *Utilizando Framework de programación en las Empresas*. [En línea] 26 de mayo de 2008. [Citado el: 3 de febrero de 2010.] <http://www.aplicacionesempresariales.com/stag/kardex-sus-aplicacion-y-su-concepto.html>.
18. Rodríguez, Antonio Rosa. Desarrollo De Una Herramienta Para La Generación De Interfaces Gráficas Con Redes De Sensores Inalámbricas. *ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN*. [En línea] 2008. [Citado el: 16 de enero de 2010.] <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/805/1/pfc2842.pdf>.
19. Centro de información y transferencia de tecnología. *Uso de Swing básico*. [En línea] [Citado el: 23 de enero de 2010.] <http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/informatica/Java/guia4Java.pdf>.
20. Casanovas, Josep. Usabilidad y arquitectura del software. *desarrolloweb.com*. [En línea] 9 de septiembre de 2004. [Citado el: 10 de enero de 2010.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1622.php>.
21. González Cornejo, José Enrique. Arquitectura en Capas ~ DNA. *Doc/RS*. [En línea] 25 de marzo de 2001. [Citado el: 14 de enero de 2010.] http://www.docirs.cl/arquitectura_tres_capas.htm.
22. ARQUITECTURA Modelo/Vista/Controlador. *SunSITE Chile*. [En línea] Computer Science Department of the University of Chile. [Citado el: 3 de enero de 2010.] http://sunsite.dcc.uchile.cl/java/docs/JavaTut/Apendice/arq_mvc.html.
23. ingsoft. *ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO*. [En línea] 30 de octubre de 2007. [Citado el: 10 de enero de 2010.] <http://ingpau.blogspot.com/>.
24. Gómez, Alberto Gómez y de Abajo Martínez, Nicolás. *Los sistemas de información en la empresa*. 1998. pág. 97.
25. Booch, Grady, Rumbaugh, Jim y Jacobson, Ivar. *El Lenguaje Unificado de Modelado*. 2000.
26. Rational Unified Process. *GSINNOVA. Grupo Soluciones*. [En línea] © G.S.I., 2007. [Citado el: 16 de enero de 2010.] <http://www.rational.com.ar/herramientas/rup.html>.
27. *Rational Unified Process. Version 2003.06.00.65*. s.l. : Copyright © 1987 - 2003 Rational Software Corporation.
28. Conferencia 1. Introducción a la Ingeniería de Software. *Preparación para las Pruebas de Nivel de Ingeniería de Software*. [En línea] 2007-2008. [Citado el: 16 de enero de 2010.] <http://eva.uci.cu/course/view.php?id=58>.
29. Capitulo I HERRAMIENTAS CASE. *Ingeniería De Software I*. [En línea] 22 de mayo de 2008. [Citado el: 15 de enero de 2010.] <http://www.scribd.com/doc/3062020/Capitulo-I-HERRAMIENTAS-CASE>.
30. Carrera. ADQUISICIÓN SEMI-AUTOMÁTICA DEL CONOCIMIENTO: UNA ARQUITECTURA PRELIMINAR. *INFORMÁTICA*. [En línea] 2007. [Citado el: 26 de diciembre de 2010.] <http://semanatecnologica.fordes.co.cu/Evirtual/files/AT009.pdf>.
31. *Conferencia 2. Fase de Inicio. Modelo del Negocio*. s.l. : Ingeniería de Software I. Universidad de las Ciencias Informáticas, curso 2007-2008.
32. *Conferencia 3. Fase de Inicio. Flujo de trabajo de requerimientos*. s.l. : Ingeniería de Software I. Universidad de las Ciencias Informáticas, curso 2007-2008.
33. *Conferencia 3. Fase de Elaboración. Flujo de trabajo de Implementación*. Ingeniería de Software II. Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., curso 2005-2006.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- aplicaciones empresariales.com. *Utilizando Framework de programación en las Empresas*. [En línea] 26 de mayo de 2008. [Citado el: 3 de febrero de 2010.] <http://www.aplicacionesempresariales.com/stag/kardex-sus-aplicacion-y-su-concepto.html>.
- ARQUITECTURA Modelo/Vista/Controlador. *SunSITE Chile*. [En línea] Computer Science Department of the University of Chile. [Citado el: 3 de enero de 2010.] http://sunsite.dcc.uchile.cl/java/docs/JavaTut/Apendice/arq_mvc.html.
- AstroMía. *Astronomía Educativa. Tierra, Sistema Solar y Universo*. [En línea] [Citado el: 4 de diciembre de 2009.] <http://www.astromia.com/glosario/mineralogia.htm>.
- Batista, R, González, E.M y Martínez, J. LA MINERÍA LOCAL EN CUBA ACTUAL. *Instituto de Geología y Paleontología*. [En línea] [Citado el: 3 de diciembre de 2009.] <http://www.bibliociencias.cu>.
- Booch, Grady, Rumbaugh, Jim y Jacobson, Ivar. *El Lenguaje Unificado de Modelado*. 2000.
- Calderón, Marcela y Davis, Emilio. Swing, la solución actual de Java para crear GUIs. *Universidad de Chile. Departamento de Ciencias de la Computación*. [En línea] [Citado el: 6 de enero de 2010.] <http://www.dcc.uchile.cl/~lmateu/CC60H/Trabajos/edavis/swing.html>.
- Capítulo I HERRAMIENTAS CASE. *Ingeniería De Software I*. [En línea] 22 de mayo de 2008. [Citado el: 15 de enero de 2010.] <http://www.scribd.com/doc/3062020/Capitulo-I-HERRAMIENTAS-CASE>.
- Carrera. ADQUISICIÓN SEMI-AUTOMÁTICA DEL CONOCIMIENTO: UNA ARQUITECTURA PRELIMINAR. *INFORMÁTICA*. [En línea] 2007. [Citado el: 26 de diciembre de 2010.] <http://semanatecnologica.fordes.co.cu/Evirtual/files/AT009.pdf>.
- Casanovas, Josep. Usabilidad y arquitectura del software. *desarrolloweb.com*. [En línea] 9 de septiembre de 2004. [Citado el: 10 de enero de 2010.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1622.php>.
- Castañeda, Keilan. *Especificación de Requisitos de Software. Módulo: Inventario Nacional de Aguas Minerales*. Universidad de las Ciencias Informáticas : Sistema de Gestión de Datos Geológicos (SGDG). INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA, 2008.
- —. *Modelo de Sistema. Módulo: Inventario de Aguas Minerales*. Universidad de las Ciencias Informáticas : Sistema de Gestión de Datos Geológicos (SGDG). INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA, 2008.
- —. *Modelo de Negocio. Módulo: Inventario Nacional de Aguas Minerales*. Universidad de las Ciencias Informáticas : Sistema de Gestión de Datos Geológicos (SGDG). INFRAESTRUCTURA PRODUCTIVA, 2008.
- Centro de información y transferencia de tecnología. *Uso de Swing básico*. [En línea] [Citado el: 23 de enero de 2010.] <http://www.udb.edu.sv/Academia/Laboratorios/informatica/Java/guia4Java.pdf>.
- Conferencia 1. Introducción a la Ingeniería de Software. *Preparación para las Pruebas de Nivel de Ingeniería de Software*. [En línea] 2007-2008. [Citado el: 16 de enero de 2010.] <http://eva.uci.cu/course/view.php?id=58>.
- Conferencia 2. Fase de Inicio. *Modelo del Negocio*. s.l. : Ingeniería de Software I. Universidad de las Ciencias Informáticas, curso 2007-2008.

- *Conferencia 3. Fase de Elaboración. Flujo de trabajo de Implementación.* Ingeniería de Software II. Universidad de las Ciencias Informáticas : s.n., curso 2005-2006.
- *Conferencia 3. Fase de Inicio. Flujo de trabajo de requerimientos.* s.l. : Ingeniería de Software I. Universidad de las Ciencias Informáticas, curso 2007-2008 .
- definicion.de. *http://definicion.de/geologia/*. [En línea] [Citado el: 1 de diciembre de 2009.] <http://definicion.de/geologia/>.
- Educación y nuevas tecnologías. *Como aplicar las nuevas tecnologías dentro del campo de la educación.* [En línea] WordPress MU & blogsUA, 2010. [Citado el: 2010 de febrero de 2.] <http://blogs.ua.es/gonzalo/tag/xml/>.
- Elaboración de referencias bibliográficas, citas bibliográficas. *Sistema Bibliotecario Universidad Francisco Gavidia.* [En línea] [Citado el: 3 de diciembre de 2009.] <http://www.wisis.ufg.edu.sv>.
- Garlan, David y Shaw, Mary. An Introduction to Software Architecture. *CMU Software Engineering Institute.* [En línea] enero de 1994. [Citado el: 7 de enero de 2010.] <http://www.sei.cmu.edu/reports/94tr021.pdf>. SEI-94-TR-021.
- Glosario de términos. *cuéntame.* [En línea] INEGI, 2010. [Citado el: 19 de enero de 2010.] <http://cuentame.inegi.gob.mx/glosario/m.aspx?tema=G>.
- Gómez, Alberto Gómez y de Abajo Martínez, Nicolás. *Los sistemas de información en la empresa.* 1998. pág. 97.
- González Cornejo, José Enrique. Arquitectura en Capas ~ DNA. *DocIRS.* [En línea] 25 de marzo de 2001. [Citado el: 14 de enero de 2010.] http://www.docirs.cl/arquitectura_tres_capas.htm.
- *Guía de iniciación al lenguaje Java.* Burgos. España : s.n., 1999. pág. 189.
- Herrera, Lic. Airelys Campos. ACIMED. *La sindicación de contenidos: oportunidades y desventajas.* [En línea] Editorial Ciencias Médicas. [Citado el: 19 de junio de 2010.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352006000500022&script=sci_arttext
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352006000500022&script=sci_arttext.
- ingsoft. *ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO.* [En línea] 30 de octubre de 2007. [Citado el: 10 de enero de 2010.] <http://ingpau.blogspot.com/>.
- Java-Mexico. Comunidad de Desarrolladores Mexicanos. *Mini Guía Java (2da parte).* [En línea] 2010. [Citado el: 2010 de enero de 14.] <http://www.javamexico.org/system/files/Mini+Gu%C3%ADa+Java.pdf>.
- La norma ISO 690 (1 y 2). *Dirección de Información. Universidad de las Ciencias Informáticas.* [En línea] [Citado el: 20 de octubre de 2009.] http://tesis.uci.cu/downloads.php?cat_id=8.
- Lección 8. Acuíferos (I). [En línea] [Citado el: 4 de diciembre de 2009.] <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH08.pdf>.
- Ley No.76 (Ley de Minas). *Gaceta Oficial de la República de Cuba No. 3 Ordinaria.* [En línea] 23 de enero de 1995. [Citado el: 25 de noviembre de 2009.] <http://www.gacetaoficial.cu/codbuscar.php>.
- Manual de Java. [En línea] [Citado el: 3 de febrero de 2010.] <http://manual-java.com/manualjava/caracteristicas-java.html>.
- Microsoft ® Encarta ®. s.l. : © 1993-2006 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos, 2007.
- MINBAS. Normas y Guía General para la Clasificación de Los Recursos de Aguas Minerales y El Balance Nacional de Recursos Disponibles y de Explotación de Las Aguas Minerales de La República de Cuba. *MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA RESOLUCION No. 234.* [En línea] 17 de julio de 2008. [Citado el: 1 de diciembre de 2009.]

<http://www.onrm.minbas.cu/files/datos/Legislacion/LEGMINERA/RESOLUCIONES/R-MINBAS/R%20234%20GUIA%20PARA%20CLASIF%20DE%20AGUAS%20MINERALES.pdf>.

- ONRM. *Oficina Nacional de Recursos Minerales*. [En línea] [Citado el: 17 de noviembre de 2009.] <http://www.onrm.minbas.cu/>.
- Programación II. Java. *JVM - JDK - JRE - Conceptos Fundamentales de la P.O.O.* [En línea] 22 de marzo de 2010. [Citado el: 6 de abril de 2010.] <http://gl-epr-programacion-ii.blogspot.com/2010/03/jvm-jdk-jre-conceptos-fundamentales-de.html>.
- Rational Unified Process. *GSINNOVA. Grupo Soluciones*. [En línea] © G.S.I., 2007. [Citado el: 16 de enero de 2010.] <http://www.rational.com.ar/herramientas/rup.html>.
- *Rational Unified Process. Version 2003.06.00.65.* s.l. : Copyright © 1987 - 2003 Rational Software Corporation.
- Rodríguez, Antonio Rosa. Desarrollo De Una Herramienta Para La Generación De Interfaces Gráficas Con Redes De Sensores Inalámbricas. *ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN*. [En línea] 2008. [Citado el: 16 de enero de 2010.] <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/805/1/pfc2842.pdf>.
- Sampieri, Roberto Hernández, Collado, Carlos Fernández y Lucio, Pilar Baptista. *Metodología de la Investigación*. [Libro digital] México, D. F. : McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S. A. de C. V., 1998. ISBN 970-10-1899-0.
- Vázquez, Domingo Agustín. Diccionarios OXFORD-COMPLUTENSE. *Diccionario de Ciencias*. [En línea] [Citado el: 2009 de diciembre de 1.] http://www.google.com/books?hl=es&lr=lang_es&id=_5-yHvJ61eQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=diccionario+geologico&ots=Y72LNKvyaN&sig=T4tK63XtMbZHivP8OytZHHOKhMI#v=onepage&q=geologia&f=false.