

**SISTEMA ECM PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN
DIGITAL EN LAS COORDINACIONES ACADÉMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE- SEDE CAICEDONIA**

ARMANDO ACOSTA GUERRERO

**UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE TULUÁ
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
TULUÁ, 2014**

**SISTEMA ECM PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN
DIGITAL EN LAS COORDINACIONES ACADÉMICAS DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE- SEDE CAICEDONIA**

ARMANDO ACOSTA GUERRERO

Cód. 200913230

**Trabajo de grado para optar al título de
INGENIERO DE SISTEMAS**

Director

ALBEIRO APONTE VARGAS, M.Sc.

**UNIVERSIDAD DEL VALLE SEDE TULUÁ
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
TULUÁ, 2014**

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tuluá, Mayo 2014

Dedicatoria

Este trabajo es un sentido homenaje a la memoria de un gran amigo, colega tecnólogo en sistemas de información y compañero de trabajo. Julian David Serna Correa, quien en vida se destacó como un ser humano de grandes virtudes, capacidades, de un talento admirable y con los mejores deseos de llegar a ser uno de los mejores Ingenieros de Sistemas. A ti mi hermano, donde quiera que te encuentres, mi reconocimiento y toda mi gratitud por las buenas enseñanzas.

Armando Acosta Guerrero

Agradecimientos

A Dios, por la fuerza de voluntad, la entrega, el compromiso, la disciplina y la responsabilidad necesaria para afrontar este reto en mi vida.

A mis padres, por su apoyo incondicional en todo momento, por sus esfuerzos ingentes y sus múltiples sacrificios en favor de consolidar mi proyecto de vida.

A mis hermanos, quienes han sido un apoyo invaluable en mi vida y me han motivado para llegar a conseguir los objetivos y las metas propuestas a nivel personal.

A mis compañeros de estudio y colegas tecnólogos de sistemas, los cuales siempre tuvieron la mejor de las disposiciones para colaborarme en las ocasiones donde mi capacidad individual no era suficiente ante un determinado obstáculo.

A la Universidad del Valle, en sus sedes de Tuluá y Caicedonia, por permitirme ser parte de su “alma mater” y adquirir un sinnúmero de conocimientos en forma integral, por su colaboración y vocación de servicio constante en todo mi proceso de formación.

A todos ellos !Infinitas Gracias!

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Estructura del Documento	3
2. Marco de Referencia	5
2.1. Estado del Arte y Antecedentes	5
2.2. Marco Teórico	7
2.2.1. Enterprise Content Management (ECM)	7
2.2.2. ECM y sus áreas referenciales	8
2.2.3. Los sistemas ECM y la Toma de decisiones	9
2.2.4. ECM como un concepto integrador en la gerencia de la información	11
2.2.5. Consideraciones sobre el Contenido Digital en la ECM	12
2.2.6. El modelo Empresarial y su Importancia para la ECM	13
2.3. Marco Contextual	14
3. Desarrollo del Proyecto	19
3.1. Análisis de Requerimientos	20
3.1.1. Lecturas Preparatorias	20
3.1.2. Entrevistas	20
3.1.3. Cuestionarios	21
3.1.4. Requerimientos Funcionales	21
3.1.5. Diagramas de Casos de Uso	22
3.2. Análisis y Diseño Preliminar	23
3.2.1. Descripción de los Casos de Uso	23
3.2.2. Análisis de Robustez	25
3.2.3. Arquitectura	25
3.3. Diseño	30
3.4. Implementación	32
3.4.1. Codificación	32
3.4.2. Instalación	34
3.4.3. Descripción general del aplicativo Web	38
4. Pruebas y Discusión de los Resultados	44
4.1. Pruebas de Unidad	44
4.2. Pruebas de Integración	45
4.3. Pruebas de Validación	49
5. Conclusiones y Proyecciones	52
5.1. Conclusiones	52
5.2. Trabajos Futuros	53

Bibliografía	54
A. Elementos de Análisis del Proyecto	57
A.1. Cuestionario para la búsqueda de hechos	57
A.2. Requerimientos sobre Disponibilidad y Desempeño del Sistema . . .	59
A.3. Diagnóstico del Contexto	60
B. Elementos de Diseño del Proyecto	62
B.1. Diagramas de Casos de Uso	62
B.2. Diagramas de Actividad	65

Índice de figuras

2.1. ECM y sus áreas referenciales	8
2.2. Relación entre KM y ECM	10
2.3. Ciclo de Vida del Contenido.	11
2.4. Mapa de subprocesos Univalle	14
3.1. Clases y Asociaciones Iniciales.	22
3.2. Caso de Uso Gestión de Contenido.	23
3.3. Diagrama de Robustez asociado a la Creación de Contenido	25
3.4. Arquitectura del Sistema ECM	27
3.5. Diagrama de Actividad para la Creación de Contenido	30
3.6. Diagrama de Secuencia para la Creación de Contenido	31
3.7. Diagrama de Clases del Sistema	32
3.8. Diagrama de red del segundo ambiente del implantación	36
3.9. Perfil operacional de los equipos instalados en el cluster	37
3.10. Perfil operativo del servidor principal	37
3.11. Diagrama de Despliegue del Sistema ECM	38
3.12. WebOS del sistema ECM	38
3.13. Gestor de Archivos	39
3.14. Interfaz del Editor de Texto	40
3.15. Interfaz gráfica de la Hoja de Cálculo	41
3.16. Búsqueda de Archivos en el Repositorio	41
3.17. Versionado de Documentos en el Sistema	42
3.18. Interfaces gráficas en la gestión de Workflows	42
B.1. Casos de Uso Gestión de Personal.	62
B.2. Casos de Uso Gestión de Colaboración.	63
B.3. Casos de Uso Gestión de Información.	64
B.4. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Ingresar al Sistema.	65
B.5. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Acceder Información Usuario.	66
B.6. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Crear Usuario.	66
B.7. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Eliminar Usuario.	66
B.8. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Modificar Usuario.	67
B.9. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Capturar y/o Almacenar Contenido.	67
B.10. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Eliminar Contenido.	67
B.11. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Acceder y/o Actualizar Contenido.	68
B.12. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Versionar Contenido.	68
B.13. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Bucar Contenido.	69
B.14. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Publicar Contenido.	69
B.15. Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Activar Workflows.	69

Índice de cuadros

3.1. Actores del Sistema	23
3.2. Descripción Caso de Uso	24
4.1. Pruebas unitarias del modulo del sistema de archivos virtuales	45
4.2. Pruebas de carga de contenido digital al repositorio	46
B.1. Descripción Casos de Uso Ingresar al Sistema	62
B.2. Descripción Casos de Uso Ingresar al Sistema	63
B.3. Descripción Casos de Uso Gestionar aspectos de colaboración.	64
B.4. Descripción Casos de Uso Gerenciar Información Personal.	65

Resumen

Este proyecto se realizó con el objeto de mejorar los mecanismos de creación, control, almacenamiento, colaboración y acceso a contenidos digitales no numéricos en el ámbito de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia mediante el desarrollo de una plataforma Web de administración de contenido empresarial.

El sistema de administración de contenido Web facultó el soporte a las principales tareas del ciclo de vida del contenido digital a través de una arquitectura ECM con un mecanismo de almacenamiento centralizado y escalable, utilizando el motor de base de datos MySQL en conjunto con el repositorio de documentos LILY, una capa de presentación precedida por el sistema operativo Web Oneye y un conjunto de herramientas orientadas al tratamiento de metadatos entre las que se destaca el uso del motor de indexado SOLR.

El resultado obtenido, fundamentado en procedimientos de desarrollo de software modernos, ágiles y eficientes, finalmente permite establecer evidencias sólidas sobre la adopción de nuevas tecnologías para el manejo de información basadas en tópicos actuales de investigación pertenecientes a los Sistemas de Información.

Palabras claves: Administración de Contenido Empresarial, Administración de Contenido Web, Gerencia de Contenido Digital.

Abstract

This project was conducted with the aim of improving the mechanisms for creating, testing, storage, collaboration and access to non-numeric digital content in the field of academic coordination of the Universidad del Valle - Sede Caicedonia by developing a web management platform enterprise content.

The system of Web content management empowered to support the main tasks of the life cycle of digital content through an ECM architecture with a centralized and scalable storage mechanism using MYSQL database engine in conjunction with the LILY documents repository, a presentation layer preceded by Oneye web operating system and a set of tools designed to treat metadata among which highlights the use SOLR indexing engine.

The obtained results, based on for modern, flexible and efficient software development procedures finally allows for solid evidence on the adoption of new technologies for information management based on current research topics pertaining to information systems.

Keywords: Enterprise Content Management, Web Content Management, Digital Content Management.

1. Introducción

En la actualidad, los Sistemas de Información desempeñan una labor cada vez más importante en las modernas organizaciones, hasta el punto de condicionar su éxito o fracaso en un entorno económico y social tan dinámico y turbulento como el que caracteriza al mundo de hoy. Los fenómenos como la globalización o el tránsito hacia una economía más basada en el conocimiento han inducido importantes cambios. En este contexto, los Sistemas y las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se han convertido en un elemento esencial como motor del cambio y fuente de ventajas competitivas [1].

Como campo emergente en la investigación de los Sistemas de Información, el concepto de Administración de Contenido Empresarial (ECM por sus siglas en inglés) es un enfoque integrado para la administración de información surgido a mediados de la década de 1990. Este enfoque constituye una respuesta al caos del contenido, termino utilizado para denotar la situación ineficiente originada por el crecimiento desbordado y la gestión irregular de material digital multiformato prevaleciente en la mayoría de las organizaciones, integrando la administración de información estructurada, semi-estructurada y no estructurada, código de software embebido en presentaciones de contenido, y metadatos en soluciones para la producción de contenido, almacenamiento, publicación y utilización en instituciones. Además, el concepto de ECM va más allá de las soluciones tecnológicas, también incluye *“las estrategias, herramientas, procesos y habilidades que una organización requiere para administrar sus activos de información a través de su ciclo de vida”* [2].

Este proyecto formuló e implementó una solución a la problemática con relación al manejo de contenido digital al interior de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia. La solución se estructuró mediante la adopción de conceptos modernos e innovadores en materia de Sistemas de Información para la administración de contenidos digitales no numéricos¹ como: Enterprise Content Management ECM y la administración holística del ciclo de vida del contenido digital, los cuales después de más de una década de investigación presentan poca literatura académica en contraste a la significativa atención por parte de compañías y practicantes [3]. El producto final lo constituye un sistema de información basado en la administración de contenido Web para el correcto tratamiento de activos digitales no estructurados que, adicionalmente, puede servir como precedente verificable sobre los tópicos referidos.

1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, procesos como el manejo, la administración, la seguridad, distribución y publicación de contenido digital no numérico en la Universidad del Valle – Sede Caicedonia, una de las nueve sedes de la Universidad del Valle, se vienen realizando bajo un entorno que no favorece el dinamismo en el flujo de la información. Los empleados y especialmente las personas que trabajan con contenido digital, pasan la gran mayoría de su tiempo laboral buscando documentos e información en

¹El contenido digital no numérico abarca todo tipo de contenido desde documentos, hojas de cálculo, presentaciones, diagramas e imágenes, etc.

diferentes repositorios a través de toda la institución. La fuerte influencia de métodos empíricos que van desde la creación de copias no controladas, eliminación no regulada de contenidos, almacenamiento de datos en diferentes versiones, lenguajes y formatos, déficit en el control de acceso, falta de herramientas colaborativas y el no disponer de un sistema adecuado que integre las políticas y disposiciones necesarias para el correcto manejo y control de contenidos digitales no numéricos en la universidad, ocasionan traumatismos considerables que se identifican con la proliferación desmedida de material digital, especialmente documentos.

La anterior situación al interior de la Universidad del Valle – Sede Caicedonia, presenta graves consecuencias entre las que se destacan la fuga de información importante, principalmente, en áreas de gestión académico-administrativa como las coordinaciones de los diversos programas de educación superior ofrecidos en esta importante Institución, la ausencia de una memoria organizacional digital que permita fortalecer procesos de desarrollo y posicionamiento en la región mediante la inclusión de antecedentes sobre los principales procesos y prácticas de la universidad, la pérdida deliberada de tiempo y un bajo índice de eficacia en las actividades cotidianas de interacción con el contenido digital (búsqueda, clasificación y acceso).

Es importante mencionar la existencia del Sistema de Información de Registro Académico (SIRA), una aplicación Web administrada por la oficina de informática y telecomunicaciones de la Universidad del Valle (OITEL) de múltiples propósitos para toda la universidad, la cual, entre otros usos, proporciona las herramientas necesarias para la gestión estrictamente académica de las coordinaciones de los diversos programas de educación superior ofertados por la universidad. Si bien, dicho software permite la gerencia de información sobre cuestiones académicas, esta aplicación no cuenta con mecanismos adecuados para la gerencia de contenido digital no numérico de carácter administrativo generado en las coordinaciones de los diferentes programas académicos y de gran importancia para el control de la gestión institucional.

Hasta el momento, no hay evidencia concreta y verás sobre acciones efectivas que propendan evitar estas dificultades por parte de la Universidad del Valle – Sede Caicedonia.

Finalmente, es necesario e indispensable dar una solución concreta a esta problemática, con el fin de promover el mejoramiento en la productividad de la institución, obtener mecanismos eficientes de colaboración, control y acceso a contenidos digitales e incentivar el uso de tecnologías adecuadas en la gerencia de información no estructurada en procura de constituirla en un recurso empresarial clave.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo mejorar los mecanismos de creación, control, almacenamiento, colaboración y acceso a los contenidos digitales no numéricos en el ámbito administrativo de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle Sede - Caicedonia con el fin de lograr mayor eficiencia en los procesos de gestión de dicho contenido?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Desarrollar un sistema ECM para la administración de contenido digital no numérico de carácter administrativo en el área de las coordinaciones académicas

de la Universidad del Valle – Sede Caicedonia.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer los diferentes tipos de contenidos digitales no numéricos que se manejan en la gestión administrativa de las coordinaciones académicas.
- Determinar los componentes ECM adecuados con respecto a los tipos de contenidos digitales definidos.
- Construir un mecanismo para el tratamiento de datos que permita la organización de la información, al igual que el almacenamiento centralizado y seguridad de la misma.
- Implementar las estructuras de código necesarias para consolidar la arquitectura del sistema ECM relacionada con la administración de contenido Web.
- Diseñar e implementar las interfaces Web para la gestión de actividades y control administrativo de los usuarios en el sistema.

1.4. Estructura del Documento

Con el objeto de brindar una mejor comprensión sobre el desarrollo y las principales características del proyecto, el presente documento se estructura en cinco capítulos a saber:

El primer capítulo describe los aspectos relacionados con la problemática del proyecto que abarcan la dimensión real de las practicas inadecuadas en la administración de contenido digital en el ámbito de la gestión administrativa de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia. Además de denotar el contexto donde se identifica la problemática, se introduce los lineamientos relativos a las primeras nociones teóricas que sustentan el marco de desarrollo del proyecto y la estructuración sistemática de la solución basada en el desarrollo de un sistema ECM para la administración de contenido digital no numérico de carácter administrativo.

El segundo capítulo brinda un acercamiento más específico a la problemática global de gerenciar contenido digital, denotando su relación de causalidad con el origen de un concepto pionero en el manejo integral de la información a través de su ciclo de vida y su desarrollo a nivel comercial. En este apartado, también se incluyen los conceptos teóricos propios de un Sistema de Administración de Contenido Empresarial, ECM, su relación parcial con conceptos previos de diversas áreas de investigación de los Sistemas de Información y sus características diferenciales.

El tercer capítulo define los aspectos metodológicos llevados a cabo durante el desarrollo del proyecto, permite conocer las etapas, actividades realizadas, las técnicas, los procedimientos y los resultados correspondientes. Además, presenta las tecnologías de soporte y la consolidación de elementos base para la estructura funcional de la solución propuesta en el capítulo uno.

El cuarto capítulo explica los resultados derivados de las diferentes pruebas a las que se somete el aplicativo Web a través de todo su ciclo de desarrollo con el objetivo particular de asegurar unos estándares mínimos de calidad en el producto e identificar potenciales mejoras en el mismo.

El quinto y último capítulo contiene las conclusiones formuladas a partir del desarrollo del proyecto y los trabajos futuros que se pueden desprender de la consecución

del objetivo de este proyecto de ingeniería. Este capítulo consigna los hechos y las consideraciones teórico-prácticas más importantes implicadas en la consolidación del producto final.

2. Marco de Referencia

2.1. Estado del Arte y Antecedentes

Grandes cantidades de contenido se producen en una tasa creciente todos los años (e.g., para el año 2005 se estimaba que el universo digital era de 130 Exabytes, en 2010 su valor aproximado fue de 1227 Exabytes y se espera que para el año 2015 el contenido digital se sitúe en aproximadamente 7910 Exabytes¹). Los términos sobrecarga de información y el caos del contenido describen de forma apropiada la situación ineficiente que prevalece en la mayoría de las organizaciones. Los empleados y especialmente las personas que trabajan con la información pasan la gran mayoría de su tiempo laboral buscando documentos e información en diferentes repositorios a través de toda la organización. Los documentos se almacenan en diferentes lugares y sistemas, en diferentes versiones, lenguajes y formatos. La colaboración y la coautoría es un aspecto complicado; los documentos importantes se comparten vía email. La administración de contenido en una empresa de tamaño considerable supone como tal un gran desafío. Incluso más grave es el hecho de que el 80% del contenido organizacional son datos de carácter no estructurado [3]. Sin embargo, la calidad de la información y de los datos que podemos clasificar como no estructurados es crucial porque generalmente contienen información importante, de innovación y apoyo a la toma de decisiones que actualmente se convierte en un recurso empresarial de gran valor.

Para resolver el caos del contenido surge la Administración de Contenido Empresarial ECM. La ECM (Enterprise Content Management) fue introducida por primera vez hace más de una década por parte de la AIIM (Asociación para la administración de la información y la imagen). En sus inicios la ECM adoptó un enfoque técnico y fue adaptada para enfatizar la importancia de los aspectos organizacionales: *“Enterprise Content Management (ECM) son las estrategias, métodos y herramientas utilizadas para capturar, administrar, almacenar, preservar y entregar contenido y documentos relacionados con los procesos de la organización. Las herramientas y estrategias ECM permiten la administración y/o direccionamiento de la información empresarial no estructurada, siempre y cuando dicha información exista.”* [4]. Desde un punto de vista académico Päiväranta y Munkvold (2005) la caracterizan de forma muy concisa como un enfoque integrado para la administración de la información [2].

La ECM es un tópico aún en proceso de desarrollo que integra algunas disciplinas precedentes y relacionadas. Con un alcance e impacto importante en las organizaciones ésta combina e integra algunos conceptos que anteriormente eran separados por los campos de investigación de los Sistemas de Información. Se destacan la administración de documentos (DM) y la administración de documentos electrónicos (EDM) que prevalecieron antes de la aceptación de un concepto más granular del contenido. Para la administración de sitios web de trabajo intensivo se introdujo

¹La información sobre las tasas de crecimiento del universo digital fueron tomadas del paper “Extracting Value from Chaos” (Junio 2011) realizado por IDC Go-to-Market Services y patrocinado por EMC Corporation. El contenido completo puede ser visto en <http://colombia.emc.com/leadership/programs/digital-universe.htm>

posteriormente la administración de contenido web (WCM). Para administrar los activos de conocimiento de una empresa se optó por la introducción de los conceptos de administración de conocimiento (KM) y la administración de la información (IM). Además, se consideran la administración de procesos de negocio (BPM) y la administración del flujo de trabajo (WFM) para dar soporte a la ejecución de procesos de negocios y flujos de trabajo empresarial. Para asegurar la preservación en forma permanente de documentos estáticos, se utilizó la administración de registros (RM). En la parte de elementos multimedia tales como archivos de audio y video se manejó a través de la inclusión de la administración de activos digitales. Dichos términos parcialmente cubren conceptos y áreas de investigación que se enfocan en la interacción con contenido, documentos e información en alguna forma.

La ECM permite administrar contenido a gran escala y ha recibido un alto grado de atención por parte de la industria. El mercado ECM se ha convertido en un boom debido al creciente número de compañías que la adoptan [3]. A continuación referimos algunas de las empresas más importantes y su respectivo desarrollo en el campo de la ECM:

- **ASG Software Solutions:** Reconocida como un agente innovador en las soluciones de software y tecnologías de información empresariales, ASG Software cuenta con 25 años de experiencia y se caracteriza por crear y desarrollar soluciones de software únicas que reducen costos, mitigan riesgo y mejoran la calidad de servicio [5]. En el portafolio de soluciones ECM se ofrecen soluciones tales como:
 - **ASG-ViewDirect®:** Administrador de contenido empresarial escalable, dotado de las características necesarias para la administración y el archivado de contenido. Soporta todo tipo de plataformas, bases de datos, dispositivos de almacenamiento, formatos y volumen de contenido empresarial en ambientes mainframe y distribuidos.
 - **ASG-Total Content Integrator™:** Proporciona la tecnología adecuada en la integración y unificación del contenido. Este producto incorpora herramientas de autenticación, búsqueda federada, normalización indexada y servicios de transformación de contenido.
 - **ASG-Records Manager™:** Suministra administración comprensiva de todo tipo de registros electrónicos en sus formatos originales incluyendo estructuras de carpetas automatizadas y retención avanzada.
- **Autonomy Corporation:** Una compañía de Hewlett Packard (HP), es un líder global en software que procesa información humana, o datos no estructurados, incluyendo medios sociales, email, vídeo, audio, texto y páginas web, etc. Su tecnología permite extraer y administrar contenido en tiempo real de todas las formas de información, tanto estructurada como no estructurada [5].
- **EMC Corporation:** Considerado un líder mundial en desarrollar y proveer productos servicios y soluciones relacionados con la infraestructura de la información.
- **KOFAX:** La plataforma KOFAX le permite a las organizaciones no solo automatizar el proceso de captura de la información sino también diseñar procesos de negocio flexibles y potentes para entregar de forma instantánea y automática información purificada y de alta calidad a aplicaciones y repositorios en toda la empresa [5].

- **Open Text:** Una compañía dedicada al desarrollo de software empresarial y líder en Enterprise Content Management (ECM), ayuda a las organizaciones a manejar y obtener el valor real de su contenido empresarial. Open Text lleva dos décadas de experiencia en el soporte de millones de usuarios en 114 países. Promueve la captura y preservación de la memoria corporativa, automatiza procesos, mitiga el riesgo y mejora la competitividad [5].

A diferencia de ASG Software Solutions, las soluciones de las otras compañías se enfocan en ofrecer sistemas ECM con características únicas en las líneas de negocios en donde se mueven sus clientes. De ahí que todos los productos siempre difieran en su complejidad (funcionalidad variable) y no se especifiquen patrones genéricos de construcción entre sí. Otra consideración que debe someterse a un análisis crítico radica en los costos elevados derivados de la adquisición, implementación e integración de estas plataformas en las pequeñas y medianas empresas.

En contraste con el aumento considerable de las soluciones ECM a nivel mundial, es preocupante que en la actualidad en el país y en la región no se tenga evidencia concreta sobre implementación alguna o desarrollo que promueva la administración de contenido empresarial (ECM). Cabe destacar que es muy poca la literatura académica que se puede encontrar al respecto, aun cuando los desarrollos de este tipo a nivel empresarial son cuantiosos [3]. Por otra parte es importante mencionar las dificultades que se tienen en el contexto local en materia de adopción de nuevas tecnologías que no permiten un rápido crecimiento en el desarrollo o la implementación de nuevas y mejores prácticas en cuanto al manejo de contenido empresarial se refiere.

Teniendo en cuenta los referentes de los apartados anteriores, se puede analizar la situación particular que se presenta en la Universidad del Valle – Sede Caicedonia. Al constituirse en una de las nueve sedes de la Universidad del Valle, la sede en mención actúa con un alto grado de dependencia sobre la disposición de Sistemas de Información y tecnologías que permitan la gestión efectiva en los diferentes procesos y estrategias organizacionales que desarrolla en su zona de influencia. Si bien, la Universidad del Valle cuenta con diferentes sistemas informáticos que proporcionan un alto soporte a procesos académicos y pedagógicos (por ejemplo el SIRA, el Campus Virtual, etc.), no se evidencia de forma explícita un avance en materia de administración de contenidos digitales empresariales de carácter no estructurado en el aspecto administrativo; por lo menos no en las múltiples coordinaciones de los programas académicos establecidas en torno a su sistema de educación superior.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Enterprise Content Management (ECM)

Enterprise Content Management es la tecnología que proporciona las formas adecuadas para crear, almacenar, administrar, asegurar y publicar todo el contenido digital para uso empresarial [6]. ECM es única en el sentido de que fue desarrollada para administrar la creación y consumo de grandes cantidades de contenido no numérico tales como documentos, páginas Web, hojas de cálculo, diagramas e imágenes, ampliamente impulsados por el auge de Internet [7].

Enterprise Content Management reúne la administración de información estructurada, semi-estructurada y no estructurada en soluciones para la producción de

contenido, almacenamiento, publicación y utilización en organizaciones [2]. El concepto se origina en esfuerzos pioneros de mediados de la década de 1990 para administrar contenido Web corporativo con sistemas “in-house”. Enterprise Content Management es un enfoque integrado para administrar la mayoría de información en una empresa, incluyendo estrategias, procesos, habilidades y herramientas [8].

2.2.2. ECM y sus áreas referenciales

En la actualidad se resalta la complejidad y la naturaleza holística del concepto de ECM. Cuando se observa sus componentes de forma separada, muchos de estos se pueden identificar dentro de áreas de investigación establecidas por la administración de recursos de información (IRM), la administración de documentos electrónicos (EDM), y administración de conocimiento (KM) (ver figura 2.1). IRM y EDM representan los “antepasados” más cercanos de la ECM [2]. La diferencia más visible entre la estructura IRM y la de los componentes ECM reside en la falta de enfoque de la IRM tradicional sobre estructuras de contenido heterogéneo más allá de las bases de datos formalizadas, los aspectos del ciclo de vida, los metadatos de contenidos heterogéneos, y la taxonomía corporativa en lugar de diccionarios de datos y bases de datos estructuradas. El enfoque de la ECM puede también diferir en forma más amplia de la corriente principal de la IRM “intra-organizacional” tradicional, debido a su avance hacia la colaboración en la administración de contenido.



Figura 2.1.: ECM y sus áreas referenciales

La mayor contribución del concepto de ECM en relación a EDM reside en el hecho que la primera, especialmente basada en la Web, integra los aspectos que en el pasado eran separados entre las bases de datos estructuradas y las interfaces de aplicaciones dinámicas, documentos semi-estructurados y administración de archivos no estructurados. Esto promueve un nuevo nivel de complejidad, en vez de las connotaciones tradicionales de la EDM basadas en archivos, a la administración de modelos de estructura de contenido y configuraciones de los ciclos de vida. Las técnicas de

personalización avanzada y los servicios innovadores para clientes que se basan en ECM representan otra área moderna que no figura en los modelos de IRM y EDM.

La investigación sobre administración de conocimiento (KM) identifica tres tipos de iniciativas KM organizacionales a nivel general: el codificado y la compartición de mejores prácticas; la creación de directorios de conocimiento corporativo; y la creación de redes de conocimiento [2]. Los sistemas de administración de conocimiento (KMS) son desarrollados para dar soporte y reforzar las tareas de generación de conocimiento, codificación, y utilización, combinando tecnologías tales como las intranets, los repositorios de conocimientos, y directorios corporativos. Desde el punto de vista de la investigación en administración de conocimiento, ECM puede ser expresada como una subárea de KM para administrar los directorios de conocimiento “explícito”. Además, la taxonomía y las herramientas de metadatos de ECM también tienen alcance en el área de administración de información sobre recursos de conocimiento corporativo, a menudo referida como “páginas amarillas corporativas” e incluidas dentro del “modelo de red” de KM para facilitar la comunicación humano a humano en las redes de conocimiento. El campo de KM ha estado en su mayoría relacionado a la teoría basada en recursos y el punto de vista de las organizaciones, en el cual el conocimiento se ha visto como un activo relacionado a ciertas unidades organizacionales.

El concepto de la ECM une un poco la visión basada en recursos con la visión basada en procesos de la organización, avanzando más allá del típico enfoque basado en recursos de la administración de conocimiento (KM) [2]. Mientras la visión basada en recursos sobre la cual se enfoca KM se direcciona hacia las capacidades de una entidad organizacional en particular para producir y compartir nuevo conocimiento, la visión basada en procesos en una organización principalmente se focaliza en los aspectos de eficiencia y efectividad de operaciones establecidas. ECM puede contribuir en ambas perspectivas, a través del enfoque sobre el recurso de conocimiento codificado para unidades organizacionales logrando desarrollar sus capacidades de conocimiento, y proporcionando el soporte adecuado a los procesos de negocio.

Aunque KM representa un concepto más amplio incluyendo también la administración de conocimiento tácito con arreglos organizacionales relacionados, el concepto de ECM resalta los desafíos especiales de administrar contenido sobre ciclos de vida de larga duración, involucrando una sofisticada comprensión de las estructuras de contenido, metadatos y taxonomías corporativas (ver sección 2.2.5). La figura 2.2 describe la relación existente entre los sistemas de gestión de conocimiento y los sistemas de administración de contenido.

2.2.3. Los sistemas ECM y la Toma de decisiones

Los sistemas ECM y la administración de conocimiento constituyen *“los ojos y los oídos para el control del desempeño de la compañía”*. Para ejercer control o decidir, estos son necesarios en la gerencia de información con alto valor agregado y en tiempo real [9]. A niveles operacional y táctico, la solución óptima es tener menos información (en términos de cantidad) en el momento adecuado para incrementar el valor de los datos y mejorar el desempeño de la compañía. Implementar un sistema ECM en una organización no solo genera las formas efectivas de crear, rastrear, administrar, y archivar todo el contenido de la compañía sino que además puede integrar procesos de negocio, desarrollar acciones colaborativas a través de la organización sistemática de equipos de trabajo, y crear un motor de búsqueda con “vistas lógicas de negocio” especializado.

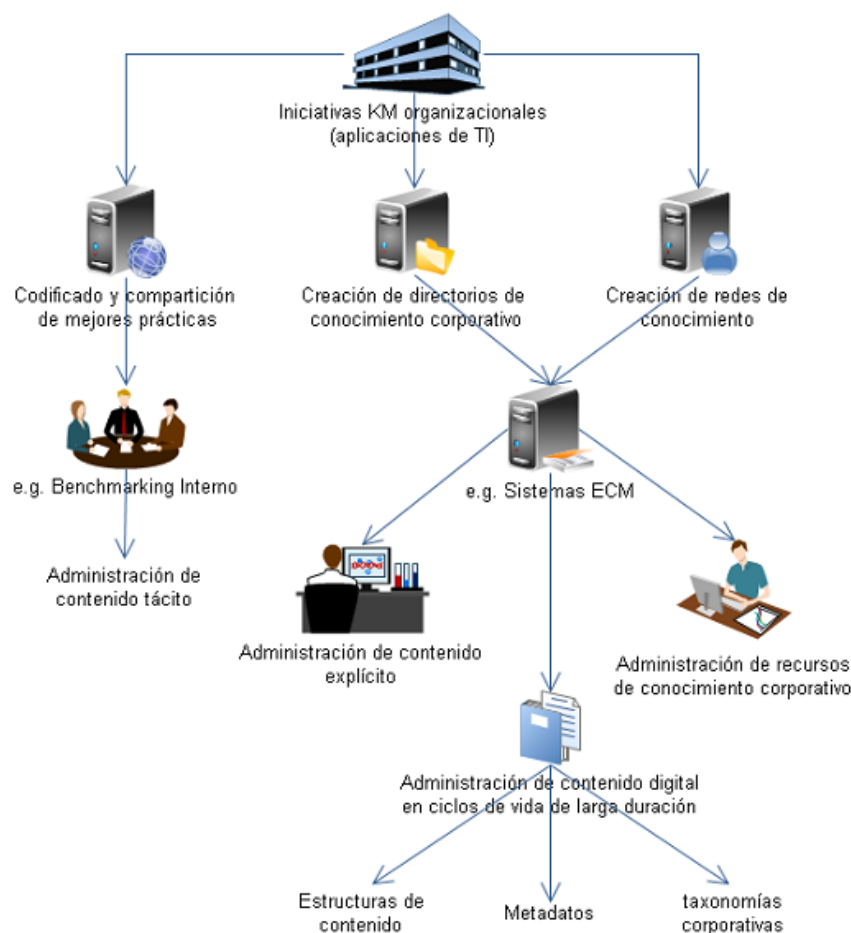


Figura 2.2.: Relación entre KM y ECM

Al administrar contenido estructurado y no estructurado, una plataforma ECM incrementa la cantidad y calidad de la información que se usa en la organización y acelera la fase de investigación. Este mejoramiento conlleva a incrementar las variables de entrada disponibles para la toma de decisiones o en sistemas que dan soporte a la decisión. Tal mejora no solo radica en la cantidad y calidad de la información sino que además aumenta la velocidad con la cual se proporciona los datos a quienes se encargan de la toma de decisiones. De forma similar a los sistemas de inteligencia de negocio, las plataformas ECM dan soporte a la toma de decisiones dentro de las organizaciones en términos de ver y recuperar datos y, analizar y compartir información – como también su almacenamiento y mantenimiento continuo a lo largo de ciclo de vida del contenido [10] (ver figura 2.3).

El ciclo de vida del contenido define las diversas etapas por las que el contenido digital atraviesa desde su misma creación hasta su retención y/o eliminación. Dicho ciclo establece etapas generales en donde la información digital adquirida se clasifica, almacena y organiza de acuerdo a características específicas (estructurada semi-estructurada o no estructurada, numérica o no numérica, etc.). Posteriormente, el contenido digital es almacenado de acuerdo a criterios técnicos para procesos futuros de publicación, utilización y actualización de acuerdo a las políticas de la organización.

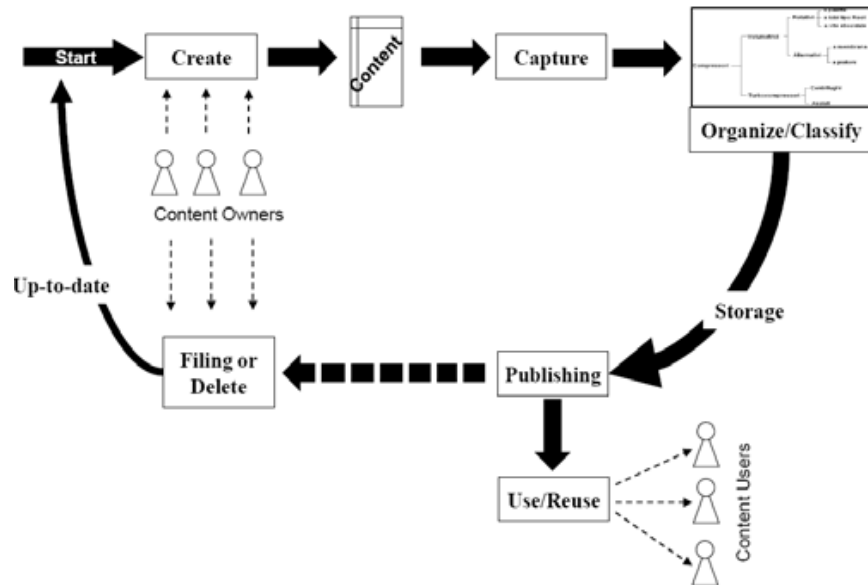


Figura 2.3.: Ciclo de Vida del Contenido.

2.2.4. ECM como un concepto integrador en la gerencia de la información

ECM consiste en un amplio conjunto de elementos interrelacionados: los objetivos e impactos, los modelos empresariales y de contenido, la infraestructura, la gerencia y la administración del cambio [2]. El concepto de ECM integra algunas áreas de la gerencia de información:

- ECM sigue una administración holística del ciclo de vida del contenido para integrar soluciones de producción de contenido, captura, almacenamiento/archivado, versionado, distribución, publicación, recuperación y retención.
- ECM se esfuerza por integrar los modelos de estructura de contenido, metadatos, y taxonomía corporativa para alcanzar ambientes de producción, almacenamiento y recuperación involucrando todos los formatos de contenido (a menudo heterogéneos) con una variación en la granularidad de elementos de contenido y configuraciones; pasando de información sin estructurar vía datos semi-estructurados hasta información estructurada.
- ECM combina el modelo de contenido con el usuario en la organización y procesa aspectos de modelado especial (personalización, el usuario y la administración de derechos de acceso, workflows).
- ECM cubre los puntos de vista organizacionales basados en recursos y procesos para la administración de la información.
- ECM representa una parte importante de la aplicación empresarial y la integración de infraestructura – desde aplicaciones de producción de contenido heterogéneo y bases de datos proporcionando “datos crudos” para sistemas de administración de contenido, hasta aplicaciones de flujo de trabajo controlado para edición de contenido y publicación multicanal, y herramientas integradas de taxonomía y búsqueda de contenido.

- ECM puede amalgamar algunos roles de trabajos de profesionales de información corporativos (archivistas, administradores de bases de datos, webmasters, etc.).

2.2.5. Consideraciones sobre el Contenido Digital en la ECM

La administración del ciclo de vida del contenido digital se fundamenta sobre la comprensión de los tipos y estructuras de contenido existente, y combinando esta con el conocimiento de cómo un contenido particular debe ser administrado a través de toda su existencia. En la ECM, los desafíos van más allá de la tradicional administración de documentos, administración de los ciclos de vida del contenido digital y el versionado de archivos, también incluyen:

- Creación y captura de contenido efectivo desde fuentes internas y externas heterogéneas (medios de producción integrados, escaneo y digitalización, conversión de formatos de archivos, capturas de datos provenientes de formularios).
- Edición controlada, revisión, aprobación, e información (multicanal), distribución, publicación y actualización de contenido – con los flujos de trabajo apropiados para la producción de contenido técnico, y tareas de publicación (incluyendo políticas para todos los niveles de “publicación”: en grupos o equipos, dentro de la organización, hacia patrones externos o consumidores objetivos, o para el público en general).
- Almacenamiento controlado con formatos seleccionados archivo/datos incluyendo control de versión y administración histórica de revisiones en varios niveles de configuraciones de contenido, y administración de relaciones entre piezas de contenido sobre ciertas implementaciones de sistemas complejos.
- La retención, preservación y transformación de formato para archivado a largo término, y su eliminación (si se considera necesaria).

Para la mejor comprensión sobre los desafíos relacionados con la administración de ciclos de vida de contenido heterogéneo, combinado con un modelo complejo para la estructura de contenido, vistas, y presentaciones, a continuación se describe la experiencia de BOC Gases [2] como sigue: “... *La colección de contenido necesario para diseñar y construir la porción de una planta puede incluir cientos de piezas de contenido en una gran variedad de formatos, incluyendo dibujos de ingeniería, archivos 3-D CAD, información sobre facturas de materiales (BOM), fotografías, procedimientos operativos estándar, documentos sobre presupuestos, o presentaciones acerca de las ventas. Típicamente, hay cuatro o cinco paquetes como tal por planta, más paquetes pequeños de construcción específicos por contratista. El contenido dentro de estos paquetes existe en numerosos lugares a través de toda la organización, y sobre plataformas de hardware y software numerosas... para acabar de complicar las cosas el contenido en los paquetes de fabricación puede estar involucrado en la creación de múltiples plantas, lo cual crea un ciclo de vida aún más complejo... el contenido en estos paquetes de fabricación no solo se usan por las áreas de ingeniería y construcción; este es usado por mantenimiento, operaciones, y ventas... BOC deseaba recolocar contenido en múltiples lugares sino también mantener relaciones entre documentos de tal forma que la revisión a un diseño, por ejemplo, automáticamente debería tener eco en todos los paquetes de fabricación relacionados con este*”.

En algunos casos, las etapas de creación/captura se consideran como grandes desafíos en algunas organizaciones. El no disponer de tecnologías idóneas puede tener

repercusiones negativas en cuanto al tratamiento eficiente y efectivo de las etapas tempranas de la administración de contenido heterogéneo. En cuanto al contenido digital, cuando este se almacena en un sistema de información, a menudo es necesario brindar las condiciones para que permanezca como un registro por largos periodos de tiempo.

Dentro de las consideraciones más interesantes sobre las características y generalidades del ciclo de vida del contenido se encuentran los metadatos y la taxonomía corporativa. Los metadatos deberían proveer información sobre una configuración o elemento del contenido digital y su producción, propietario, y su contexto de utilización pensado para facilitar su recuperación o re-uso en propósitos organizacionales. Los mayores desafíos son la estandarización de modelos de metadatos corporativos, producción de metadatos dinámicos y automatizados de uso fácil y masivo, y el conocimiento entre los productores del contenido y los propietarios de la importancia de los metadatos para contextos anticipados de recuperación y re-uso.

La taxonomía corporativa representa la estructuración lógica y conceptual de la fuente de contenido total. Esta debe proporcionar la base para que los usuarios puedan acceder y navegar a través de colecciones de contenido integrado lógicamente y conducir a búsquedas efectivas basadas en una taxonomía funcional con el motor de búsqueda. Partes de la taxonomía pueden servir como una base para la creación automática de metadatos sobre elementos de contenido. Un desafío aun mayor perdura en la integración taxonómica (además de la integración técnica) de bases de datos de contenido numerosas y heterogéneas bajo taxonomías prácticas para propósitos organizacionales.

2.2.6. El modelo Empresarial y su Importancia para la ECM

El modelo de contenido intersecta con los modelos empresariales y especificaciones detalladas en la implementación organizacional de sistemas ECM. El concepto de modelo empresarial se refiere en nuestro contexto al problema que cualquier organización debe tener, en alguna medida, una idea compartida sobre lo que se necesita realizar en la empresa (incluyendo la idea de negocio, las operaciones de soporte requeridas, y extendiéndose desde el interior de la organización como tal hacia la red de consumidores y proveedores seleccionados), quien hace que, y quien está a cargo de que, antes de poder construir sistemas de información útil para dar soporte a operaciones. Los objetivos contemporáneos de la ECM pueden influenciar necesidades de cambio al propio modelo empresarial y viceversa.

Infraestructura

La infraestructura de tecnología de información involucra un número de desafíos en iniciativas ECM a gran escala entre los que se destacan:

- Integración de aplicaciones estandarizadas y herramientas a través del ciclo de vida del contenido (integrando producción/captura, almacenamiento, flujo de trabajo de procesamiento, publicación y archivado a largo termino de contenido heterogéneo).
- Desarrollo de interfaces de usuario integradas, intuitivas y amigables para la administración de contenido, transparentemente integradas con producción de contenido “front-end” y soluciones de navegación.
- Actualizaciones en software, hardware y sistemas operativos donde sea requerido.

- Actualizaciones de tecnología para utilizar formatos de contenido “independientes de la aplicación” tales como XML, reduciendo la dependencia sobre formatos o estructuras de contenido de un vendedor específico, facilitando a gran escala las actualizaciones de la infraestructura de la aplicación, y permitiendo compartir uniformemente contenido entre organizaciones.
- Aspectos relacionados con la seguridad de la información. Por ejemplo, la integración de tecnologías de identificación de clave pública, firmas electrónicas (firmas), administración de derechos digitales, etc.

2.3. Marco Contextual

La Universidad del Valle – Sede Caicedonia, como una de las sedes regionales de la Universidad del Valle, fundamenta sus actividades sobre una arquitectura orientada a procesos. Como se observa en la figura 2.4, su arquitectura se estructura en cuatro grandes subsistemas a saber:

- Estratégico
- Misional
- Apoyo
- Evaluación

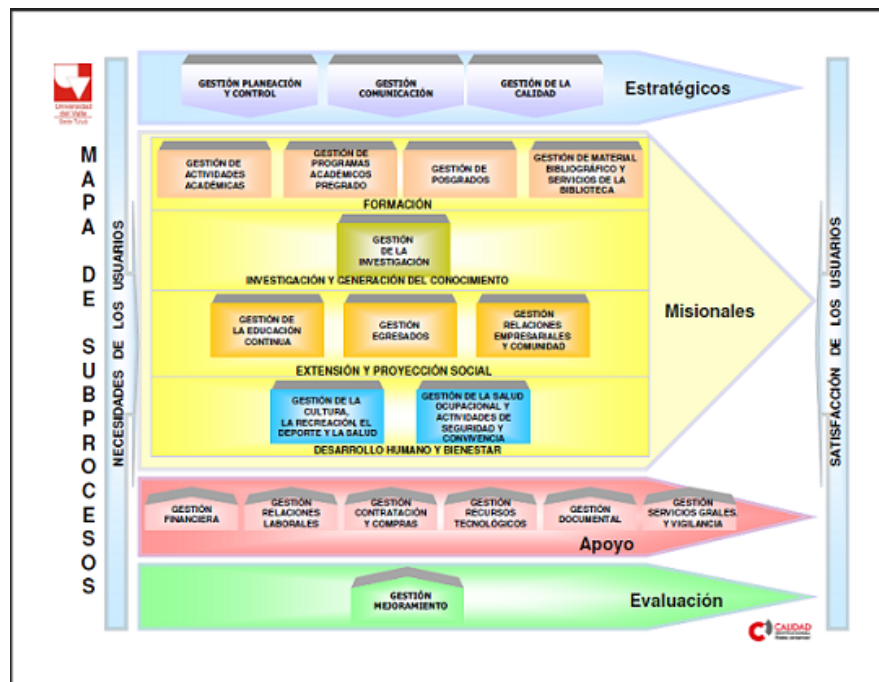


Figura 2.4.: Mapa de subprocesos Univalle

Cada subsistema anteriormente descrito contiene una cantidad específica de subprocesos que articulan su esquema de operación. Cabe destacar que dentro de la Universidad del Valle existe un Sistema de Gestión de Calidad² que se desarrolla bajo el soporte y adopción de una metodología conocida como “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” (PHVA). PHVA puede describirse brevemente como:

²Dirección electrónica Sistema de Gestión de Calidad : <http://gicuv.univalle.edu.co>

- Planificar: Establecer los objetivos y los procesos necesarios para conseguir los resultados de acuerdo con los requisitos misionales y las políticas institucionales.
- Hacer: Implementar y ejecutar los procesos.
- Verificar: Realizar seguimiento y medición a los procesos respecto a las políticas, objetivos y los requisitos para el servicio, e informar sobre los resultados.
- Actuar: Tomar acciones para mejorar continuamente los procesos.

Para el caso específico de análisis en el marco de desarrollo del proyecto, se consideran especialmente los subprocesos que están contenidos dentro del subproceso de formación³, el cual forma parte a su vez del subsistema misional, y cuyo objetivo es definir las estrategias de los procesos pedagógicos de enseñanza, aprendizaje y la gestión general de las actividades académicas ligadas a la formación de pregrado y posgrado, en procura del desarrollo de una capacidad de pensamiento autónomo y creativo, fundamentado en los componentes artísticos, tecnológicos, científicos, técnicos, humanísticos y filosóficos. Se realiza mediante las modalidades presencial, semi-presencial y de nuevas tecnologías y educación virtual. Incluye los subprocesos de Gestión de los Programas Académicos, Gestión de las Actividades Académicas de Estudiantes, Apoyo y Estímulo a Estudiantes, Desarrollo de la Actividad Académica, Gestión de Material Bibliográfico y Apoyo para la Formación en Entornos Virtuales de Aprendizaje.

A partir del subproceso de formación es importante resaltar los espacios de acción que tienen, específicamente, las coordinaciones académicas de la sede Caicedonia en los diferentes procedimientos y que de forma articulada propenden a la generación de contenido digital heterogéneo durante su desarrollo. En este sentido se puede mencionar el subproceso de Desarrollo de la Actividad Académica, y cuyo responsable es el vicerrector académico. Este subproceso tiene como objetivo Desarrollar en los estudiantes de pregrado y posgrado las competencias técnicas, conocimientos teóricos-prácticos, las habilidades en los ámbitos de la ciencia, la cultura, el arte, la técnica, la tecnología y las humanidades para integrarse en el mundo laboral y las competencias necesarias para la convivencia en la Sociedad. Su alcance incluye las actividades académicas de los docentes y estudiantes de pregrado y posgrado, desde la planeación académica, pasando por la evaluación de la calidad académica de los cursos, la medición del desempeño docente en su actividad académica hasta el registro de las dificultades en el desarrollo de la actividad académica y las acciones tomadas para el mejoramiento del proceso.

En este subproceso las coordinaciones académicas sirven como proveedor de información (con la intervención sustancial del director de programa), suministrando como entrada una serie de informes relacionados con el desarrollo de las asignaturas, evaluación estudiantil de cursos y desempeños del profesor. Todo este contenido respectivamente soporta las acciones de seguimiento y evaluación de cursos, la adopción de planes y acciones de mejoramiento. Dada su visión de pequeños subsistemas, estas acciones permitirán la generación de unas salidas específicas que tienen que ver con la evaluación del desempeño del profesor, la evaluación del curso, las acciones de mejoramiento emprendidas al interior de los programas, entre otras. Consecuentemente con su naturaleza sistemática, finalmente, estas salidas tienen como usuarios otros subprocesos y proveedores del entorno, y unos registros específicos. Para el caso de análisis del subproceso de desarrollo de la actividad académica en relación a la

³Información adicional en <http://procesos.univalle.edu.co/formacion.html>

intervención de las coordinaciones académicas como proveedores de contenido sus usuarios son:

- Subproceso de Gestión de Programas Académicos.
- Subproceso de Gestión de Desarrollo Humano Docente.
- Consejo Académico.
- Dirección de Autoevaluación y Calidad Académica.
- Área de Calidad y Mejoramiento.

Los registros, por su parte, quedan bajo las definiciones de:

- Evaluación de Desempeño.
- Evaluación del Curso.
- Informe de Autoevaluación.
- Actas de Comités de Programas.
- Actas de Consejos de Facultad e Institutos Académicos y Sedes Regionales con Planes y Acciones de Mejoramiento.
- Reporte de Acciones Correctivas, Preventivas o de Mejora.

Las Coordinaciones Académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia

En concordancia con lo establecido en el apartado anterior, la Universidad del Valle – Sede Caicedonia, estipula una caracterización específica del cargo de coordinador del programa académico cuyos objetivos son:

- Coordinar las actividades inherentes a la actividad académica de los estudiantes, bajo los lineamientos de la Dirección del Programa respectivo y la Dirección de Sede Regional.
- Diseñar estrategias para responder a las necesidades del entorno y afianzar la relación del programa académico con el medio.

Además, se denotan unas relaciones, con relación a su entorno:

- **Internas:** Con el personal administrativo, estudiantes y profesores de la Sede.
- **Externas:** Con personal de otras sedes de la Universidad del Valle a nivel regional, instituciones de educación superior, colegios, estamentos gubernamentales, ONG, empresas y comunidad en general.

De igual forma establece unas funciones derivadas de obligaciones contractuales que sugieren en algunos casos la producción de contenido digital no estructurado y que se enfocan a:

- Determinar el perfil requerido para la selección de los docentes encargados de las asignaturas del programa.
- Recibir y dar trámite según las normas establecidas, a las inquietudes, solicitudes, reclamos, quejas y sugerencias de carácter académico que presenten los estudiantes del programa, acudientes, padres de familia y público en general.

- Asesorar al estudiante en la revisión de su situación y/o historial académico.
- Asesorar al estudiante en el proceso de matrícula, adición o cancelación de asignaturas.
- Elaborar propuesta de programación académica de manera semestral para someterlo a consideración del Comité Académico de la Sede Regional.
- Presentar los casos académicos especiales ante el Comité Académico de la Sede para su consideración.
- Tramitar equivalencias a estudiantes del programa académico.
- Exponer ante la Dirección del Programa las solicitudes de reingreso, transferencia, traslado y equivalencias que presenten los estudiantes y/o aspirantes a ingresar al programa.
- Ingresar en el SIRA todos los movimientos académicos de los estudiantes (equivalencias, reportes de notas, reingresos, traslados, transferencias, candidatos a grado).
- Realizar el proceso de revisión de requisitos académicos y actualización de los candidatos a grado.
- Coordinar actividades de sustentación de trabajos de grado y elaborar los reportes que correspondan.
- Designar los profesores para direcciones de trabajos de grado, jurados evaluadores y/o Supervisores de Práctica (Aplica para los programas académicos que tienen la modalidad de trabajo de grado o prácticas).
- Difundir actividades relacionadas con convocatorias a elecciones de representación estudiantil ante los distintos cuerpos colegiados de la Universidad.
- Estimular la participación de los estudiantes en la evaluación docente.
- Realizar el respectivo Informe, análisis de datos y socialización de los resultados de la evaluación docente.
- Conjunto con los docentes, establecer estrategias que permitan corregir deficiencias halladas en las evaluaciones y estrategias metodológicas que permitan mejorar el proceso de enseñanza.
- Coordinar y difundir actividades complementarias al proceso de formación, tales como pruebas Saber Pro, seminarios de actualización, actividades de extensión, visitas empresariales, prácticas y pasantías.
- Afianzar relaciones con organizaciones y sector empresarial que permitan ampliar el radio de acción de los estudiantes y contribuir al fortalecimiento del programa académico.
- Llevar el archivo de la coordinación del programa de acuerdo con las disposiciones establecidas por la oficina de Gestión Documental.
- Revisar y entregar los programas de las asignaturas a los docentes como insumo para el plan de trabajo y desarrollo del semestre.

- Realizar seguimiento a los procesos de formación realizados por los docentes a cargo de acuerdo con la programación y el plan de trabajo de cada asignatura.
- Coordinar de la mano con el encargado de Laboratorios la utilización y actividades a realizar (en los programas académicos que aplique).
- Promover de la mano con la Coordinación de Extensión actividades de actualización académica o actividades complementarias para el personal egresado del programa.
- Las demás actividades que requiera la Dirección del Programa.
- Asistir y participar activamente en las reuniones programadas por la Dirección del Programa, Comité de Programa Académico, Comité Académico de Sede, Dirección de Regionalización y Oficina de Dirección.
- Apoyar a la Secretaría Académica para la generación de informes sobre rendimiento académico de los estudiantes, tasas de deserción, y demás.
- Apoyar las actividades que realice la institución en general, que involucren áreas propias del programa.
- Las demás funciones que dispongan sus superiores inmediatos.

3. Desarrollo del Proyecto

Como estrategia de apoyo a las diferentes actividades del proyecto se implementó la metodología de desarrollo de software ICONIX [11]. Dicha metodología supone la utilización flexible y práctica de algunos conceptos de las metodologías Rational Unified Process (RUP) y extreme programming (XP), y se basa en un proceso iterativo e incremental que procura el perfeccionamiento de los resultados en cada una de las fases de análisis, diseño, implementación y pruebas.

Al igual que la mayoría de las estrategias modernas para el desarrollo de software, ICONIX adopta un conjunto de técnicas que buscan mitigar el costo del cambio. En consecuencia, el marco de desarrollo del proyecto utilizó un enfoque de iteraciones sucesivas, cada una de las cuales se pudo contemplar como un miniproyecto. Para éste caso en particular, la metodología permitió la construcción del software por funcionalidades. Cada nueva iteración proporcionó nuevos elementos de funcionalidad que las anteriores, preservando la coherencia con los objetivos establecidos e incluso mejorando algunos aspectos de funcionalidad previamente entregados.

ICONIX, como estrategia incremental, permitió realizar inicialmente un análisis que ayudó a centrar el alcance del problema e identificar los requisitos más importantes. Adicionalmente, se seleccionaron los requisitos que proporcionarían mayor beneficio al usuario final como núcleo de primer incremento de desarrollo y entrega. La finalización de cada incremento proporcionó la retroalimentación necesaria al desarrollador y ayudó a definir el alcance y los contenidos de los incrementos posteriores [12].

A continuación presentamos el proceso de desarrollo del producto final a través del enfoque de etapas principales destacadas por Rosenberg y Scott¹, las cuales son:

1. Análisis de Requerimientos.
2. Análisis y Diseño Preliminar.
3. Diseño.
4. Implementación.

Cabe destacar en este proceso, el uso simultáneo de tres principios fundamentales:

- Trabajar hacia adentro desde los requerimientos del usuario.
- Trabajar hacia fuera desde las abstracciones clave del dominio del problema.
- Ir descendiendo desde modelos de alto nivel al diseño detallado [11].

¹Doug Rosenberg y Kendall Scott fueron quienes desarrollaron el proceso de desarrollo de software ICONIX a partir de 1993.

3.1. Análisis de Requerimientos

Una característica importante propia de ICONIX, la cual se introdujo en el proyecto fue el *“modelo de dominio”*. El modelo de dominio es un modelo de clases análisis (de alto nivel) que es independiente de cualquier caso de uso particular. Dicha representación pertenece al espacio del problema (el mundo real) y permite su fácil comprensión. Para la consecución del modelo de dominio del proyecto necesariamente se inició con la recolección de requisitos a través de las técnicas de lecturas preparatorias, entrevistas y cuestionarios principalmente [12].

3.1.1. Lecturas Preparatorias

La investigación o las lecturas preparatorias son parte del proceso de adquisición de conocimientos acerca de la organización y de sus objetivos de negocio. Entre los documentos que constituyen fuentes adecuadas de información se incluyen los siguientes:

- Informes de la empresa.
- Gráficos de la Organización.
- Manuales de normativas.
- Descripciones de trabajos.
- Informes.
- Documentación de los sistemas existentes.

Para el desarrollo específico del proyecto y dentro del marco de adquisición de conocimientos se contó con la importante colaboración de la Oficina de Calidad de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia. Esta dependencia ayudó a la comprensión de la estructura organizacional y proporcionó diversos contenidos digitales como documentos, esquemas y enlaces Web, referentes al contexto específico dentro de la organización donde se identificó la problemática, permitiendo así la definición posterior de las características y el alcance del producto final.

3.1.2. Entrevistas

Las entrevistas constituyen, probablemente, la técnica de búsqueda de información más ampliamente utilizada; es también la que requiere mayor habilidad y sensibilidad. En el caso particular, se utilizaron las entrevistas para la recolección de información detallada de los procesos académico-administrativos² relacionados con las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia con el objetivo de lograr la cohesión entre los requisitos del sistema y las políticas organizacionales. Entre el talento humano que intervino en esta técnica se destacan el personal de la Sub-dirección, la Secretaría Académica y la Coordinación Académica del Programa Académico de Tecnología en Sistemas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia.

²Fuente Adicional: <http://procesos.univalle.edu.co/formacion.html>

3.1.3. Cuestionarios

Los cuestionarios son instrumentos de investigación que pueden utilizarse para la búsqueda de hechos en proyectos de desarrollo de sistemas y consisten en una serie de preguntas escritas. Para el desarrollo de la plataforma se estructuró un cuestionario a través del cual se buscó identificar las condiciones acerca del manejo de contenido digital, los tipos y formatos utilizados, la proporción de documentos heterogéneos que se crean en un periodo de tiempo determinado y la percepción por parte del personal acerca de las tecnologías y herramientas utilizadas para la gestión de contenido digital en la institución. Dentro de los elementos de análisis más significativos que se desarrollaron (ver el anexo A), el apéndice A.1 define el cuestionario implementado en esta fase del proyecto.

Una vez implementadas cada una de las técnicas anteriormente descritas y siguiendo la metodología de desarrollo propuesta, se obtuvo un levantamiento formal de todos los requerimientos que en principio deberían ser parte del sistema. Además, se analizaron diferentes tipos de contenido digital no estructurado relacionado especialmente con la gestión administrativa de la dependencia específica, proporcionando la comprensión sobre las características, fuentes, usuarios e interacciones de los diferentes contenidos digitales que se integrarían a la plataforma.

3.1.4. Requerimientos Funcionales

En un estado inicial se definieron los requerimientos más importantes en conjunción con el mayor beneficio de los usuarios finales. Los requerimientos establecidos se presentan a continuación:

- El sistema debe permitir administrar de forma centralizada el registro de usuarios, ingresar sus datos personales, de acceso y de contacto respectivos.
- El sistema debe proporcionar un mecanismo de almacenamiento centralizado de contenidos digitales no numéricos.
- El sistema debe facultar los procesos convencionales de creación, lectura, actualización y eliminación controlada de contenidos digitales específicos.
- El sistema debe conservar las características de los contenidos digitales que almacena.
- El sistema debe dar soporte a las diferentes etapas complementarias del ciclo de vida de los contenidos digitales:
 - Captura.
 - Almacenamiento.
 - Versionado.
 - Indexado.
 - Limpieza.
 - Distribución.
 - Búsqueda.
 - Publicación.
- El sistema permitirá la utilización de herramientas colaborativas para la gestión de contenido digital.

En conjunción con los requerimientos funcionales planteados, El apéndice A.2 referencia los principales requerimientos no funcionales relacionados con la disponibilidad y desempeño del sistema.

Finalmente, se presenta el primer modelo de dominio con sus respectivas asociaciones. Es importante anotar que el modelo del dominio está en el espacio del problema (mundo real) y no en la solución (ver figura 3.1). De forma análoga y con el propósito de clarificar el modelo de dominio particular, se decidió detallar algunos elementos de análisis teórico-prácticos de gran importancia sobre el ciclo de vida del contenido digital no estructurado y su relación directa en la consolidación de los requerimientos y su posterior enfoque orientado a la arquitectura ECM. Dichas consideraciones se consignan en el anexo A.3.

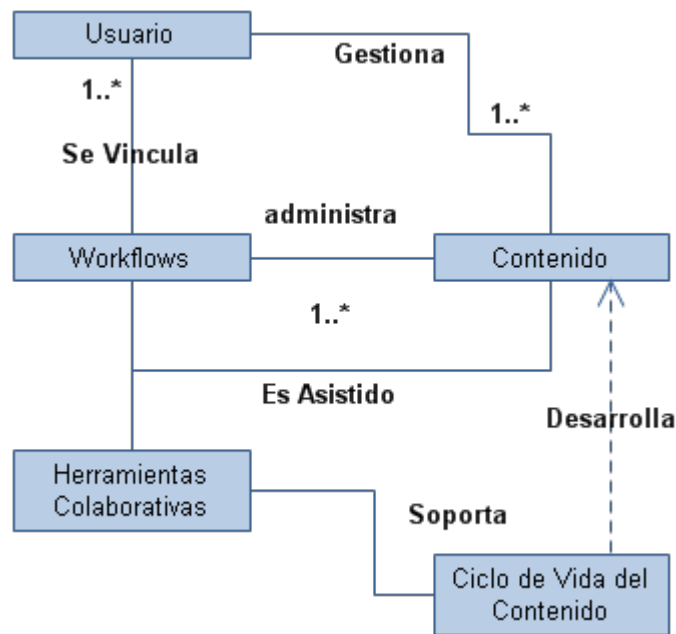


Figura 3.1.: Clases y Asociaciones Iniciales.

ICONIX sugiere durante su implementación, antes de la realización de los casos de uso, el bosquejo del prototipo de la interfaz gráfica de usuario (GUI) si es factible. Para nuestro caso, optamos por omitir este paso debido a las restricciones impuestas por el tiempo, el equipo de trabajo y a la multiplicidad de los elementos gráficos a incluir. Sin embargo se definió de forma preliminar el uso de una interfaz integral introduciendo el concepto de Sistema Operativo Web o WebOS³.

3.1.5. Diagramas de Casos de Uso

Un importante aspecto de ICONIX es que un caso de uso se distingue explícitamente de un requisito. En este sentido, el primero describe un comportamiento; el segundo describe una regla para el comportamiento. Además, un caso de uso satisface uno o más requisitos funcionales; mientras un requisito funcional puede ser satisfecho por uno o más casos de uso. La figura 3.2 presenta el caso de uso realizado para la gestión de contenido.

³Generalmente, el término WebOS ha sido empleado para referirse a una plataforma que interactúa con el usuario a través del navegador web y no depende del sistema operativo.



Figura 3.2.: Caso de Uso Gestión de Contenido.

Toda la notación desarrollada en esta parte de la metodología tuvo como referencia la exposición de casos de uso abstractos, los cuales ayudan a definir la funcionalidad de los otros casos de uso, pero no cuentan con una ejemplificación específica como tal [12].

3.2. Análisis y Diseño Preliminar

En esta etapa se describieron los casos de uso, como un flujo principal de acciones, pudiendo contener flujos básicos y flujos alternativos. La principal sugerencia de ICONIX en esta actividad, es que no se debe perder mucho tiempo con la descripción textual y usar un estilo consistente que sea adecuado al contexto del proyecto.

Además de describir los casos de uso, se realizaron los diagramas de robustez (ver sección 3.2.2). Estos diagramas permitieron la ilustración gráfica de las interacciones entre los objetos participantes de un caso de uso y proporcionaron las bases necesarias para saber si las especificaciones del sistema eran razonables.

Al finalizar esta sección, se da una conceptualización sobre arquitectura utilizada para la construcción del sistema ECM para la administración de contenido digital no numérico de carácter administrativo en el área de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle – Sede Caicedonia.

3.2.1. Descripción de los Casos de Uso

El primer paso en esta actividad consistió en definir explícitamente los usuarios que tendrían algún tipo de interacción con el sistema a desarrollar. Esto, con el fin de determinar las características y los perfiles del personal dentro del aplicativo. En este sentido, se establecieron principalmente dos tipos de actores (ver cuadro 3.1).

Actor	Descripción
Administrador ECM	El administrador del sistema ECM es el responsable de la gestión operativa del sistema, comprendiendo las interacciones relacionadas con los subsistemas de gestión de personal, de colaboración y de contenido.
Usuario ECM	El Usuario regular del sistema ECM es el responsable de las actividades de interacción con contenido digital durante su ciclo de vida, las cuales tienen una correspondencia con la administración de contenido web dentro del marco ECM integral.

Cuadro 3.1.: Actores del Sistema

Una vez se definieron las caracterizaciones de los usuarios y sus propiedades de interacción es posible generar la descripción de todos los casos de uso. En el cuadro 3.2, se presenta el planteamiento escrito del caso de uso relacionado con la Gestión de Contenido.

Caso de Uso: Gerenciar contenido digital.	Actor: Administrador ECM
Pre-Condiciones: El Administrador ECM debe haber iniciado sesión en el sistema.	
Curso Básico: 1. El usuario Administrador ECM, puede crear nuevos documentos en una variedad de formatos pre-establecidos a través de un sistema basado en la técnica WYSIWYG (What You See Is What You Get). 2. El usuario Administrador ECM, puede almacenar contenido digital a través de mecanismos de captura que permiten vía web “llevar” dichos activos a un repositorio de datos centralizado. 3. El usuario Administrador ECM puede, a través de una interfaz web de control administrativo, acceder a activos digitales (listados en orden específicos). 4. El usuario Administrador ECM, puede ejecutar peticiones de eliminación de contenido multiformato, estas operaciones sobre los archivos son de carácter irreversible. 5. El usuario Administrador ECM, puede organizar y administrar cambios sucesivos de orden menor y mayor sobre un mismo contenido digital a través del versionado de documentos digitales (mediante consecutivos numéricos). 6. El usuario Administrador ECM tendrá permitido generar y o modificar características relativas al fichero digital (metadatos), con el fin de llevar a cabo el indexado de estas propiedades en el sistema como insumo de otras interacciones. 7. El usuario Administrador ECM, tendrá la opción de generar búsquedas mediante una interfaz web con la capacidad de establecer diversos criterios (basados en los metadatos) para tal fin. 8. El usuario Administrador ECM, estará facultado para realizar la publicación y/o distribución de contenido digital (a nivel público o privado) a través de mecanismos previamente establecidos por el sistema.	Curso Alterno: Si se presentan errores de validación, conexión con los repositorios de datos, falta de permisos, el sistema debe informar al usuario los sucesos específicos a través de mensajes.
Post-Condiciones: Los cambios realizados en el subsistema de gestión de contenido debe tener efectos correspondientes e inmediatos sobre los demás subsistemas y usuarios de la arquitectura ECM.	
Observaciones: De forma análoga, las interacciones aquí descritas tienen efectos similares si son llevadas a cabo por parte del usuario ECM, los cambios en los alcances de cada interacción vienen denotados por los niveles de permiso del grupo al que pertenecen dichos usuarios. La operación de eliminación no es literal, por el contrario, está interacción solo “oculta” el contenido digital afectado del acceso posterior por el usuario ECM hasta tanto el Administrador ECM confirme o niegue la real operación.	

Cuadro 3.2.: Descripción Caso de Uso

Dentro del anexo correspondiente a los elementos de diseño (ver anexo B) el apéndice B.1 define y describe los casos de uso complementarios del proyecto.

3.2.2. Análisis de Robustez

El análisis de robustez ayuda a identificar los objetos que participan en cada caso de uso. Estos objetos que forman parte de los diagramas de robustez sirven como enlace entre el análisis (“el que” - diagramas de casos de uso) y el diseño (“el como” - diagramas de secuencia). Adicionalmente, este proceso ayudó a establecer si las especificaciones del sistema eran razonables. La figura 3.3 presenta una ejemplificación de los diagramas empleados en este tipo de análisis.

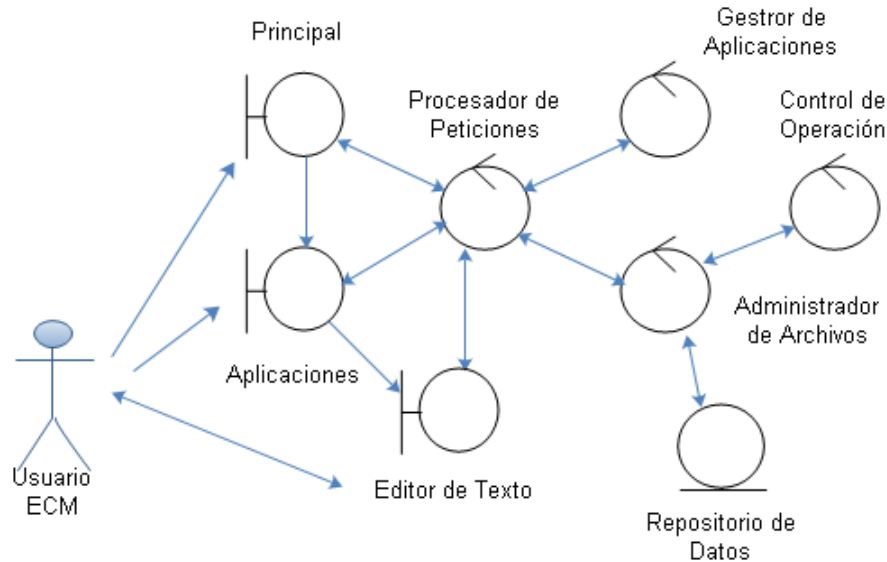


Figura 3.3.: Diagrama de Robustez asociado a la Creación de Contenido

3.2.3. Arquitectura

La arquitectura implementada, entendiéndose esta como una estructura lógica de componentes que son interdependientes e interactuantes entre sí, se orientó mediante la disposición multicapa y bajo la plataforma cliente - servidor, enfocada especialmente a la gestión de actividades propias de la administración de contenido Web. Con el objeto de brindar una mejor comprensión, antes de describir la estructura en cuestión, es importante definir las propiedades fundamentales que pertenecen a procesos naturales de esta área.

Administración de Contenido Web

A primera vista, la Administración de Contenido Web (conocida como WCM por sus siglas en inglés), es muy similar a la Administración de Documentos (DM). En ambos casos, los propietarios de contenido almacenan archivos en un repositorio. A menudo, al contenido se le asignan metadatos, se asegura, es indexado para búsqueda posterior, y es enrutado a través de un workflow. La diferencia más obvia entre DM y WCM es que el contenido administrado es específicamente publicado en un sitio Web o como parte de una aplicación Web. Más allá de esta distinción de alto nivel, hay algunas otras diferencias que hacen que la WCM merezca una discusión separada [13]. Estas incluyen:

- Herramientas propietarias usadas para crear contenido.

- Separación de la presentación y el contenido.
- Publicación sistemática o despliegue de contenido.

A continuación, de forma breve se da una mirada a cada uno de estos aspectos.

Herramientas Propietarias

La mayoría de las soluciones de administración de contenido tratan con archivos generados por una suite ofimática. Por supuesto, existen excepciones tales como las de varios tipos de archivos de gráficos, formatos de dibujo (CAD/CAM) y otras herramientas especializadas, pero con frecuencia, los archivos son generados por un número pequeño de herramientas diferentes y un número incluso menor de proveedores distintos de software.

En el caso de la WCM, hay una amplia variedad de herramientas involucradas desde editores de texto hasta ambientes de desarrollo integrado para programas de gráficos con múltiples vendedores en cada categoría. Esto conlleva a que una solución WCM necesita ser muy flexible en la forma de integrarse con herramientas propietarias. La alternativa, la cual obliga a los desarrolladores a suministrar las herramientas favoritas de determinados usuarios en favor de un estándar, puede resultar en una “pesadilla de administración de contenido”.

Separación de la presentación y el contenido

WCM no requiere la separación entre la apariencia del contenido sobre el sitio web y su almacenamiento. Pero muchas implementaciones toman ventaja de este principio ya que las tareas concernientes al diseño del sitio se hacen más fáciles, facilita la publicación multicanal, y permite a las personas crear contenido sin habilidades de programación Web.

Para comprender por qué esto es así, es necesario ejemplificarlo suponiendo un sitio web que tiene su contenido y presentación mezclados. Cuando sea tiempo de rediseñar el sitio, se debería tocar todas las páginas web ya que cada página tiene su propio marco de presentación. De forma análoga, la creación de contenido está limitada a personal con habilidades técnicas. Por otra parte, hay un riesgo de que el propietario del contenido (por ejemplo, la persona que escribe o publica un trabajo) inadvertidamente podría impactar de forma negativa el diseño de la página.

Una forma de evitar estas problemáticas es separar el contenido de la presentación del mismo. Un mecanismo para realizar esto es almacenar el contenido como XML de presentación independiente. El XML puede luego ser transformado en cualquier presentación que se requiera. Así, un rediseño es tan simple como cambiar la presentación en un solo lugar y luego visualizarlo en todas las páginas.

El impacto de separar el contenido de su presentación se da en tres sentidos. Primero, asumiendo que los consumidores del contenido no están interesados en leer XML puro, algo debe ser responsable de transformar el contenido. Dependiendo de la aplicación, esto puede llevarse a cabo por el sistema WCM o una aplicación web frontend.

Lo segundo, en el caso de contenido estático, cualquier cambio en el contenido subyacente tiene que lanzar una transformación permitiendo que la capa de presentación se actualice, siempre recordando que puede haber más de un archivo afectado por el cambio.

Tercero, los autores del contenido pierden el beneficio de creación de contenido WYSIWYG (What You See Is What You Get) ya que el contenido no se observa inmediatamente, sino hasta tanto se publique en el sitio web. El sistema WCM, entonces, tiene que ser capaz de permitir a los autores de contenido “previsualizar” el contenido tal como ellos lo crean, preferiblemente en el contexto del sitio.

Publicación Sistemática o Despliegue

Un sistema de Administración de Documentos es un poco como una base de datos relacional en el sentido de que este es típicamente un repositorio centralizado y autoritativo (gestionando aspectos de seguridad y control de acceso). Hay excepciones, pero en la mayor parte, el contenido reside en un repositorio y es recuperado por los sistemas y las aplicaciones que lo requieran. Por otro lado, un sistema WCM a menudo se enfrenta al desafío de despliegue o publicación. Los archivos van al repositorio, pero deben ser entregados a algo para ser consumidos. Esto puede ocurrir sobre una tarea programada, en la petición de un usuario, como parte de un flujo de trabajo, o todos a la vez. Lo que es seguro es que algunos sitios web recuperan su contenido dinámicamente; pero la mayoría de los sitios tienen al menos un subconjunto de contenido que debe ser estáticamente entregado a un servidor web.

Con base en los aspectos anteriormente descritos, la arquitectura del proyecto quedó definida como se muestra en la figura 3.4, denotando la relación entre sus componentes.

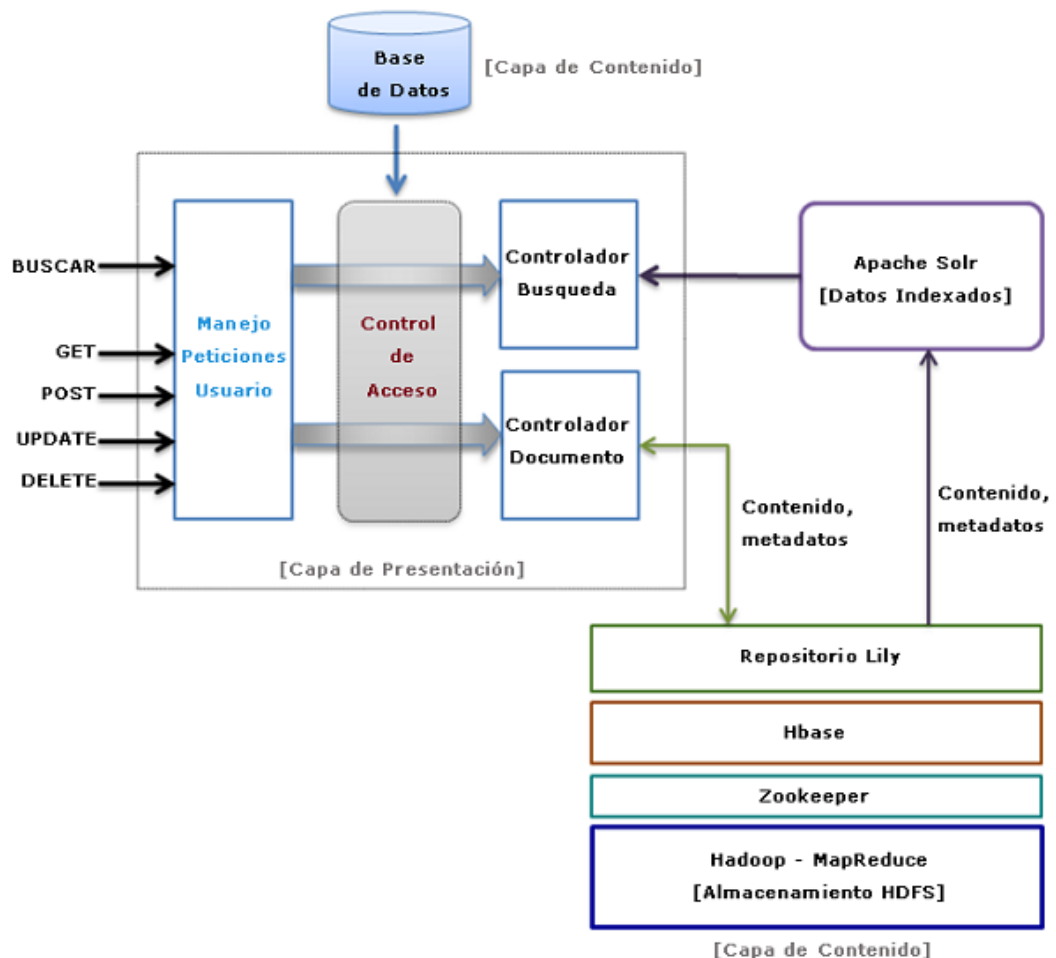


Figura 3.4.: Arquitectura del Sistema ECM

La arquitectura establecida define dos capas específicas:

- La capa de contenido.
- La capa de presentación.

La Capa de Contenido

En esta capa se optó por correlacionar dos estructuras de almacenamiento de datos con características especiales. La primera está constituida por una base de datos relacional y la segunda por un repositorio de almacenamiento de contenidos digitales no estructurados o heterogéneos, donde su funcionamiento está en concordancia con lo estipulado en el tercer objetivo del proyecto. Para este propósito se utilizó el motor de bases de datos MySQL y el repositorio de contenido heterogéneo Lily⁴.

En el ámbito del almacenamiento relacional, éste se utiliza con el propósito de gestionar los datos proporcionados por la aplicación de flujos de trabajo y para el registro de los datos correspondientes a las credenciales de acceso e información básica de los usuarios del sistema (su uso es opcional). En lo referente a Lily como plataforma de gestión de datos de carácter heterogéneo, es importante resaltar que su funcionamiento está basado en la plataforma de código abierto “big-data” de Apache llamada Hadoop⁵. Apache Hadoop utiliza HDFS (Hadoop Distributed File System), un sistema de fichero distribuido escrito en java, escalable y tolerante a fallos. Aunque Hadoop puede funcionar con varios sistemas de ficheros (sistema de ficheros locales de Linux, GlusterFS, S3 de Amazon, etc.) HDFS se desmarca de ellos por ser totalmente compatible con MapReduce (modelo de programación) y ofrecer la optimización de “localidad de los datos”, lo cual lo convierte en la solución “natural” de Hadoop. Adicionalmente, Lily incorpora a su estructura de funcionamiento dos tecnologías robustas en administración de contenido digital: Hbase y SOLR⁶. Hbase es una base de datos no relacional, distribuida, altamente escalable, escrita en java, “open source” y que corre sobre HDFS. Lily utiliza Hbase para el almacenamiento de datos granulares. Apache SOLR, por otra parte, se emplea en conjunto con el repositorio de contenido con el objeto de consolidar una plataforma de indexación y búsqueda de propiedades específicas de las unidades de contenido digital que Lily manipula. Finalmente, la administración de todas las tecnologías que implementa el repositorio se deja a cargo de Zookeeper, un servicio centralizado que actúa como un coordinador de aplicaciones distribuidas (incluyendo sus configuraciones).

Lily proporciona escalabilidad y replicación a través de su arquitectura distribuida. Lily cuenta con múltiples nodos; cada nodo es responsable de participar en una o más de sus funcionalidades (almacenamiento, búsqueda y recuperación de contenido entre otras). Ya que Lily utiliza un almacenamiento NoSQL (no relacional), éste permite que se puedan agregar al repositorio cualquier tipo de esquema rico (flujos de datos binarios en múltiples formatos) [14]. Este repositorio está diseñado para ser usado por cualquier clase de aplicación front-end (capa de presentación) usando opcionalmente

⁴Lily es un repositorio de datos escalable para almacenar, buscar y recuperar registros (o items de contenido, documentos, objetos, etc.). Más Información en <http://www.lilyproject.org/>

⁵Apache Hadoop (<http://hadoop.apache.org/>) es un marco de software de código abierto para aplicaciones intensivas de datos distribuidos, originalmente creado por Doug Cutting para apoyar su trabajo en Nutch, un motor web de código abierto.

⁶Web del proyecto: <http://lucene.apache.org/solr/>

el API de Lily basado en Java o a través de la interfaz REST⁷ (Representational State Transfer) del servicio Lily.

El modelo de repositorio de Lily ofrece una rica funcionalidad expresada en campos multivalor, links, versionado, y un esquema que fácilmente se puede cambiar. La entidad básica administrada por el repositorio es llamada *registro*. Los registros son conjuntos de campos y se adhieren a un tipo de registro el cual especifica los *tipos de campos* que se permiten dentro del registro. Los tipos de campo definen la clase de valor que se puede almacenar en el campo (string, long, decimal, link, etc.) y el alcance del campo. El alcance del campo o *scope* determina si un campo es versionado o no. Los campos versionados son inmutables: por cada cambio o actualización de un campo versionado se crea una nueva versión dentro del registro. Los registros en su definición siempre cuentan con un Id de registro que puede ser asignado por el cliente cuando crea el registro, o se asigna automáticamente por el repositorio, en cuyo caso este será un UUID (Identificador Único Universal).

Es importante mencionar que los campos en un registro pueden ser *blobs* (objetos binarios grandes). Estos blobs se almacenan tanto en Hbase como en HDFS dependiendo de una estrategia basada en el tamaño. Los blobs más pequeños como las páginas HTML pueden ser almacenadas en Hbase, mientras que los blobs mas grandes serán manejados como flujos que se almacenan en HDFS.

La Capa de Presentación

En la capa de presentación de datos, todos sus elementos constitutivos se soportan sobre el protocolo HTTP y corre bajo el servidor de aplicaciones Apache. Este sistema de soporte al cliente implementa un OSWeb conocido como Oneye⁸ construido sobre el lenguaje de programación PHP como núcleo principal de procesamiento de peticiones, las cuales usualmente se efectúan a través de un navegador Web y hacen uso de técnicas asincrónicas por medio de Javascript para la carga de información. En concordancia con los sistemas WCM, la plataforma posee un sistema de separación de contenido con relación a su presentación permitiendo manipular información sobre la capa de presentación en diferentes interfaces de trabajo para lo cual se usa un lenguaje de marcado extensible como capa de recuperación de datos.

Oneye está basado en un micro-kernel. Éste, está pensado con el único propósito de unificar los servicios del sistema. En otras palabras, Oneye tiene muchos servicios para tareas específicas (manejo de usuarios, eventos, operatividad sobre ficheros, etc.) y el kernel es el responsable de su comunicación y localización. Los servicios en Oneye realizan tareas de bajo nivel. Por ejemplo, las aplicaciones no manipulan archivos directamente: en vez de esto, ellas usan un servicio diseñado para este propósito. De este modo, la seguridad se garantiza ya que los servicios aplican restricciones a las peticiones de la aplicación. Las aplicaciones son pequeños programas que se desarrollan en PHP, mediante el uso de un conjunto de bibliotecas y sobre los servicios del OSWeb⁹. En el sistema operativo Web utilizado, los controladores de documento y de búsqueda se ubican en el servicio de administración del sistema

⁷En el año 2000, Roy Fielding, uno de los colaboradores clave para HTTP y URI, codificó la arquitectura de la Web en su tesis doctoral titulada "Architectural Styles and the Design of Network-Based Software Architectures." En esta tesis, el introdujo el estilo de arquitectura Representational State Transfer (REST).

⁸Plataforma homogénea para el desarrollo de aplicaciones Web. Más información en: <http://oneye-project.org/>

⁹Oneye posee ocho servicios básicos: extern, eyeX, log, mmap, proc, sec, um y vfs

de archivos (VFS por sus siglas en inglés). Los principales cambios sobre el servicio VFS se describen en la sección 3.4.1.

Una característica importante de Oneye es que no requiere de ningún hardware o software especial para su funcionamiento. Esta plataforma, en su forma estándar, solo necesita de un servidor Web para su despliegue y el soporte para el lenguaje de programación PHP. Para el caso particular se hizo necesario contar, de forma adicional, con un extractor de metadatos en el front-end (Apache Tika) para el pre-procesamiento de ficheros digitales y el cumplimiento de unas condiciones especiales debido a la creación de nuevas aplicaciones en el OSWeb que utilizan servicios externos (ver el apartado 3.4.2).

Consolidación de la Plataforma

El producto final, como aplicación de red, utiliza el estilo arquitectural REST. Este estilo, en términos abstractos, describe el funcionamiento del World Wide Web. Las tecnologías que soportan su funcionamiento incluyen el Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP), el Identificador Uniforme de Recurso (URI), lenguajes de marca tales como HTML y XML, y formatos “web-friendly” como JSON.

3.3. Diseño

Durante la fase de diseño se implementaron tres tareas relacionadas con la definición de las operaciones realizadas por el sistema, el establecimiento de los patrones de comunicación entre componentes y la terminación del modelo estático del proyecto. Siguiendo este esquema de tareas, el primer producto de esta fase estuvo constituido por el conjunto de diagramas de actividad. La figura 3.5 ilustra este tipo de diagrama en relación a las acciones correspondientes para la creación de contenido.

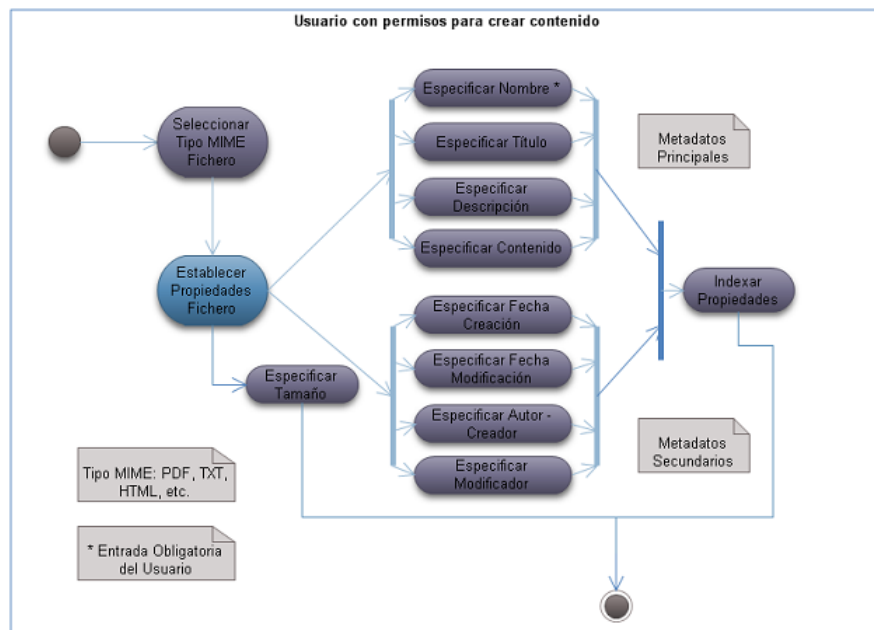


Figura 3.5.: Diagrama de Actividad para la Creación de Contenido

Los diagramas de actividad permiten representar los tres componentes estructurales existentes en todos los lenguajes de programación basados en procedimientos: secuencias, selecciones e iteraciones. Esta capacidad para modelar procesos en esta

forma resulta de gran ayuda durante la creación de los modelos de las operaciones de las clases. Los diagramas de actividad adicionales realizados en el proyecto se encuentran en el apéndice B.2.

Una vez realizados los diagramas de actividad, se definieron los diferentes comportamientos del aplicativo a través de los diagramas de secuencia. Los diagramas de secuencia pertenecen a los diagramas de interacción que proporciona UML. Para el caso particular, estos diagramas brindaron el soporte a todo el modelo dinámico del sistema y ayudaron en la especificación de los patrones de comunicación entre un conjunto de objetos o sistemas participantes durante una secuencia de tiempo. La figura 3.6 describe las interacciones y objetos necesarios para la creación de contenido a través del Sistema ECM.

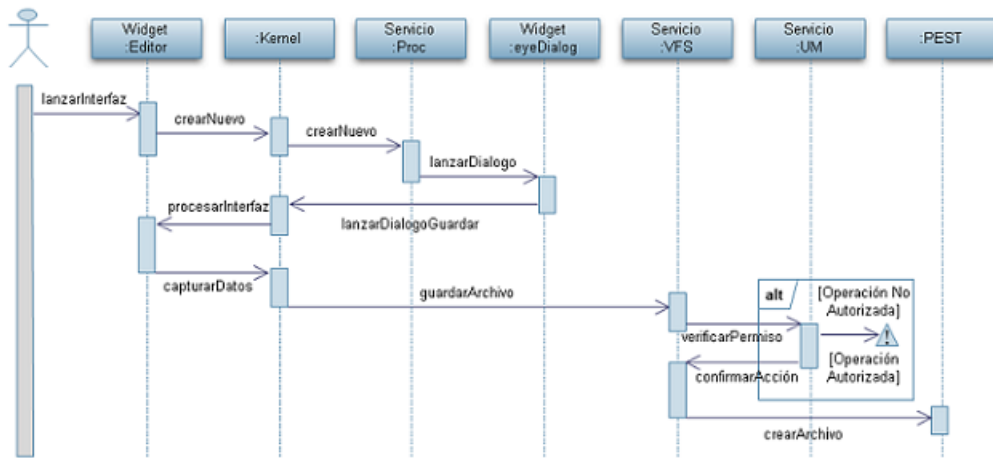


Figura 3.6.: Diagrama de Secuencia para la Creación de Contenido

Finalmente, se refinaron los diagramas de clases retroalimentados a través de las etapas de análisis y diseño preliminares. El argumento de uso para este tipo de diagramas en el proyecto se basa en que mediante iteraciones sucesivas, proporciona una base de alto nivel para la arquitectura del sistema y una base de bajo nivel para la adjudicación de datos y comportamiento a clases individuales. Además, resulta fundamental en la etapa de diseño de código del programa que implementa el sistema. La figura 3.7 muestra el diagrama de clases obtenido.

Las clases en color azul oscuro representan las clases que están encargadas de las tareas de bajo nivel (el micro-kernel y los servicios complementarios del OSWeb), a las cuales no se les hizo cambio en su estructura y planteamiento original. Las clases que se presentan en color verde se caracterizan por sufrir algunos cambios importantes y en casos particulares por su creación y adición a las diferentes capas de la arquitectura base. Un ejemplo de transformación en la orientación de algunos métodos sucede en la clase relacionada con el servicio de administración del sistema de archivos, donde se modificó el modulo virtual (vfs) para consolidar la comunicación con el repositorio central de datos mediante una librería cliente para servicios Web RESTfull llamada PEST¹⁰. A su vez se agregaron nuevos procedimientos a vfs para facultar la interacción con la base de datos relacional y el motor de indexado, elementos que no se consideran en la funcionalidad original del Sistema Operativo Web. En el ámbito de las aplicaciones (apps), se crean nuevas funcionalidades y se mejoran las existentes con el objeto de potenciar las nuevas características que provee la capa de almacenamiento propuesta (búsqueda de archivos, gestor de archivos,

¹⁰más información en <http://github.com/educoder/pest>

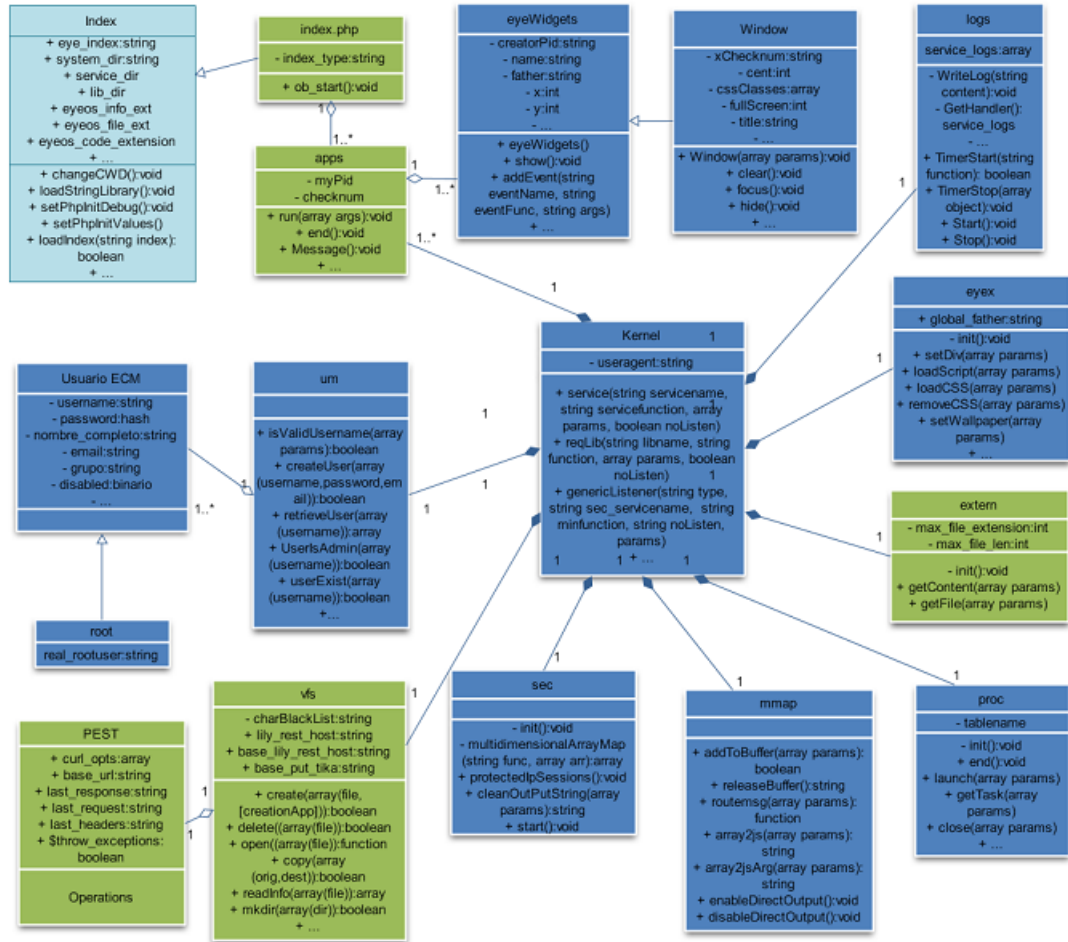


Figura 3.7.: Diagrama de Clases del Sistema

creación, eliminación y recuperación de documentos entre otras). Finalmente, las clases en color azul claro solo revisten unos cambios menores con el objeto de armonizar los cambios más profundos realizados al interior del sistema y anexar algunas propiedades específicas manipuladas en la capa de presentación.

3.4. Implementación

En esta etapa del proyecto, la existencia de una especificación de diseño eficaz permitió fácilmente determinar como se debía estructurar la producción de código. En los estados iniciales del proyecto, sin embargo, se presentaron algunos errores menores de diseño y algunas piezas de código no se alinearon con los diagramas. Posteriormente las nuevas iteraciones y los nuevos prototipos permitieron la convergencia incremental esperada entre los diagramas y la programación. Lograr la compatibilidad entre el modelo del diseño y el código permitió sistemáticamente ser ágiles y, por ende, alcanzar el desarrollo de los incrementos siguientes en intervalos de tiempo más cortos .

3.4.1. Codificación

Durante el proceso de producción de código se utilizó el esquema de pequeños “releases” basados en iteraciones cortas. Esta forma de trabajar en la consolidación de código fuente facultó la creación de prototipos funcionales a los cuales, en

periodos cortos de tiempo (1 o 2 semanas máximo), se les incrementaban nuevas funcionalidades y, secuencialmente se practicaban retroalimentaciones relacionadas con el diseño y la generación de código para verificar su calidad y cumplimiento con los requerimientos establecidos originalmente. Para codificar todas las funcionalidades del sistema se usó un editor de texto simple pero muy versátil conocido como Notepad ++, el cual tiene un entorno multilenguaje y ofrece las herramientas básicas para el desarrollo de tareas relacionadas con la elaboración de fuentes en un lenguaje interpretado.

Para lograr la ejecución del sistema ECM fue necesario instanciar servidores con múltiples servicios. Además de utilizar un servicio para el despliegue del aplicativo Web, se hizo necesario contar con un repositorio de contenido heterogéneo, un gestor de bases de datos relacionales, un extractor de metadatos, un indexador de contenido y servicios “on the cloud” para la realización de mecanismos de creación y/o modificación del contenido digital en el Sistema de Información.

En esta etapa de producción de código es importante resaltar tres núcleos fundamentales de trabajo, sobre los cuales se orientaron todos los esfuerzos de codificación. El primer núcleo de trabajo se basó en el mecanismo de almacenamiento. Como se refirió en apartados anteriores de este documento (ver sección 3.2.3), el sistema ECM cuenta con una capa de contenido, la cual se estructuró mediante el análisis de las características específicas de la información digital de carácter heterogénea producida y gestionada en el ámbito administrativo del área de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia. Guardando la coherencia con dichos requisitos, se utilizó como estructura de almacenamiento primaria un repositorio de contenido escalable caracterizado como un aplicativo de servidor distribuido que está diseñado para dar soporte a aplicaciones “front-end” (CMS, DMS, DAM, ...). En este repositorio no hay una jerarquía específica sobre los datos que se almacenan, por tanto, todo elemento de información se almacena como un registro que a su vez está constituido por una colección de campos. El trabajo realizado en este primer momento se enfocó en determinar una estructura “maestra” para la consolidación de contenido digital en diferentes formatos, enfocándose en poder efectuar sobre dicho registro las operaciones básicas de interacción (almacenamiento, búsqueda y recuperación). Una vez generado el primer conjunto de campos (atributos) más cercano a la definición de un fichero digital genérico se hizo uso del API REST proporcionado por el repositorio mediante PHP para la comunicación y utilización de la estructura de contenido. Así mismo, se resalta el desarrollo de los archivos de configuración del indexador, motor de búsqueda del subsistema de almacenamiento, ya que el repositorio cuenta con una integración especial hacia esta estructura que se utilizó posteriormente para la búsqueda de contenido basándose en la definición de campos y características con el objeto de enriquecer las funcionalidades en la capa de presentación.

El segundo núcleo de codificación estuvo dirigido a transformar el sistema de trabajo de la plataforma Web sobre la cual se desarrollaron las aplicaciones del Sistema ECM. En relación a lo planteado en la etapa de análisis se decidió utilizar un WebOS conocido como Oneye. Oneye desde un punto de vista técnico es una plataforma homogénea para el desarrollo de aplicativos. Este “sistema operativo Web” ofrece la posibilidad de desarrollar aplicaciones usando únicamente código PHP y basa su funcionamiento en una especie de micro-kernel donde las funcionalidades se distribuyen estratégicamente en servicios, aplicaciones y bibliotecas. Oneye gestiona toda su estructura de almacenamiento en el servidor Web y no dispone de conexiones a servicios externos para tal fin. Si bien, Oneye ofrecía potencialidades muy atracti-

vas desde su capa de presentación para la gestión centralizada de aplicaciones de diversos propósitos en una única interfaz, se hizo necesario una re-implementación en su funcionamiento para lograr una integración con un repositorio de datos mucho más especializado que el originalmente establecido. Un aporte importante de este proyecto en el proceso de codificación fue lograr transformar el servicio del sistema de archivos virtuales (VFS), el cual define las funciones de interacción de todas las operaciones relacionadas con el almacenamiento y recuperación del contenido digital producido por los usuarios en el servidor web, estableciéndose una nueva fuente de almacenamiento escalable y distribuida para las unidades de contenido digital administradas a diferencia del tradicional mecanismo de almacenamiento de ficheros que utiliza el servidor de despliegue del aplicativo Web para dicho propósito.

El tercer y último núcleo de trabajo estuvo direccionado a la construcción de todas las interfaces gráficas de usuario relacionadas con la administración de contenido Web y las diversas actividades de interacción con el contenido digital durante el ciclo de vida del mismo. Todas estas interfaces hacen uso de AJAX para realizar peticiones de forma asíncrona hacia el servidor Web quien internamente se encarga de procesar acciones en los servicios adicionales de la plataforma (repositorio de contenido, extractor de metadatos, base de datos, motor de búsqueda, etc.) si fuese necesario y genera la respuesta empaquetada en formato XML para ser enviado a la capa de presentación. Es así, como finalmente el usuario a través de su navegador Web obtiene acceso a múltiples funcionalidades con diversidad de propósitos (acceso a contenido digital multiformato, gestión de usuarios, herramientas colaborativas, etc.) en una sola ventana con un ambiente lo más cercano posible al de un sistema operativo de escritorio convencional.

3.4.2. Instalación

Para garantizar las condiciones necesarias en la ejecución integral de la plataforma Web se tuvieron en cuenta el uso de diferentes tecnologías de soporte. A continuación listamos las herramientas necesarias para el correcto funcionamiento de la plataforma¹¹:

- Servidor Apache 2.2.22 o superior.
- Soporte en el servidor Apache para PHP 5.4.3 o superior.
 - Extensión CURL para soporte de conexión y comunicación con servidores externos en PHP.
 - Extensión MYSQL para soporte de conexión con servidores MySQL en PHP.
- Servidor de Bases de Datos MySQL 5.5.24 o superior.
- Sistema Operativo de 64 bits basado en Unix con soporte para Hadoop.
- Oracle Java JDK 1.6 (JDK 1.7 también es soportado).
- Servidor SSH.
- Cloudera Manager Free Edition¹² 4.5.0 o superior

¹¹La configuración de componentes puede variar si se opta por la personalización de configuraciones y la estructuración de un cluster para el motor de indexado

¹²Cloudera Manager Free Edition automatiza la instalación y configuración de la distribución de Hadoop de Cloudera (CDH) sobre un cluster completo, requiriendo únicamente acceso SSH del root a sus máquinas en el cluster. Más información en <http://www.cloudera.com/>

- Repositorio de Contenido Lily 2.0.
- Servidor Apache Solr 4.3.0 o superior
- Extractor de Metadatos Tika 1.5 (versión servidor).

Es importante indicar que para la instalación desarrollada se utilizó el software Cloudera Manager con el objeto de utilizar una herramienta de instalación centralizada del cluster conformado por las tecnologías utilizadas por el repositorio de contenido Lily (HDFS, Hadoop, Hbase, Zookeeper) descritos en el apartado relacionado con la capa de contenido en la sección 3.2.3

Como una exigencia adicional a las ya mencionadas, el sistema debió contar con una conexión directa a Internet y un dominio público legalmente establecido. Esta exigencia se deriva de la implementación de APIs remotas de los servicios relacionados con la facultad de generar contenido digital mediante la utilización de editores WYSIWYG (What You See Is What You Get) haciendo uso de los servidores que la compañía ZOHO¹³ destina para tal fin. Este aspecto, durante el proceso de codificación, fue uno de los más complejos de llevar a cabo debido a la falta de la infraestructura mencionada; finalmente, se pudo desarrollar las pruebas pertinentes en las instalaciones de las sedes de la Universidad del Valle en Tuluá y Caicedonia.

Es importante destacar que durante el desarrollo del proyecto se consolidaron dos ambientes de implantación diferentes. El primero, utilizando una única computadora, consistió en la construcción de la arquitectura del sistema ECM haciendo uso de técnicas de virtualización para la consolidación del repositorio de documentos Lily y logrando la comunicación entre los distintos componentes a través de una red LAN virtual entre los sistemas operativos de 64 bits, Microsoft Windows 7 (anfitrión) y Ubuntu 12.04.04 (invitado). Inicialmente, este ambiente garantizó la ejecución del conjunto de pruebas de integración sin mayores inconvenientes. Las dificultades presentadas en este ambiente se relacionaron con la adquisición continua de una dirección Ip pública para el testing de los servicios externos que se integraron al sistema y que posteriormente se redefinió a la obtención de un dominio de Internet legalmente constituido. Además, esta configuración basada en una sola maquina imposibilitó la capacidad de desarrollar un repositorio escalable y distribuido a través de la construcción de un cluster.

El segundo ambiente de implantación se desarrolló con el objeto de eliminar las dificultades presentadas con el ambiente anterior. Esta configuración del sistema se instaló en la Universidad del Valle - Sede Caicedonia previa autorización de los entes administrativos correspondientes. El Sistema ECM utilizó para el despliegue de sus componentes un total de 6 máquinas de compute. En lo que respecta a la arquitectura, la capa de presentación se configuró en el servidor principal de la institución, el cual posee un dominio legalmente establecido y dos segmentos de red (público y privado). La capa de almacenamiento (incluyendo el motor de indexado) se desplegó sobre un segmento LAN conformado por 5 equipos. La figura 3.8 describe el entorno de ejecución de pruebas configurado en las instalaciones de la Univalle Caicedonia incluyendo la integración con los servidores de servicios externos.

¹³Mayor información en <https://apihelp.wiki.zoho.com/>

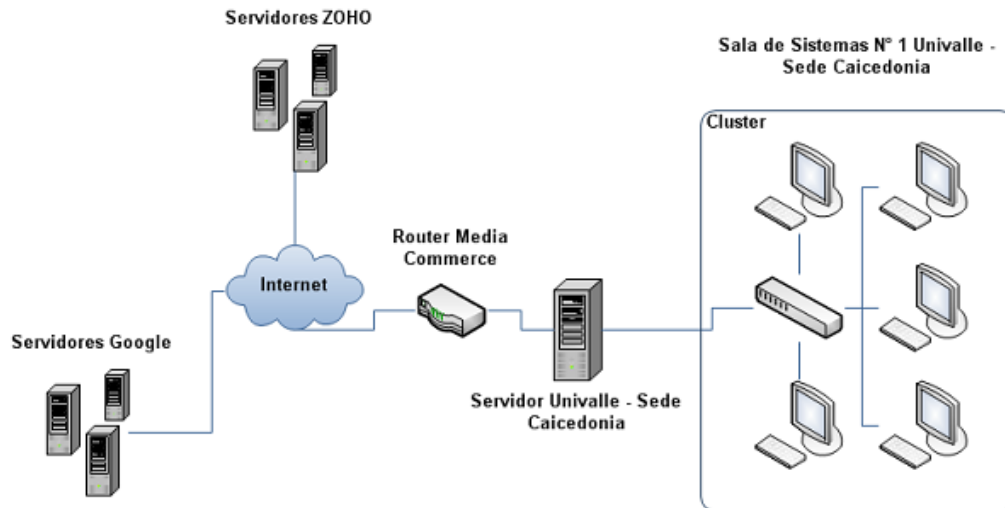


Figura 3.8.: Diagrama de red del segundo ambiente de implantación

En el diagrama de red presentado se ilustra el uso de un conjunto de equipos de computo cuya finalidad fue consolidar el cluster que conformó la capa de almacenamiento. Estos equipos hacen parte de la Sala de Sistemas N° 1 y cuentan con las siguientes propiedades a nivel de hardware:

- **Tipo de Computadora:** Equipo basado en ACPI x86
- **Tipo de CPU:** Dual Core Intel Core 2 Duo E7200, 2533 MHz (9.5 x 267)
- **Nombre del motherboard:** Dell OptiPlex 330
- **Chipset del motherboard:** Intel Bearlake G31
- **Memoria del sistema:** 4 GB
- **DIMM1:** Samsung M3 78T5663RZ3-CF7, 2 GB DDR2-800 DDR2 SDRAM (6-6-6-18 @ 400 MHz) (5-5-5-15 @ 333 MHz) (4-4-4-12 @ 266 MHz)
- **DIMM2:** Samsung M3 78T5663RZ3-CF7, 2 GB DDR2-800 DDR2 SDRAM (6-6-6-18 @ 400 MHz) (5-5-5-15 @ 333 MHz) (4-4-4-12 @ 266 MHz)
- **Tipo de BIOS:** Phoenix (08/31/08)
- **Controlador IDE:** Controladora ATA de serie AHCI 1.0 estándar
- **Disco rígido:** WDC WD1600AAJS-75B4A0 ATA Device (149 GB, IDE)
- **Placa de red:** Broadcom NetXtreme 57xx Gigabit Controller

En cuanto a las propiedades de hardware del servidor principal (servidor de despliegue de la capa de presentación) tenemos:

- **Tipo de CPU:** Intel Xeon E5-2440, 2.40 GHZ (6 nucleos)
- **Memoria del sistema:** 8 GB RDIMM, 1600MT/s, Low Volt, Single Rank, x4 Data Width
- **RAID:** RAID 1 for H710P/H710/H310 (2 HDDs) with Cabled Chassis
- **Disco rígido:** Disco duro SATA 1TB 7.2K RPM 3Gbps 3.5 inch Cabled

En referencia a los sistemas operativos utilizados para la configuración final, se contó con Fedora 20 (Heisenbug) instalado en el servidor principal y Ubuntu 12.04 LTS (Precise Pangolin) para los equipos que conformaban el cluster. Ambos sistemas operativos corrían bajo la arquitectura de 64 bits.

Los equipos del cluster fueron posteriormente configurados con todos los servicios y el software necesario para la puesta en marcha del repositorio de contenido Lily. La figura 3.9 presenta las características más importantes en cuanto al ámbito operativo y tecnológico de las cinco máquinas utilizadas.

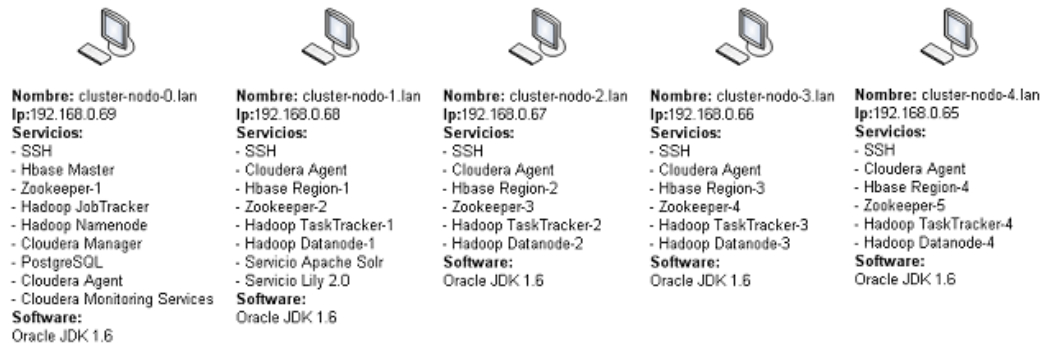


Figura 3.9.: Perfil operacional de los equipos instalados en el cluster

De forma análoga, se logró implantar la capa de presentación en el servidor principal de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia contando para ello con los características, servicios y aplicaciones denotadas en la figura 3.10.

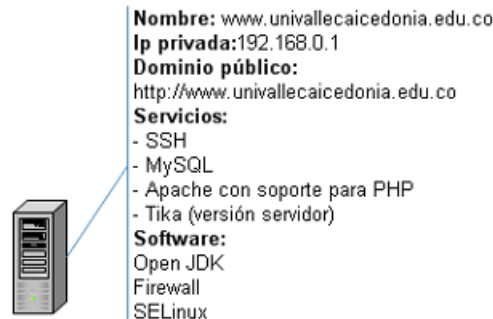


Figura 3.10.: Perfil operativo del servidor principal

Es importante mencionar que la puesta a punto de todos los componentes necesarios para este segundo ambiente de implantación tomó cerca de tres meses debido a intromisiones de terceros en los equipos del cluster, traducándose esto en daños irreversibles en las configuraciones realizadas (formateos imprevistos de las máquinas y eliminaciones de los discos virtuales de las instalaciones de Ubuntu). Por ende los procesos de consolidación de la arquitectura ECM propuesta para la plataforma se debieron reiniciar en dos ocasiones, hecho que retrasó en un alto grado la ejecución del plan de pruebas previsto.

Al termino de esta etapa y como sugerencia metodológica se utilizó el diagrama de despliegue con el objeto de describir la configuración de los elementos en proceso de ejecución y los componentes de software, artefactos y procesos que se encuentran en ellos. También se utiliza este tipo de diagrama para mostrar tipos de máquina o instancias particulares. Tomando en cuenta esta recomendación, y de acuerdo a los componentes de software desarrollados e implementados se definió el diagrama de despliegue para la plataforma ECM (ver figura 3.11).

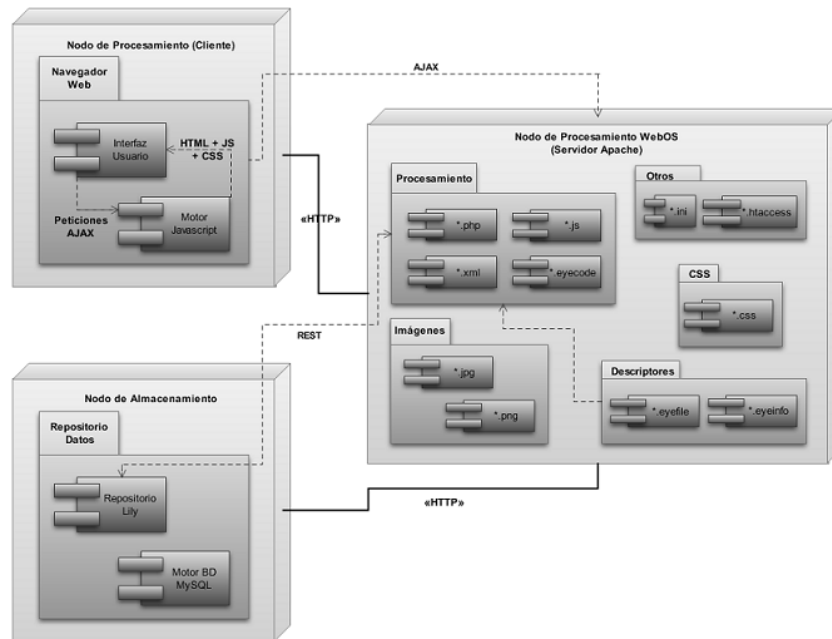


Figura 3.11.: Diagrama de Despliegue del Sistema ECM

3.4.3. Descripción general del aplicativo Web

En este apartado se define de forma breve y concisa los elementos gráficos más importantes que presenta el sistema ECM para las coordinaciones académicas de las Universidad del Valle - Sede Caicedonia. En la figura 3.12 se presenta la pantalla principal de interacción del sistema.

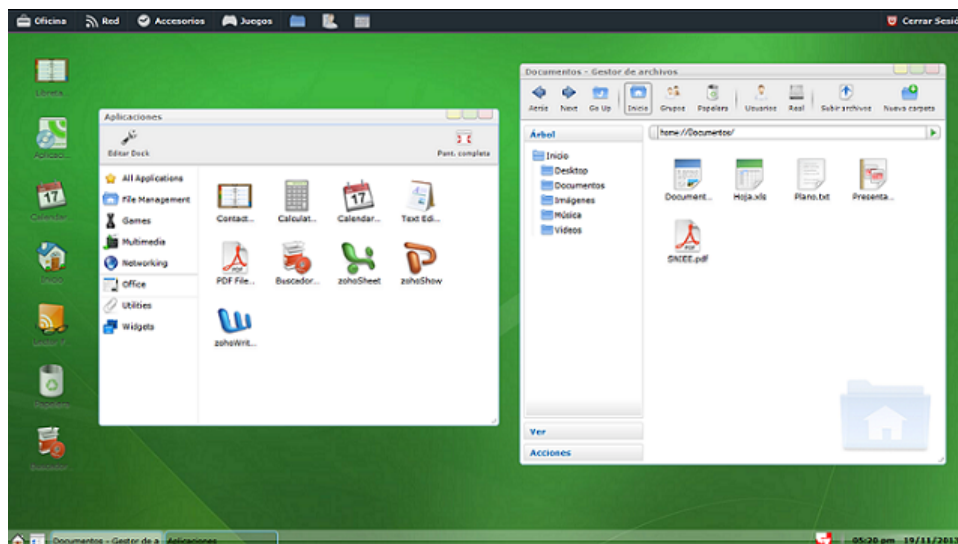


Figura 3.12.: WebOS del sistema ECM

Una vez el usuario se loguea en el sistema, se le presenta un “escritorio” donde encuentra elementos que asisten su experiencia en un ambiente de trabajo similar al de un ordenador personal. En este contexto se presenta una barra de tareas en la parte inferior donde se concentran las aplicaciones abiertas y elementos visuales de apoyo y configuración, un espacio de trabajo central donde se disponen accesos directos a diferentes aplicaciones con las que cuenta la plataforma, se despliegan los aplicativos y una barra superior donde se clasifican algunos accesos directos entre

los que se incluye el cierre de sesión del usuario. Durante el desarrollo de esta sección se enuncian las principales aplicaciones con las que cuenta el sistema Web.

Gestor de Archivos

Este aplicativo es quizás el más importante dentro del compendio de interfaces con que cuenta el sistema Web. Este explorador de archivos gestiona en tiempo real las operaciones de interacción con los ficheros digitales, permite la creación de archivos planos y desarrolla operaciones de tipo “Drag and Drop” con el contenido del usuario. Esta herramienta proporciona, adicionalmente, la capacidad de despliegue de archivos de una carpeta en diferentes presentaciones (Iconos, Lista y Detalles) y su integración con la papelera de reciclaje del usuario faculta la eliminación de contenido. De igual forma permite subir archivos desde fuentes externas al repositorio. A nivel técnico, esta interfaz soporta la mayoría de operaciones del ciclo de vida del contenido y gestiona esencialmente las interacciones con el servicio VFS.

La estructura de funcionamiento a nivel interno de la interfaz de gestión de archivos se concentra en un módulo específico (administrado por el servicio VFS) que gestiona la comunicación con el repositorio central de datos y lleva a cabo actividades de creación, lectura, actualización y eliminación de contenido entre otras. Es importante aclarar que el contenido del repositorio cuenta con unos descriptores especiales de identificación y caracterización en el servidor de despliegue del sistema Web. En consecuencia todo fichero digital que esté en el repositorio contará con dos ficheros planos para definir su cuerpo de contenido y sus metadatos, los cuales identifica el gestor de archivos para su respectiva presentación al usuario como una sola entidad. La figura 3.13 muestra algunos de los elementos gráficos derivados de la interacción con el gestor de archivos, permitiendo evidenciar el listado de archivos, el asistente de carga de ficheros externos al repositorio, las ventana de propiedades de un fichero y su carga a través de una aplicación predeterminada.

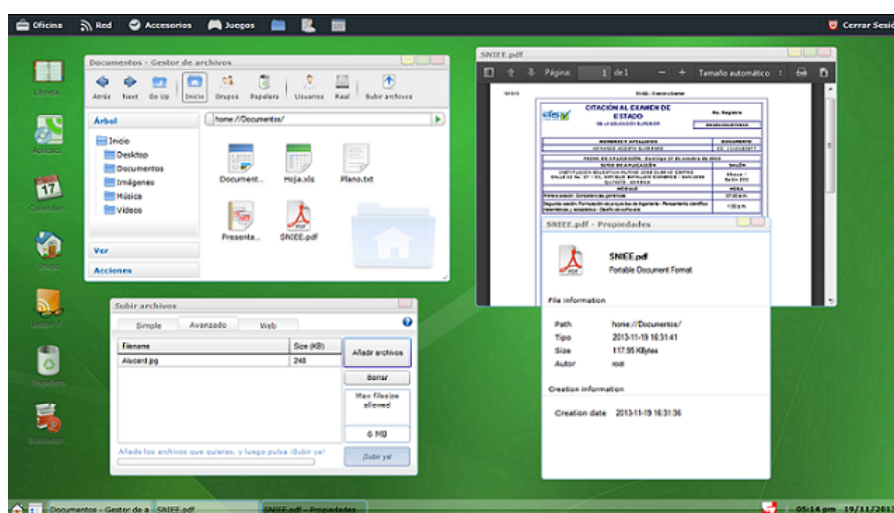


Figura 3.13.: Gestor de Archivos

Interfaces de Producción de Contenido Multiformato

Otro conjunto importante de interfaces gráficas lo constituyen las aplicaciones de creación de contenido digital ofimático. En este rango de aplicaciones se destacan las utilizadas como procesador de texto, hoja de cálculo y creador de presentaciones. Su

funcionamiento se efectúa mediante la correlación de tres componentes fundamentales: el repositorio de datos, el servidor Web y las APIs remotas de ZOHIO. Todo el contenido que se extrae del repositorio siempre se presenta mediante una aplicación específica dentro del aplicativo Web, en este caso las aplicaciones que permiten crear y/o modificar contenido digital con extensiones *.doc, *.xls, *.ppt y similares hacen uso de un servicio Web gratuito de edición proporcionado de forma gratuita. Si bien, las APIs cuentan con algunas limitaciones en sus funcionalidades, estas no alteran las herramientas básicas necesarias para la producción de contenido y permiten cumplir a cabalidad con los requisitos especificados. Además, es importante mencionar que todo el contenido que se produce o se edita mediante estas interfaces siempre se almacena en el repositorio y no se generan copias adicionales en servidores externos.

Adicionalmente, dentro del grupo de herramientas ofimáticas se incluyen un visor de documentos en formato portable (*.pdf) y un editor de texto plano. A diferencia de las interfaces descritas en el apartado inmediatamente anterior, estas aplicaciones no usan servicios externos y se implementan mediante técnicas de programación que incluyen solo elementos del navegador del cliente y el WebOS. A continuación, en las figuras 3.14 y 3.15 se presentan, a modo de ejemplo, las interfaces gráficas correspondientes al editor de texto y la hoja de cálculo.

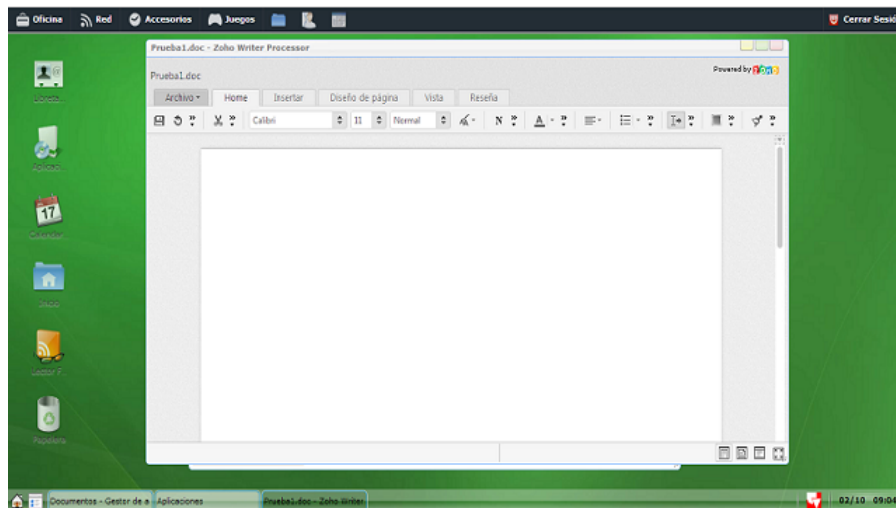


Figura 3.14.: Interfaz del Editor de Texto

Búsqueda y Versionado de Archivos

El sistema ECM desarrollado cuenta con los elementos funcionales necesarios para proporcionar al usuario un modo más completo de trabajar con contenido digital multiformato en el ámbito Web. Siguiendo la perspectiva de administración holística de contenido digital en todo su ciclo de vida, la búsqueda de contenido digital y el versionado de archivos también tienen un lugar en esta plataforma. La búsqueda de archivos se desarrolla con una interfaz gráfica que permite ingresar términos de búsqueda que se tratan en dos grandes conjuntos: los metadatos y el contenido. Su principal atractivo lo constituye el motor de búsqueda con el que interactúa, SOLR, el cual basa su funcionamiento en Lucene¹⁴, una poderosa biblioteca de búsqueda.

¹⁴Apache Lucene es un compilado de clases en Java que proporciona unas construcciones básicas las cuales, en conjunto, forman un mecanismo flexible y poderoso para implementar búsqueda. Más información en <http://lucene.apache.org/>

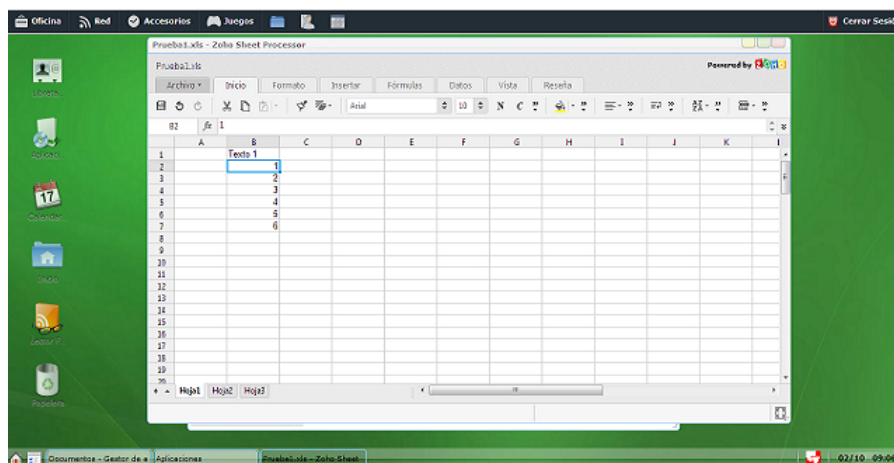


Figura 3.15.: Interfaz gráfica de la Hoja de Cálculo

Los elementos de la interfaz gráfica para la búsqueda de archivos permiten definir parámetros generales y específicos de operación, términos relacionados con el nombre, la fecha de creación, el autor, el estado de versionado y el contenido del fichero, que se transmiten en forma de consulta codificada. Es importante mencionar que el usuario administrador tiene la capacidad de realizar consultas acerca de los archivos eliminados por parte de los usuarios regulares y que cada resultado (realizando un doble clic sobre este) puede llevar a su ubicación original mediante el gestor de archivos. La figura 3.16 ilustra la ejecución de la aplicación de búsqueda de archivos.

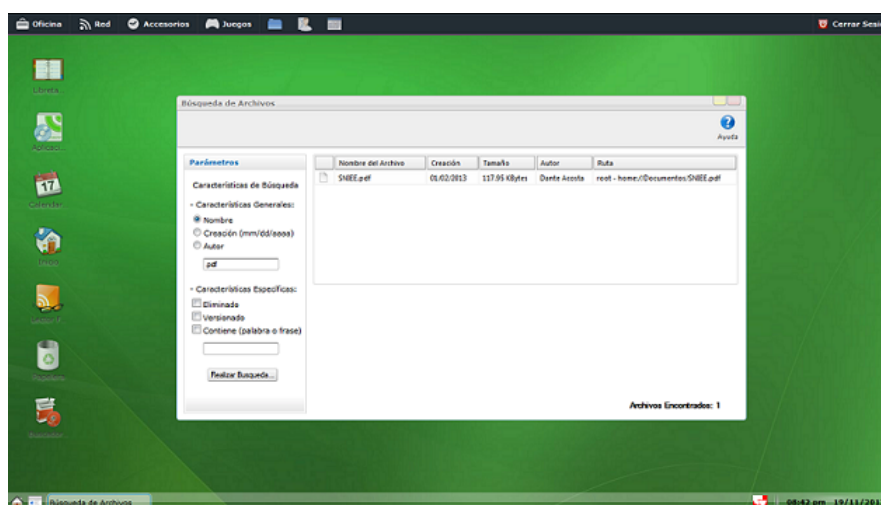


Figura 3.16.: Búsqueda de Archivos en el Repositorio

En cuanto a la capacidad de versionado, se definió una interfaz derivada de una opción en el menú contextual que se genera sobre cada fichero (mediante clic derecho) en el gestor de archivos. Esta aplicación brinda la capacidad de generar un crecimiento secuencial del contenido de un archivo identificándolo por versiones numéricas que indican el grado de cambios realizados. En la figura 3.17 se muestra la interfaz de versionado de archivos.

El versionado de documentos, se concibe mediante cargas incrementales de contenido que se clasifican mediante su grado de cambios en el fichero. Por defecto, todos los archivos del repositorio no tienen versionado, siempre se inicia desde la versión 1 cuando se decide versionar y opcionalmente el usuario decide si la nueva versión

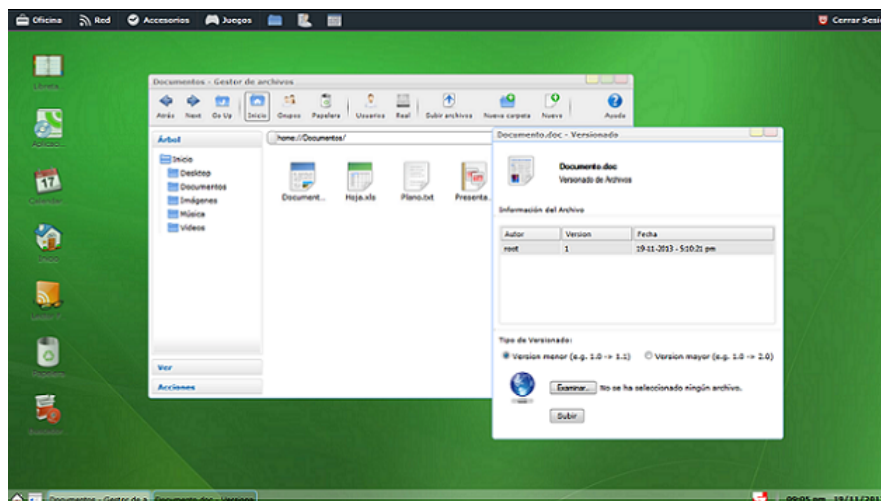


Figura 3.17.: Versionado de Documentos en el Sistema

tiene cambios menores o mayores en contenido que se traducen en un aumento en décimas o unidades respectivamente. Todas las versiones del documento se pueden verificar en modo lectura a través de un visor basado en Google Docs Viewer. La última versión será siempre la accesible por parte de todas las aplicaciones que puedan interactuar con su contenido.

Flujos de Trabajo (Workflows)

Los flujos de trabajo constituyen la principal herramienta colaborativa en el sistema ECM de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia. En esencia, un flujo de trabajo consiste de una asignación de funciones mediante la consolidación de información básica acerca del tipo de Workflow a crear, un mensaje opcional, una fecha de culminación, el personal encargado, el contenido digital a trabajar y su respectiva notificación. La imagen 3.18 ilustra los componentes visuales de la aplicación encargada de la administración de flujos de trabajo.

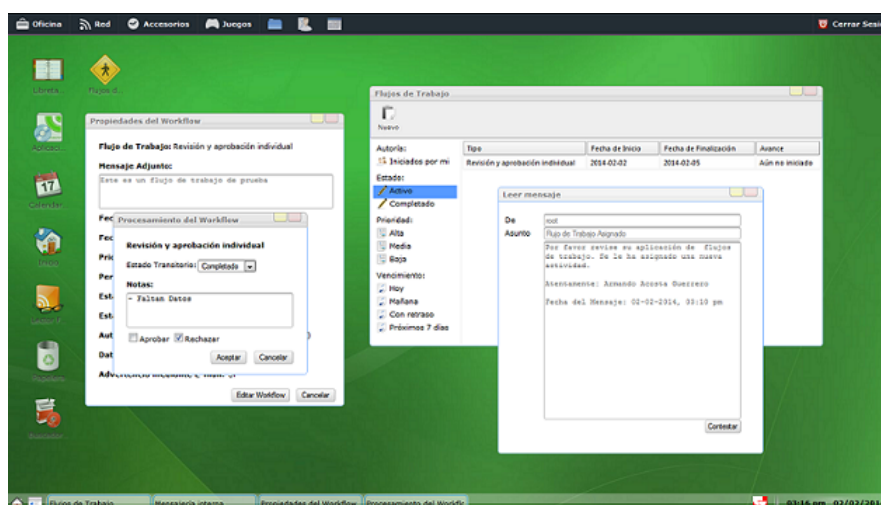


Figura 3.18.: Interfaces gráficas en la gestión de Workflows

Los flujos de trabajo facultan el control de tareas específicas y los estados transitorios de las acciones pre-determinadas exclusivamente en activos digitales hetero-

géneos. Dicha herramienta proporciona un nuevo enfoque de ayuda principalmente en procesos de revisión y aprobación de contenido digital.

Aplicativos Adicionales

Oneye dispone de múltiples aplicaciones que promueven aspectos de productividad, enlace con servicios externos, comunicación interna, administración de configuraciones, entretenimiento y otros elementos adicionales que sustentan un ambiente amigable al usuario. Entre los aplicativos que más se destacan en estos aspectos se tienen:

- Mensajería Interna
- Navegador Interno
- Reproductor de Audio
- Calendario de Eventos
- Lector RSS
- Cliente de Sincronización de Correo Electrónico
- Visor de Imágenes
- Preferencias del Sistema

La implementación de un WebOS, proporcionó en definitiva una plataforma homogénea para el desarrollo de todos los elementos estructurales de la interfaz gráfica del usuario. La distribución sistemática fue indispensable para la adición de nuevas funcionalidades (e.g., procesador de texto, editor de presentaciones, hoja de cálculo, herramientas de búsqueda, capacidad de versionado, etc.) y su cohesión con los diferentes elementos de la arquitectura definida.

4. Pruebas y Discusión de los Resultados

La consolidación de la calidad en el software resultó una tarea que implicó el desarrollo integral de actividades como el análisis, el diseño, la codificación y la prueba en todos los ámbitos de la realización del proyecto. La calidad, como factor determinante, se logró fundamentar sobre ciertas pruebas (validación y verificación) que se realizaron de acuerdo a parámetros completamente particulares tales como los requerimientos de software.

Los procedimientos realizados en esta etapa de pruebas del proyecto estuvieron direccionados a:

- Diseñar pruebas que sistemáticamente sacaran a la luz diferentes clases de errores, haciéndolo con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo.
- Verificar la interacción de componentes.
- Verificar la integración adecuada de los componentes.
- Verificar que todos los requisitos se hubiesen implementado de forma correcta.
- Identificar y asegurar que los defectos encontrados fuesen corregidos antes de entregar el software.

4.1. Pruebas de Unidad

Las pruebas de unidad se configuraron como un proceso para evaluar los subprogramas, las subrutinas, los procedimientos individuales y las clases del sistema. En este orden de ideas, el plan de pruebas del proyecto inició probando primero los bloques más pequeños desarrollados en la plataforma. Las motivaciones para desarrollar este tipo de pruebas fueron tres:

- Primera, las pruebas de unidad son una manera de manejar los elementos de prueba combinados, puesto que se centra la atención inicialmente en unidades más pequeñas del programa.
- En segundo lugar, la prueba de una unidad facilita la tarea de eliminar errores (el proceso de establecer claramente y de corregir un error descubierto), puesto que, cuando se encuentra un error, se sabe que existe en un módulo particular.
- Finalmente, las pruebas de unidad introducen paralelismo en el proceso de pruebas del software presentándose la oportunidad de probar los múltiples módulos simultáneamente.

Durante las pruebas de unidad se hizo un uso intensivo de las pruebas de caja blanca ejercitando caminos específicos de ejecución y estructura de control de cada pieza de código para asegurar un alcance completo y una detección máxima de errores. Las pruebas, orientadas al enfoque de la caja blanca lograron:

- Garantizar que se ejercitaran por lo menos una vez todos los caminos independientes de cada módulo.

- Ejercitar todas las decisiones lógicas en sus vertientes verdadera y falsa.
- Ejecutar todos los bucles en sus límites y con sus límites operacionales.
- Ejercitar las estructuras internas de datos para asegurar su validez.

El cuadro 4.1 describe algunas de las pruebas de unidad realizadas sobre los métodos contenidos en el módulo encargado del sistema de archivos virtuales del sistema ECM de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia.

Fichero	Método	Técnica	Resultado	Aprobado
lilyCrud.eyecode	leerArchivo (\$ruta_file)	Prueba de frontera	El método genera las variables necesarias para la carga de datos y sus metadatos	si
lilyCrud.eyecode	doBLOB (\$ruta_file)	Prueba de frontera	Se crea satisfactoriamente el registro del contenido digital (formato binario) en el repositorio de contenido Lily	si
solrQuery.eyecode	consulta Solr(\$q)	Prueba de frontera	Se procesa la consulta en el motor de indexado Solr	si
dataBase.eyecode	crear ADOBD()	Prueba de frontera	Se crea una interfaz de acceso a la base de datos	si
dataBase.eyecode	cerrarBD (\$bd)	Prueba de Camino	Se destruye la interfaz de acceso a la base de datos	si
virtual.eyecode	service_vfs _create (\$params)	Prueba de frontera	Crea un archivo abstracto (define los descriptores del archivo y crea el registro en el repositorio)	si

Cuadro 4.1.: Pruebas unitarias del modulo del sistema de archivos virtuales

Con la ejecución de este segmento de pruebas, en las etapas iniciales de codificación, se pudo desarrollar un contexto de “espiral” para la estrategia de pruebas. En este sentido, las pruebas de unidad comienzan en el vértice de la espiral y se centra en cada unidad del software, tal como esta implementada en el código fuente. La prueba avanza hacia fuera de la espiral, hasta llegar a la prueba de integración, donde el foco de atención es el diseño y la construcción de la arquitectura de software. Posteriormente al avanzar se llega a la prueba de validación, donde se validan los requisitos establecidos previamente. Finalmente se llega a la prueba del sistema en la que se prueba el software en su totalidad.

4.2. Pruebas de Integración

El objetivo de las pruebas de integración consistió en verificar el correcto ensamble entre los distintos componentes una vez que hubiesen sido probados unitariamente con el fin de comprobar que interactuarán correctamente a través de sus interfaces, tanto internas como externas, cubriendo la funcionalidad establecida y ajustándose a los requisitos no funcionales especificados en las verificaciones correspondientes.

Este tipo de pruebas se plantearon desde un punto de vista estructural y funcional. Las pruebas estructurales de integración fueron similares a las pruebas de

caja blanca; pero trabajaban a un nivel conceptual superior. En lugar de referirse a sentencias del lenguaje, se refirieron a llamadas entre módulos. Se trató, entonces, de identificar todos los posibles esquemas de llamadas y ejercitarlos para lograr una buena cobertura de segmentos o de ramas. Las pruebas funcionales de integración se enfocaron sobre pruebas de caja negra. Aquí se trató de encontrar fallos en la respuesta de un módulo cuando su operación depende de los servicios prestados por otro(s) módulo(s). En la medida en que se consolidaba el sistema total, estas pruebas se basaban más y más en la especificación de los requisitos del usuario.

Es importante recordar que la utilización de las prueba de caja negra se hizo con el objeto de encontrar errores de las siguientes categorías:

- Funciones incorrectas o ausentes.
- Errores de interfaz.
- Errores en estructuras de datos o en accesos a fuentes de datos externas.
- Errores de rendimiento.
- Errores de inicialización y de terminación.

A continuación, el cuadro 4.2 describe la plantilla donde se consignan la información relacionada con el desarrollo de la prueba a parte del caso de uso relacionado con la gerencia del contenido y específicamente a la funcionalidad de carga de contenido digital heterogéneo en el Sistema ECM.

Título	Carga de Contenido Externo al Repositorio
Caso de Uso	Gerenciar contenido digital
Objetivo	Verificar que la carga de contenido digital heterogéneo hacia el repositorio de datos se lleve a cabo exitosamente.
Tipo de Prueba	Prueba de causa-efecto.
Hardware Requerido	Portátil Asus Pantalla de 14", Procesador intel® core™ i5, 8 GB de RAM, 1 TB de almacenamiento.
Software Requerido	Servidor Apache, Máquina Virtual, Repositorio Lily y Plataforma ECM.
Personal Requerido	1 Persona
Datos de Prueba	Documento en formato PDF (denominado "1.pdf"), alojado en el disco duro del computador.
Procedimiento de Prueba	Se despliega el aplicativo Web y se abre el Gestor de Archivos, donde se selecciona la opción de subir archivos y se procede a seleccionar los datos de prueba para validar el requerimiento.
Resultado Esperado	La plataforma Web envía el archivo externo al repositorio (se hace una copia del contenido), se genera un registro con su respectiva información (incluyendo metadatos), se indexan sus propiedades principales y posteriormente se generan los descriptores que lo identifican dentro del repositorio para su uso por otras aplicaciones de la plataforma.
Resultado Obtenido	Prueba Exitosa SI(X) No()
Comentarios	El sistema ECM carga y administra apropiadamente los archivos de fuentes externas generando los descriptores correspondientes en el servidor Web.
Realizado Por / Fecha	Armando Acosta Guerrero / Octubre 04 de 2013

Cuadro 4.2.: Pruebas de carga de contenido digital al repositorio

Adicionalmente se describen tres pruebas relacionadas con el caso de uso correspondiente a la gerencia de contenido digital en las funcionalidades referidas a la creación/almacenamiento, acceso y actualización de activos digitales multiformato. El cuadro 4.3 denota la plantilla con los datos recolectados en el desarrollo de la prueba realizada sobre el segundo ambiente de implantación (ver sección 3.4.2).

Título	Creación de Contenido en el Repositorio
Caso de Uso	Gerenciar contenido digital
Objetivo	Comprobar la capacidad del sistema ECM para crear y almacenar contenido digital multiformato utilizando diversas interfaces de la capa de presentación.
Tipo de Prueba	Prueba de causa-efecto.
Hardware Requerido	- 1 Portátil Asus Pantalla de 14", Procesador intel® core™ i5, 8 GB de RAM, 1 TB de almacenamiento. - 1 Servidor Dell PowerEdge T320 - 5 Equipos Dell OptiPlex 330
Software Requerido	Servidor Apache, Cluster del repositorio Lily y Plataforma Web.
Personal Requerido	1 Persona
Datos de Prueba	Documento de texto, Presentación de Diapositivas, Hoja de Cálculo,
Procedimiento de Prueba	Se despliega el aplicativo Web y se abre las interfaces para la respectiva creación del documento de texto, las diapositivas y la hoja de cálculo donde, posteriormente, se ingresa contenido y se verifica que el sistema actúa en conformidad con lo estipulado en el requerimiento.
Resultado Esperado	La plataforma Web hace contacto con el servicio remoto que proporciona las interfaces de edición para los tipos de documento empleados durante la prueba y gestiona la creación de los descriptores respectivos para cada fichero y posteriormente crea el registro específico en el repositorio de contenido.
Resultado Obtenido	Prueba Exitosa SI(X) No()
Comentarios	El sistema ECM no solo faculta la creación de archivos multiformato, también permite su inmediata indexación en el motor de búsqueda y su posterior recuperación gracias a la integración de servicios que gestiona el repositorio de contenido.
Realizado Por / Fecha	Armando Acosta Guerrero / Mayo 15 de 2014

Cuadro 4.3.: Pruebas de creación de contenido digital multiformato al repositorio

A continuación, el cuadro 4.4 presenta los detalles de la prueba realizada con el objetivo de comprobar las funcionalidades de recuperación y acceso de contenido digital en la plataforma.

Título	Recuperación de Contenido Almacenado en el Repositorio
Caso de Uso	Gerenciar contenido digital
Objetivo	Comprobar la capacidad del sistema ECM para crear, almacenar, indexar, versionar, buscar y eliminar contenido digital multiformato.
Tipo de Prueba	Prueba de causa-efecto.

Hardware Requerido	- 1 Portátil Asus Pantalla de 14", Procesador Intel® core™ i5, 8 GB de RAM, 1 TB de almacenamiento. - 1 Servidor Dell PowerEdge T320 - 5 Equipos Dell OptiPlex 330
Software Requerido	Servidor Apache, Cluster del repositorio Lily y Plataforma Web.
Personal Requerido	1 Persona
Datos de Prueba	Documento de texto (Objeto.txt)
Procedimiento de Prueba	Se despliega el aplicativo Web y se abre el gestor de archivos, se procede a crear un archivo de texto plano, se abre en el editor predeterminado y se ingresa contenido al documento. Acto seguido se guardan los cambios, se cierra el editor y se ingresa al buscador de archivos del sistema; el proceso de búsqueda se ejecuta ingresando un término de búsqueda (e.g. la extensión), se verifican los resultados y se concluye la interacción con este aplicativo abriendo la ubicación del archivo a través del gestor de archivos. En este punto lanzamos la aplicación de versionado, generamos una versión del documento (versión mayor o menor a través de consecutivos numéricos) y cargamos un archivo de texto desde una fuente externa. Verificamos las versiones a través del visor que se implementó para tal fin y finalizamos la ejecución del versionado. En la etapa final del test procedemos a realizar un envío del documento a la papelera de reciclaje y luego se procede a eliminar el fichero virtual.
Resultado Esperado	La plataforma Web cumplió satisfactoriamente todas las fases del ciclo de vida del contenido digital predefinidas en la prueba. la creación y almacenamiento a través de una interfaz local se logró sin ningún problema. los aspectos de indexado y recuperación de resultados soportados por el motor de búsqueda Solr en su integración especial con el repositorio Lily funcionan como se esperaba a través de su servicio REST. El proceso de versionado hace un uso adecuado de los "campos versionados" del repositorio, la carga de contenido digital externo y presentación vía un servicio externo (Google Docs Viewer). La operación de eliminación en el sistema ECM se realiza en conformidad con lo estipulado en los requerimientos (se lleva a cabo una pseudo-eliminación).
Resultado Obtenido	Prueba Exitosa SI(X) No()
Comentarios	El sistema ECM da un soporte robusto a la mayoría de las actividades desarrolladas durante el ciclo de vida del contenido digital en múltiples formatos.
Realizado Por / Fecha	Armando Acosta Guerrero / Mayo 15 de 2014

Cuadro 4.4.: Prueba de recuperación de contenido digital

Finalmente, se relaciona en el cuadro 4.5 la plantilla con los datos obtenidos en la realización de la prueba concerniente a garantizar la correcta funcionalidad en materia de actualización de contenido.

Título	Actualización de Contenido Almacenado en el Repositorio
Caso de Uso	Gerenciar contenido digital
Objetivo	Comprobar la capacidad del sistema ECM para recuperar, presentar y modificar unidades de contenido digital multiformato almacenado previamente en el repositorio
Tipo de Prueba	Prueba de causa-efecto.
Hardware Requerido	- 1 Portátil Asus Pantalla de 14", Procesador intel® core™ i5, 8 GB de RAM, 1 TB de almacenamiento. - 1 Servidor Dell PowerEdge T320 - 5 Equipos Dell OptiPlex 330
Software Requerido	Servidor Apache, Cluster del repositorio Lily y Plataforma Web.
Personal Requerido	1 Persona
Datos de Prueba	Documento de texto (Presentación.ppt)
Procedimiento de Prueba	Se despliega el aplicativo Web y se abre el contenido del documento con su interfaz de trabajo correspondiente haciendo uso de servicios externos y se valida que el contenido que proviene del cluster se visualice correctamente. Una vez se produzca una orden de guardar los cambios realizados por parte del usuario, el sistema debe actualizar el contenido binario en el repositorio proveniente del servicio externo que proporciona las capacidades de actualización de contenido.
Resultado Esperado	La plataforma Web hace contacto con el servicio remoto que proporciona las interfaces de edición para los tipos de documento empleados durante la prueba y gestiona la recuperación de contenido mediante el uso de los descriptores respectivos para el fichero. En consecuencia se accede al registro específico en el repositorio de contenido y se sustrae el contenido binario a presentar. Toda vez que el usuario efectue cambios en el archivo y los guarde, el sistema debe actualizar el flujo binario del mismo.
Resultado Obtenido	Prueba Exitosa SI(X) No()
Comentarios	Una vez el sistema ECM permite la correcta actualización de archivos, también se desarrollan actualizaciones en materia de indexación en el motor de búsqueda garantizando la fiabilidad de contenido en otras aplicaciones del sistema.
Realizado Por / Fecha	Armando Acosta Guerrero / Mayo 15 de 2014

Cuadro 4.5.: Prueba de actualización de contenido digital

4.3. Pruebas de Validación

Tras la culminación de las pruebas de integración, el software quedó totalmente ensamblado como un paquete, se encontraron algunos detalles (e.g. la estructuración de la información proveniente de la extracción de los metadatos) que se solucionaron rápidamente y se dio paso a una serie final de pruebas del software: la prueba de validación.

La prueba de validación proporcionó una seguridad final de que el software cumplía con todos los requerimientos funcionales, de comportamiento y de rendimiento. Durante la validación se utilizaron exclusivamente técnicas de prueba de caja negra.

El cuadro 4.6 resalta los datos consignados en una prueba de causa - efecto para el caso de uso de gerenciar contenido implementando la mayor parte de funcionalidades expresadas en el ciclo de vida del contenido.

Título	Gestión de contenido digital en diversas etapas del ciclo de vida
Caso de Uso	Gerenciar contenido digital
Objetivo	Comprobar la capacidad del sistema ECM para crear, almacenar, indexar, versionar, buscar y eliminar contenido digital multiformato.
Tipo de Prueba	Prueba de causa-efecto.
Hardware Requerido	- 1 Portátil Asus Pantalla de 14”, Procesador intel® core™ i5, 8 GB de RAM, 1 TB de almacenamiento. - 1 Servidor Dell PowerEdge T320 - 5 Equipos Dell OptiPlex 330
Software Requerido	Servidor Apache, Cluster del repositorio Lily y Plataforma Web.
Personal Requerido	1 Persona
Datos de Prueba	Documento de texto (Objeto.txt)
Procedimiento de Prueba	Se despliega el aplicativo Web y se abre el gestor de archivos, se procede a crear un archivo de texto plano, se abre en el editor predeterminado y se ingresa contenido al documento. Acto seguido se guardan los cambios, se cierra el editor y se ingresa al buscador de archivos del sistema; el proceso de búsqueda se ejecuta ingresando un término de búsqueda (e.g. la extensión), se verifican los resultados y se concluye la interacción con este aplicativo abriendo la ubicación del archivo a través del gestor de archivos. En este punto lanzamos la aplicación de versionado, generamos una versión del documento (versión mayor o menor a través de consecutivos numéricos) y cargamos un archivo de texto desde una fuente externa. Verificamos las versiones a través del visor que se implementó para tal fin y finalizamos la ejecución del versionado. En la etapa final del test procedemos a realizar un envío del documento a la papelera de reciclaje y luego se procede a eliminar el fichero virtual.
Resultado Esperado	La plataforma Web cumplió satisfactoriamente todas las fases del ciclo de vida del contenido digital predefinidas en la prueba. la creación y almacenamiento a través de una interfaz local se logró sin ningún problema. Los aspectos de indexado y recuperación de resultados soportados por el motor de búsqueda Solr en su integración especial con el repositorio Lily funcionan como se esperaba a través de su interfaz de servicio REST. El proceso de versionado hace un uso adecuado de los “campos versionados” de Lily, la carga de contenido digital heterogéneo y la presentación vía un servicio externo (Google Docs Viewer). La operación de eliminación en el sistema ECM se realiza en conformidad con lo estipulado en los requerimientos (se lleva a cabo una pseudo-eliminación).
Resultado Obtenido	Prueba Exitosa SI(X) No()

Comentarios	El sistema ECM da un soporte robusto a la mayoría de las actividades desarrolladas durante el ciclo de vida del contenido digital en múltiples formatos.
Realizado Por / Fecha	Armando Acosta Guerrero / Mayo 15 de 2014

Cuadro 4.6.: Prueba de gestión de contenido digital

5. Conclusiones y Proyecciones

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas del desarrollo de los diferentes objetivos del proyecto e igualmente se proponen algunos conceptos sobre los cuales se pueden abordar futuros trabajos en materia de Enterprise Content Management.

5.1. Conclusiones

- Se consolidó un sistema de administración de contenido Web enfocado a la gestión del contenido digital de carácter heterogéneo. La arquitectura de esta plataforma se estructuró con base en un análisis profundo del contexto de la problemática y su correlación exhaustiva con los aspectos teóricos más relevantes del área de investigación de los Sistemas de Información.
- El sistema ECM desarrollado en este proyecto cumple con las características necesarias para soportar las principales tareas del ciclo de contenido digital no estructurado. El sistema gestiona actividades relacionadas principalmente con el ámbito de la administración de contenido Web (WCM por sus siglas en inglés) y faculta entre otras actividades, la creación y edición de contenido multiformato en forma controlada, el almacenamiento centralizado de contenido digital, la presentación y visualización de contenido mediante una única interfaz gráfica, el versionado de contenido y los procedimientos de búsqueda y generación de flujos de trabajo.
- Las tecnologías utilizadas en el desarrollo del proyecto para las diferentes capas que componen el sistema de administración de contenido digital para el área de las coordinaciones académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia, promovieron la construcción de una plataforma Web robusta, partiendo desde una capa de almacenamiento centralizada, de carácter escalable y orientada al tratamiento y soporte de enormes cantidades de datos, con la posibilidad de procesamiento funcional, adoptando un enfoque principalmente no relacional, pasando por herramientas de indexado y extracción de metadatos, hasta llegar a la capa de presentación precedida por un WebOS como soporte flexible para el desarrollo de las aplicaciones “front-end” y bajo el estilo arquitectural REST como principal estrategia de comunicación entre los diversos componentes asociados.
- En el ámbito de los Sistemas Operativos Web, el proyecto resalta unas transformaciones importantes dirigidas a potenciar algunas características ya existentes y a desarrollar algunas nuevas con el objeto de enriquecer la experiencia del usuario y hacerla lo más cercana posible a los Sistemas Operativos tradicionales. Entre los valores agregados se destacan la capacidad de indexado, búsqueda de información y la creación de un repositorio especializado en el tratamiento de contenido digital no numérico multiformato.
- Durante el tiempo en que se realizó el proyecto, se evidenció una carencia importante de literatura académica relacionada con los Sistemas ECM, lo cual

obligó a recurrir a un número relativamente bajo de investigaciones realizadas, especialmente en Estados Unidos y Europa, y a los proveedores de este tipo de software como principal fuente de conceptos teóricos. En Colombia, en las consultas realizadas, difícilmente se pudo encontrar algún tópico relacionado con esta área perteneciente a los Sistemas de Información.

- En los estados iniciales del proyecto, donde se llevó a cabo el análisis del contexto, se logró identificar una falencia considerable en algunos aspectos relacionados con el manejo y el conocimiento acerca de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TICs, que en alguna forma hacen complejo la adopción de nuevas herramientas y estrategias tecnológicas en los procesos organizacionales de la institución.
- La adopción de un sistema ECM debe considerarse más allá de un concepto plano y sustancialmente técnico. Se debe articular dentro de las estrategias de desarrollo organizacional y debe incluir el talento humano (usuarios finales) como un elemento de primer nivel en los procesos de “customización”, manejo y adopción de este tipos de sistemas de información al interior de la institución.

5.2. Trabajos Futuros

- La consolidación de un repositorio centralizado de contenido digital representa una oportunidad interesante para iniciar desarrollos enmarcados en potenciar el valor de la información allí consignada a través de la adhesión de sistemas de información multipropósito. A futuro se puede consolidar un sistema de administración de conocimiento, por ejemplo, que utilice las capacidades de almacenamiento que suministra la arquitectura ECM desarrollada para facultar, entre otras características, la administración de directorios de conocimiento “explícito”.
- A futuro se puede mejorar las estructuras de los campos y los registros utilizados para el almacenamiento de las propiedades más importantes de los contenidos digitales con el objeto de permitir la integración de contenido en nuevos formatos y por consiguiente, desarrollar nuevas interfaces que soporten sus procesos de administración.
- Resulta imperativo extender el plan de pruebas presentado inicialmente en el proyecto e incluir el desarrollo de las Pruebas de Sistema. Debido a las limitaciones impuestas por factores como el tiempo, la dimensión de la plataforma y las condiciones básicas para la ejecución integral de tests relacionados con la seguridad, resistencia y recuperación del sistema, es importante a futuro llevar a cabo un marco de pruebas más amplio que propenda a verificar con mayor rigurosidad estas propiedades en la plataforma.
- Es importante desarrollar investigaciones posteriores que permitan validar los beneficios ECM en términos empíricos y cuantitativos. Este aspecto resulta fundamental para contrastar la cohesión del sistema dentro de los procesos organizacionales con los que interactúa y determinar los impactos reales de la implementación de un sistema ECM enfocándose esencialmente en sus usuarios.

Bibliografía

- [1] Gómez Vieities Álvaro, Suárez Rey Carlos. “Sistemas de Información Herramientas prácticas para la gestión empresarial”. Cuarta Edición. España: Editorial RA-MA, 2011.
- [2] Tero Päivärinta, Bjørn Erik Munkvold. “Enterprise Content Management: An Integrated Perspective on Information Management”, en la edición 38 de la Conferencia Internacional sobre Ciencias de Sistemas realizada en Hawaii - 2005.
- [3] Tim A. Rickenberg, Markus Neumann, Bernd Hohler, Michael Breitner, "Enterprise Content Management - A Literature Review", Julio 29, 2012 [Online]. Disponible: AMCIS 2012 Proceedings. Paper 10. <http://aisel.aisnet.org/amcis2012/proceedings/DataInfoQuality/10> .
- [4] AIIM. Association for Information and Image Management, “What is ECM, Enterprise Content Management”, Agosto 10, 2012 [Online]. Disponible: <http://www.aiim.org/What-is-ECM-Enterprise-Content-Management.aspx>.
- [5] AIIM Industry Watch, “Process Revolution - moving your business from paper to PCs to tablets”, Agosto 20, 2012 [Online]. Disponible: <http://www.aiim.org/Research/>.
- [6] Tom Jenkins. “Enterprise Content Management Technology: What you need to know”. Canada: Open Text Corporation, 2004.
- [7] Tom Jenkins, Walter Köhler, John Shackleton. “Enterprise Content Management Methods: What you need to know”. Canada: Open Text Corporation, 2005.
- [8] Stig Nordheim, Tero Päivärinta. “Customization of Enterprise Content Management Systems: An Exploratory Case Study”, en la edición 37 de la Conferencia Internacional sobre Ciencias de Sistemas realizada en Hawaii - 2004.
- [9] Alessandro Zardini, Lapo Mola, Cecilia Rossignoli. “The Enterprise Content Management can develop the Organizational Value through Knowledge Management”, International Journal of Information and Communication Technology Research, vol. 1 no. 1, Mayo 2011.
- [10] Bjørn Erik Munkvold, Tero Päivärinta, Hodne, A.K., Stangeland, E. “Contemporary Issues of Enterprise Content Management: The Case of Statoil”. Procedimientos en la edición 11 de la Conferencia Europea de Sistemas de Información (ECIS 2003) en Napoles, Italia - 2003.
- [11] Rosenberg Doug, Scott Kendall. “Applying use case driven object modeling with UML, An Annotated E-Commerce Example”. Addison Wesley, 2001.
- [12] Simon Bennett, Steve McRobb, Ray Farmer. “Análisis y diseño orientado a objetos de sistemas usando UML”. Tercera Edición. Mc Graw Hill 2007.

- [13] Potts Jeff. “Alfresco Developer Guide Customizing Alfresco with actions, web scripts, web forms, workflows, and more”. Packt Publishing Company. Octubre, 2008.
- [14] Karambelkar Hrishikesh. “Scaling Big Data with Hadoop and Solr”. Packt Publishing Company. Agosto, 2013.

Anexos

A. Elementos de Análisis del Proyecto

A.1. Cuestionario para la búsqueda de hechos

1. En su ámbito laboral, considera que la información digital y su actual administración, maximiza la eficiencia en los procedimientos y actividades que realiza. ¿sí o no? ¿Por qué?_____
2. ¿Qué tipo de información digital usa con más frecuencia en su trabajo?
 - Información Digital NO Estructurada (contenido digital multiformato como documentos, presentaciones, hojas de cálculo, material multimedia, etc.). ☐
 - Información Digital Estructurada (contenido digital que se almacena en bases de datos específicas, con frecuencia en forma de registros de tipo alfanuméricos). ☐
 - Ambos tipos de información. ☐
3. En caso de utilizar un sistema de información para un propósito específico, ¿cuáles son sus principales características?_____
4. Cuáles tipos de formatos digitales usa con más frecuencia en sus labores cotidianas de trabajo. (opción múltiple)
 - *.doc, *.docx ☐
 - *.odt, *.sxw ☐
 - *.pdf ☐
 - *.xls, *.xlsx ☐
 - *.ods, *.sxc ☐
 - *.ppt, *.pptx ☐
 - *.odp, *.sxi ☐

- *.jpg, *.bmp ☐
 - *.html, *.htm ☐
 - *.tex, *.lix ☐
 - *.txt, *.rtf ☐
 - *.xml ☐
 - *.sql ☐
 - Otro(s), ¿Cuál(es)?: _____
-

5. ¿Cuáles son las ubicaciones que usa con más regularidad para conservar los contenidos digitales que genera en los diversos procesos de su entorno de trabajo?

- Discos extraíbles (USB, Discos externos, etc.). ☐
 - Unidades de Red. ☐
 - Repositorio de datos centralizados (si existen en la organización). ☐
 - El computador. ☐
 - Internet (Correo electrónico, servicios de almacenamiento, etc.). ☐
 - Discos compactos (CD, DVD, Blue-ray, etc.). ☐
 - Otra, ¿Cuál?: _____
-

6. Considera relevante el uso de herramientas colaborativas por ejemplo, Google Docs dentro de los procesos organizacionales que usted desarrolla: ¿SI o No? ¿Por qué? _____

7. En sus actividades laborales considera que el volumen de contenido digital creado (en cualquier formato) es:

- Bajo (Menos de 20 documentos por mes). ☐
- Medio (Entre 20 y 100 documentos por mes). ☐
- Alto (Más de 100 documentos por mes). ☐

8. ¿Desde su perspectiva, la Institución donde labora cuenta con una infraestructura TIC, es decir, los Sistemas y las tecnologías de la información, adecuada para la correcta administración de contenidos digitales? ¿SI o NO? ¿Por qué?

9. De acuerdo a su criterio, considera que las prácticas que se llevan a cabo en su institución con relación al manejo de contenido digital son:

- Deficiente ¿porque?_____

- Regular ¿porque?_____

- Buena ¿porque?_____

- Excelente ¿porque?_____

A.2. Requerimientos sobre Disponibilidad y Desempeño del Sistema

- El sistema de administración de contenido digital debe estar disponible en la plataforma Web las 24 horas del día, en normal funcionamiento.
- Cada activo digital no numérico que se ingrese al sistema por parte de los funcionarios de la organización o los diferentes efectos, producto de los procedimientos inherentes al ciclo de vida que sobre los mismo existen, deben permitir su disponibilidad en un tiempo de respuesta razonable (de 10 a 30 segundos máximo para interfaces Web dinámicas).
- La previsión sobre el volumen de datos debe ajustarse de forma tal que permita el almacenamiento de datos con perspectiva de crecimiento (preferiblemente del orden de Gigabytes) y su futura conservación.
- El sistema de información ECM debe proveer los mecanismos necesarios para garantizar la seguridad de la información en el contexto donde subyace (repositorios, bases de datos, servidor de despliegue) y en su administración por parte de los diferentes usuarios con los que interactúa.
- El sistema de administración de contenido digital debe permitir el uso simultáneo por parte de sus diferentes usuarios y a través de diversos navegadores Web (tales como Mozilla Firefox, Google Chrome e Internet Explorer).
- El sistema de información ECM debe proporcionar una estrategia de comunicación de los estados y eventos realizados con el objeto de clarificar la interacción del usuario con la plataforma (por ejemplo, mensajes de confirmación, error y advertencia).

A.3. Diagnóstico del Contexto

En el ámbito de las Coordinaciones Académicas de la Universidad del Valle - Sede Caicedonia, la situación actual en materia de gerencia de contenido digital no es la mejor. Según el personal consultado, no existe una fuente de almacenamiento central de datos heterogéneos y la ubicación que usan con más regularidad para conservar los contenidos digitales generados en los diversos procesos de su entorno de trabajo es el computador. En consecuencia, se evidencia la presencia y proliferación masiva de lo que algunos autores denominan “islas de información” o compartimientos estancos, que finalmente dificultan la operativa empresarial al no poder disponer de una visión global de organización.

Todos los requerimientos que se han tomado, se basan en la consideración de las necesidades de un grupo específico de personas que tienen un alto nivel de interacción con contenido digital. De acuerdo a técnicas de búsqueda de hechos para la investigación de requisitos (Lecturas Preparatorias, Entrevistas, Observación, Muestreo de Documentos y Cuestionarios) es importante resaltar que la importancia de la información digital es alta, facilita el acceso y la distribución de contenido, promueve el trabajo distribuido (en el aspecto geográfico, elimina las barreras de distancia y tiempo) y la generación de mayor eficiencia.

El contenido digital, en el contexto de análisis, se presenta en diferentes formatos (información no estructurada), siendo los de más regular uso los formatos .doc, .docx, .ppt, .pptx, .pdf, .xls, .xlsx y en procesos especialmente académicos son administrados por un sistema de información basado esencialmente en el ámbito de las bases de datos relacionales (información estructurada). Es importante mencionar que la cantidad de contenido digital de carácter no estructurado siempre es mucho mayor que la que se almacena en cuanto a información digital estructurada se refiere. En este punto también es importante analizar cuáles son los espacios de almacenamiento específicos que con frecuencia utilizan los usuarios de contenido digital heterogéneo. De acuerdo a los aspectos teóricos en los cuales se apoyan los desarrolladores de sistemas ECM, contar con una estructura de datos común y un conjunto de tecnologías combinadas resulta fundamental. La realidad observada en la Universidad del Valle – Sede Caicedonia, dista mucho del modelo de datos centralizados; por el contrario se observa una diversificación importante de medios de almacenamiento independientes como los discos extraíbles, los servicios de almacenamiento en la nube (correo electrónico, servicios gratuitos de almacenamiento, etc.), Discos compactos (CD y DVD), entre otros. La falta de una estrategia efectiva de administración de contenidos digitales en la organización fomenta la inexistencia de repositorios centralizados de datos e incluso, a nivel de soporte básico, la no adopción de unidades de red para tal fin.

En adición a la situación descrita anteriormente, no es menos grave el hecho de que potencialmente las personas que laboran en las distintas dependencias de la institución asumen en términos generales una producción de contenido digital no estructurado de nivel medio (una tasa que denota un volumen de contenido digital multiformato de entre 20 y 100 documentos por mes). Si consideramos los diversos procesos de administración de contenido digital no estructurado desde un punto de vista sistémico podemos asumir que estas situaciones proliferan “el caos del contenido” y una entropía importante que propicia situaciones nocivas con respecto a la gerencia de la información digital.

Continuando con el análisis de los hechos más trascendentales derivados de la búsqueda y recolección de requerimientos llegamos al punto de vista del personal

con referencia al uso de las herramientas colaborativas. En un mundo cada vez más centralizado las herramientas tecnológicas que facultan el trabajo en grupo fomentan el desarrollo de habilidades y mejoras continuas en los diversos procesos organizacionales. Para el talento humano de la Universidad del Valle – Sede Caicedonia, es importante la adopción y el uso masivo de herramientas colaborativas en sus labores específicas. Si bien, las referencian como un elemento importante dentro del ecosistema institucional, también se observa que el conocimiento sobre estas es muy básico como para implementarlas.

Entre los factores más trascendentales para la correcta gestión de contenido digital se encuentra la infraestructura tecnológica. De acuerdo a la información obtenida en la institución, las opiniones son diversas pero no son las mejores. En la ejecución de los diversos instrumentos de búsqueda de hechos realizados con el objeto de entender el modelo de dominio que tiene el flujo de información digital en la Universidad del Valle – Sede Caicedonia, se pudo establecer que quienes tienen un concepto favorable sobre la infraestructura TIC, tienden a utilizar Sistemas de Información para la gestión de contenido digital estructurado. Por otra parte quienes con mayor frecuencia interactúan con contenido digital no estructurado piensan que la infraestructura TIC no es la mejor, expresan la ausencia de herramientas tecnológicas para el personal administrativo, la falta de políticas de manejo de información digital, la pérdida de información, la escasa o casi inexistente cultura sobre el uso de nuevas tecnologías.

Finalmente, se resalta también en este análisis el criterio que tiene el personal que labora en la organización con respecto a las prácticas relacionadas con el manejo de contenido digital. En una escala que recoge estas apreciaciones (en niveles Deficiente, Regular, Bueno y Excelente) se pudo observar que no hay un criterio generalizado, por el contrario, varias son las perspectivas sobre el tema. Algunas personas consultadas estiman que es regular el nivel, dado que no hay sistemas y/o tecnologías de información que centralicen la información digital. Para otra parte del personal encuestado se considera deficientes las prácticas por que se pierde información y en ocasiones no se sabe “quién tiene la información”. Otro segmento de la población objetivo que labora en la institución consideran que el nivel de prácticas sobre el manejo de contenido digital es bueno, debido a la adopción de sistemas de información (en el caso del Sistema de Información de Registro Académico SIRA), ya que la mayor parte de sus actividades laborales hacen uso de los estándares implementados por dicha herramienta. En términos generales se puede expresar que aún faltan esfuerzos para lograr un nivel integral para la gestión de contenido digital, especialmente, el no estructurado.

Al termino de la etapa de análisis sobre elementos fundamentales para el desarrollo del proyecto, es importante mencionar la falta de una “educación” y un afianzamiento sobre los Sistemas y las Tecnologías de Información en el ámbito organizacional. De acuerdo a las evidencias encontradas se puede fundamentar la idea de una carencia considerable de definiciones y contenidos relacionados con la dinámica y el papel que desempeñan los sistemas de cómputo en la administración de información digital dentro de los diversos procesos institucionales que se realizan.

B. Elementos de Diseño del Proyecto

B.1. Diagramas de Casos de Uso

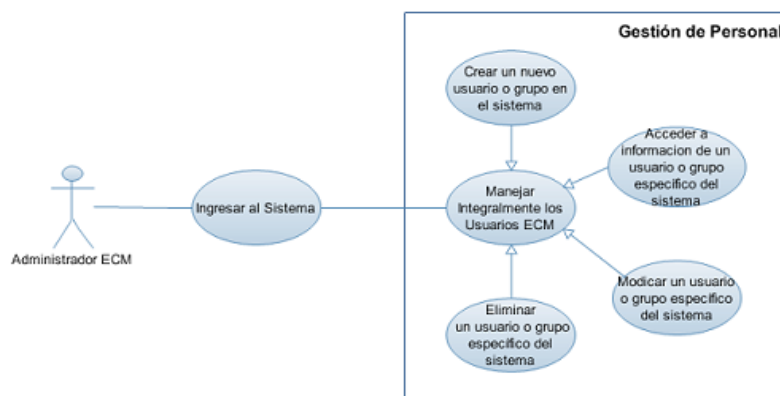


Figura B.1.: Casos de Uso Gestión de Personal.

Caso de Uso: Ingresar al Sistema.	Actor: Administrador ECM
Pre-Condiciones: El Administrador ECM debe ser generado desde el inicio de operaciones del sistema ECM con su grupo respectivo. Además se garantiza la generación de su acceso (autenticación) al sistema vía Web	
Curso Básico: 1. El usuario Administrador ECM ingresa al sistema a través de sus credenciales de acceso (login o nombre de usuario y contraseña), previamente almacenados, y a través de una interfaz de inicio expuesta a través del protocolo HTTP/S. 2. El sistema verifica que los datos aportados por el usuario sean correctos y permite su posterior acceso (sesión) registrando la hora de entrada y salida del sistema.	Curso Alterno: 1. Si el usuario trata de ingresar a algún servicio del sistema y no ha iniciado su correspondiente sesión, el sistema lo debe re-direccionar a la página de inicio para poder autenticarse primero. 2. Si el usuario ingresó los datos de forma errónea el sistema debe alertarlo.
Post-Condiciones: El usuario Administrador ECM es re-direccionado al panel de control del sistema para permitirle ejecutar actividades pertinentes a la administración de contenido web (WCM), basado en subsistemas de gestión.	
Observaciones: Tanto el mecanismo de autenticación como el de ayuda para recordar los datos pueden diferir de acuerdo a la tecnología utilizada. Esto es, puede pre-establecerse el uso de credenciales ya existentes en sistemas de uso por parte de la compañía (Single Sign On) u optar por la generación específica de credenciales y mecanismos de ayuda propias del sistema ECM. De igual manera, este caso de uso se puede replicar en el marco de interacciones del Usuario ECM.	

Cuadro B.1.: Descripción Casos de Uso Ingresar al Sistema

Caso de Uso: Manejar Integralmente los usuarios ECM.	Actor: Administrador ECM
Pre-Condiciones: El Administrador ECM debe haber iniciado sesión en el sistema.	
Curso Básico: 1. El usuario Administrador ECM, puede crear nuevos grupos en el sistema, ingresando a través de un formulario web el nombre del grupo, su descripción y estableciendo el nivel de permisos dentro del sistema. El sistema verifica que no existan grupos duplicados y crea el grupo con sus respectivas características. 2. El usuario Administrador ECM, puede crear nuevos usuarios en el sistema, ingresando a través de un formulario web los datos personales, laborales, de acceso al sistema y de contacto respectivos. El sistema verifica que no existan usuarios duplicados y crea el usuario con sus respectivas características. 3. El usuario Administrador ECM, puede realizar la consulta, eliminación y modificación de los diversos grupos creados por él, para lo cual cada interacción anteriormente descrita tendrá su previa confirmación vía un mensaje de advertencia. La interacción de eliminación tiene un efecto “cascada” sobre los usuarios contenidos, es decir, se eliminan los usuarios adscritos al grupo. 4. El usuario Administrador ECM, puede realizar la consulta, eliminación y modificación de los diversos usuarios creados en el sistema, para lo cual cada interacción anteriormente descrita tendrá su previa confirmación vía un mensaje de advertencia.	Curso Alternativo: 1. Ninguno
Post-Condiciones: Los cambios realizados en el subsistema de gestión de personal debe tener efectos correspondientes e inmediatos sobre los demás subsistemas y usuarios de la arquitectura ECM.	
Observaciones: Hay que tomar en consideración los flujos de trabajo cuando se procede a la eliminación de grupos y/o usuarios.	

Cuadro B.2.: Descripción Casos de Uso Ingresar al Sistema

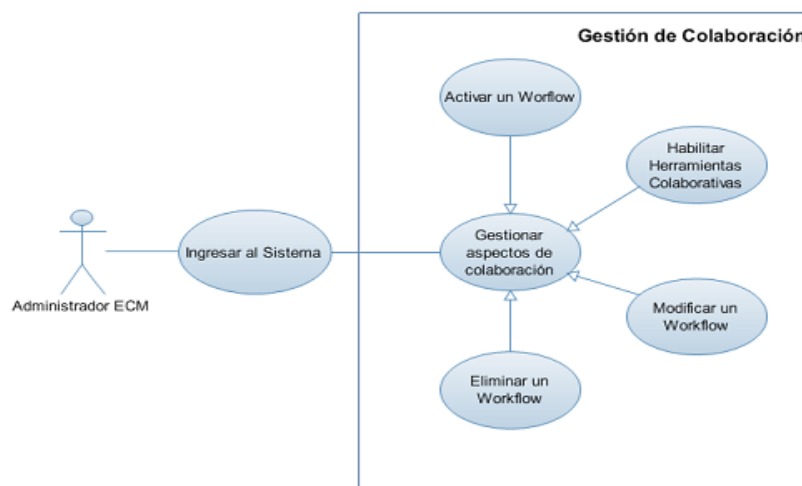


Figura B.2.: Casos de Uso Gestión de Colaboración.

Caso de Uso: Gestionar aspectos de colaboración.	Actor: Administrador ECM
Pre-Condiciones: El Administrador ECM debe haber iniciado sesión en el sistema.	
Curso Básico: 1. El usuario Administrador ECM, puede activar un workflow (flujo de trabajo), lo cual permite, entre otros aspectos, movimiento de contenido digital entre locaciones (regularmente carpetas), establecimiento de tareas de revisión y verificación. Esta interacción se realiza mediante la especificación de la tarea a realizar, su descripción, prioridad, los tiempos de inicio y terminación y, los usuarios ECM a intervenir para tal fin. Todas estas configuraciones se realizan mediante un formulario web. 2. El usuario Administrador ECM, tendrá la potestad de habilitar herramientas colaborativas basadas en comentarios y discusiones sobre ficheros mediante mecanismos en tiempo real. El criterio de activación de estas herramientas se basará en el workflow y el número de usuarios involucrados. 3. El usuario Administrador ECM, puede realizar modificaciones específicas sobre un workflow, mediante su selección de una lista de flujos de trabajo existentes, y redefiniendo sus características (tiempos establecidos, usuarios involucrados, etc.) a excepción de su nombre específico. 4. El usuario Administrador ECM, tendrá la opción de eliminar un workflow ya iniciado, lo cual se llevará a cabo a través de un formulario web (selección del workflow) con su posterior confirmación y ejecución.	Curso Alternativo: 1. Ninguno
Post-Condiciones: Los cambios realizados en el subsistema de gestión de colaboración debe tener efectos correspondientes e inmediatos (notificaciones y alertas) sobre los demás subsistemas y usuarios de la arquitectura ECM.	
Observaciones: Debe determinarse a profundidad que mecanismos se deben adoptar para cubrir la comunicación entre Usuarios ECM (notificaciones vía e-mail, mensaje interno, etc.) dentro del sistema.	

Cuadro B.3.: Descripción Casos de Uso Gestionar aspectos de colaboración.

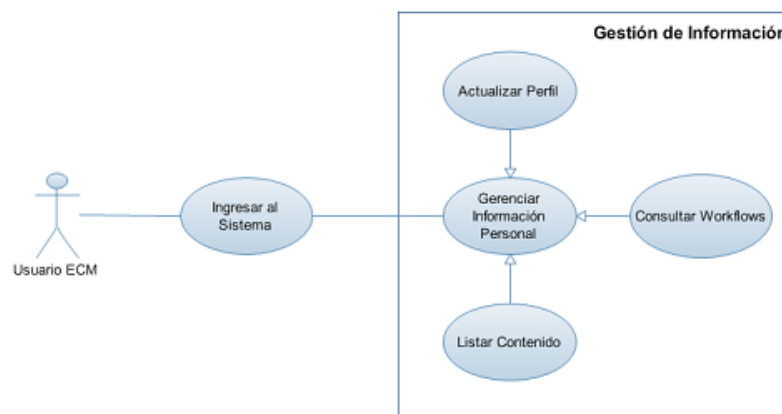


Figura B.3.: Casos de Uso Gestión de Información.

Caso de Uso: Gerenciar Información Personal.	Actor: Usuario ECM
Pre-Condiciones: El Usuario ECM debe haber iniciado sesión en el sistema.	
Curso Básico: 1. El Usuario ECM, tendrá la capacidad de actualizar sus datos de índole personal y laboral, como también podrá cambiar su contraseña de acceso al sistema. 2. El Usuario ECM, tendrá la facultad de consultar los flujos de trabajo a los cuales está vinculado para determinar aspectos de cumplimiento y control de su gestión (tareas, vencimiento, prioridad). 3. El Usuario ECM, puede listar los contenidos que ha generado en el sistema. A través de este listado podrá llevar a cabo actividades propias del subsistema de gestión de contenido y con la debida coherencia en los niveles de permisos establecidos.	Curso Alterno: 1. Ninguno
Post-Condiciones: Los cambios realizados en el subsistema de gestión de información debe tener efectos correspondientes e inmediatos sobre los demás subsistemas de la arquitectura ECM.	
Observaciones: Debe determinarse a profundidad que mecanismos se deben adoptar para cubrir la comunicación entre Usuarios ECM (notificaciones vía e-mail, mensaje interno, etc.) dentro del sistema. Resulta útil y práctico para el sistema ECM tener un número específico de categorías en la formación de grupos, los cuales potencialmente tendrían los niveles de permisos necesarios para que a cada usuario en el sistema se le denoten sus limitaciones específicas e inherentes al grupo al cual pertenece.	

Cuadro B.4.: Descripción Casos de Uso Gerenciar Información Personal.

B.2. Diagramas de Actividad

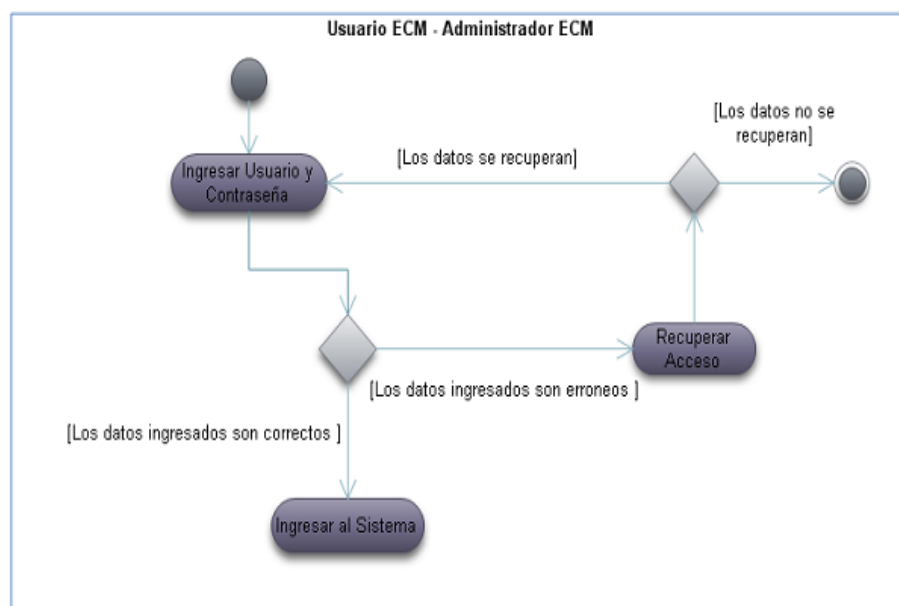


Figura B.4.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Ingresar al Sistema.

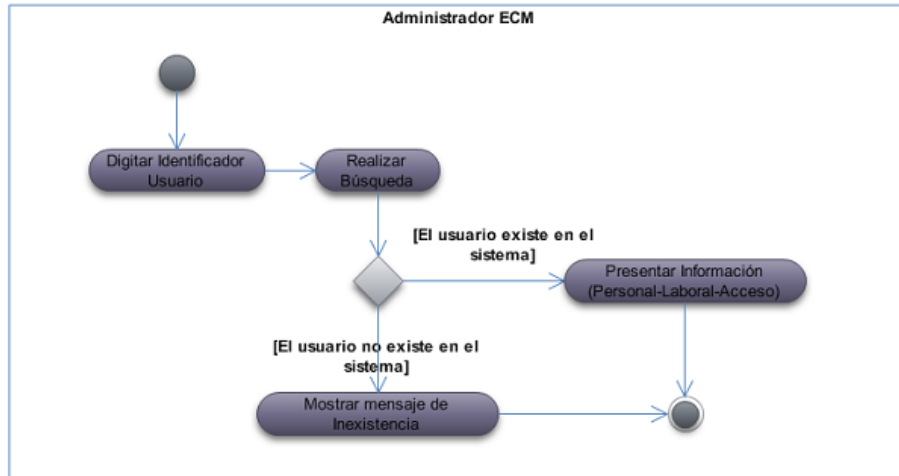


Figura B.5.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Acceder Información Usuario.

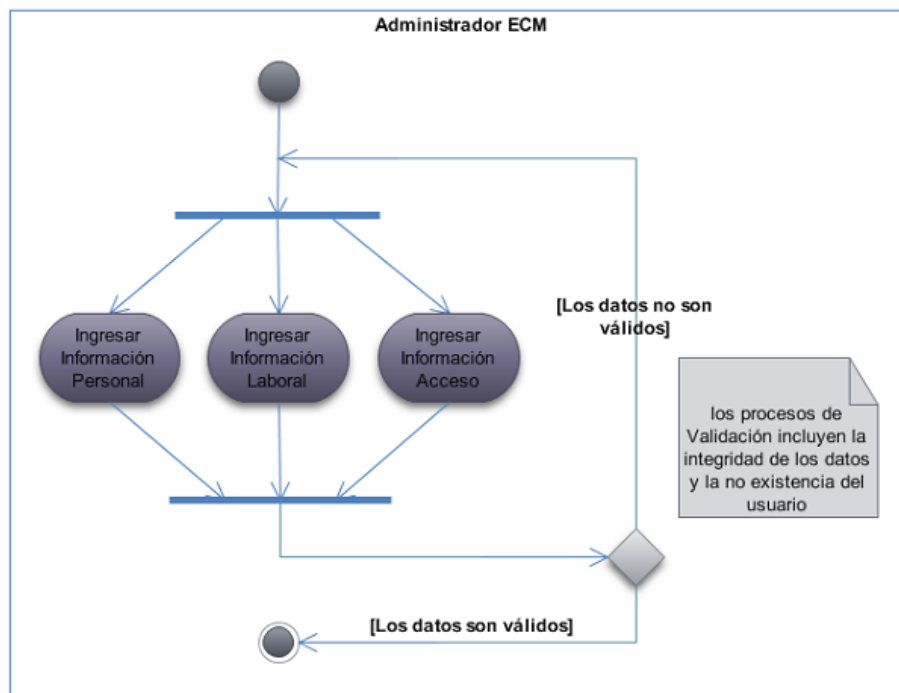


Figura B.6.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Crear Usuario.



Figura B.7.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Eliminar Usuario.

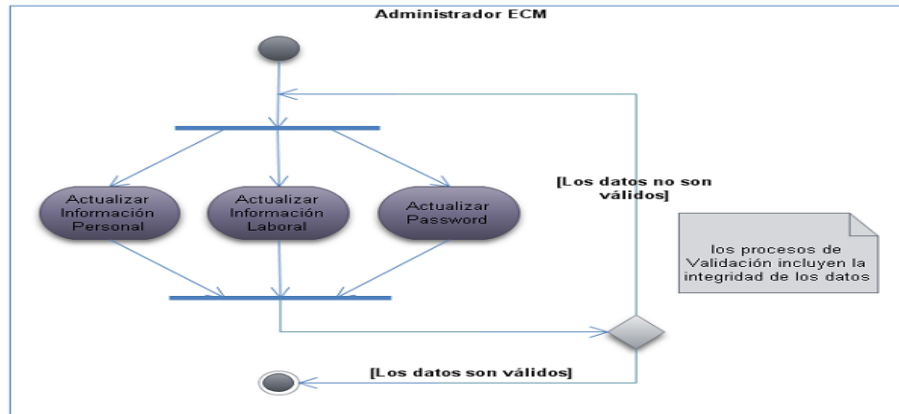


Figura B.8.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Modificar Usuario.

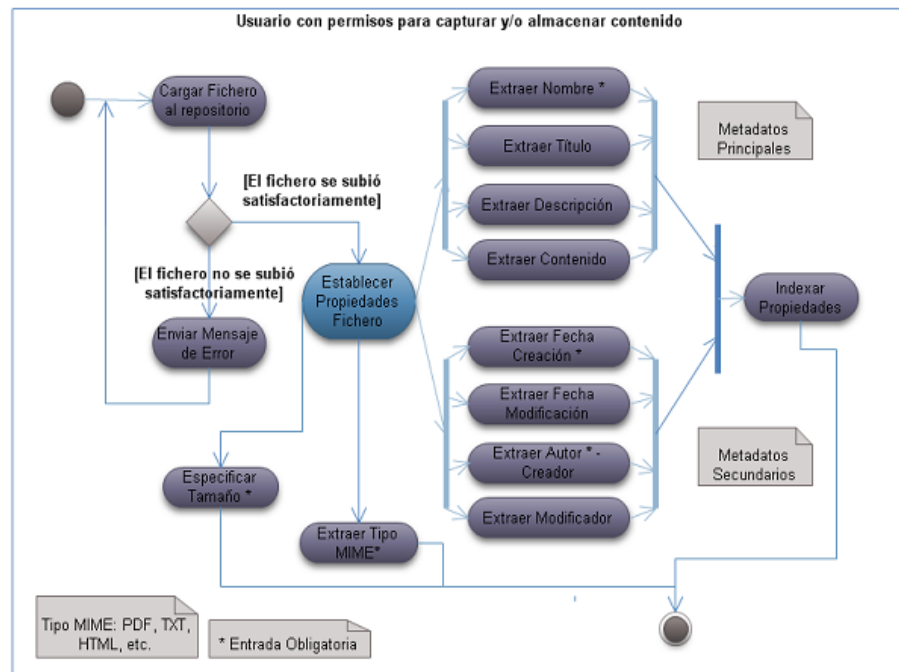


Figura B.9.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Capturar y/o Almacenar Contenido.

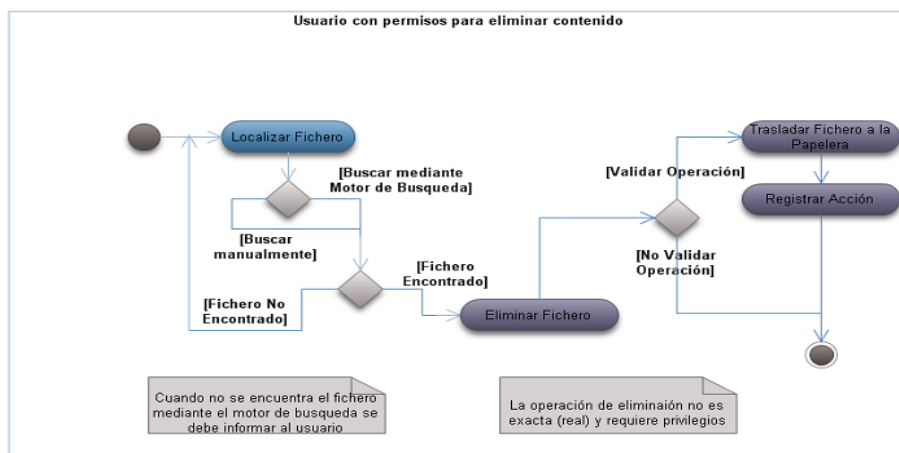


Figura B.10.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Eliminar Contenido.

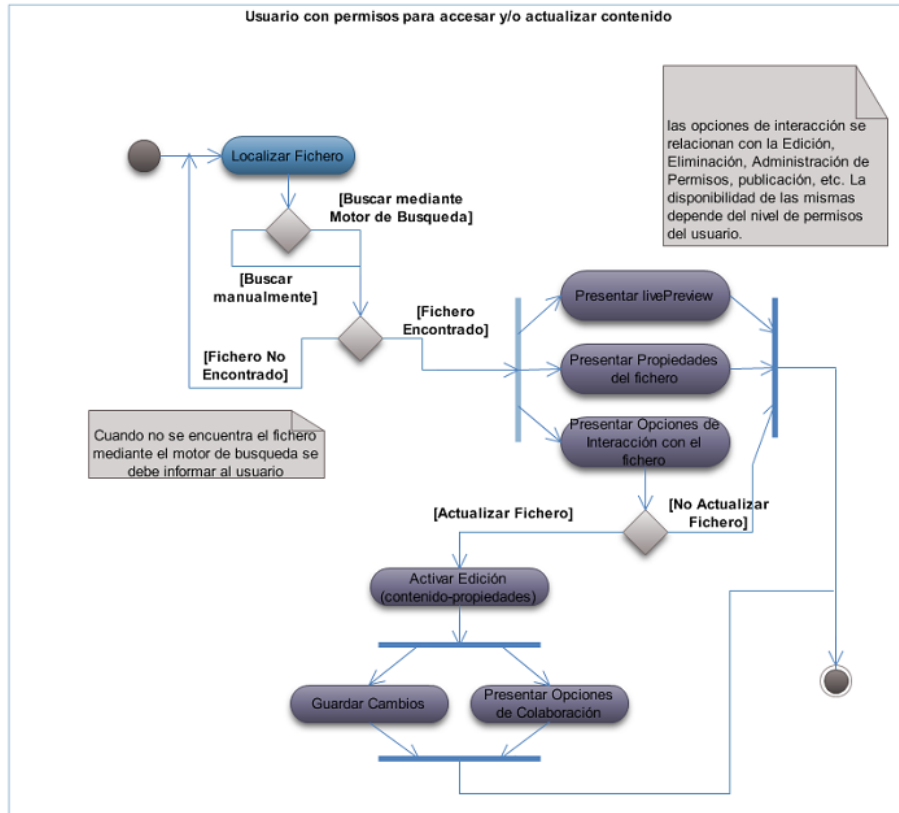


Figura B.11.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Acceder y/o Actualizar Contenido.

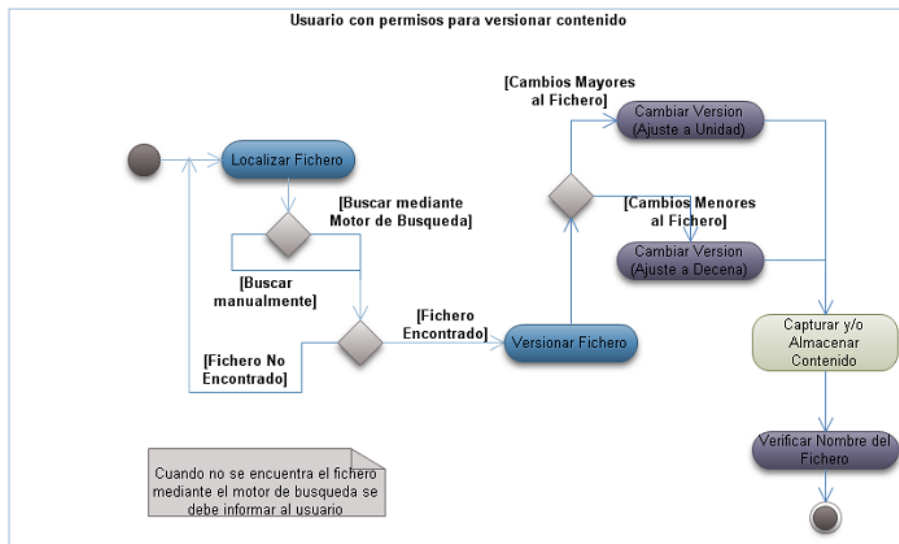


Figura B.12.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Versionar Contenido.

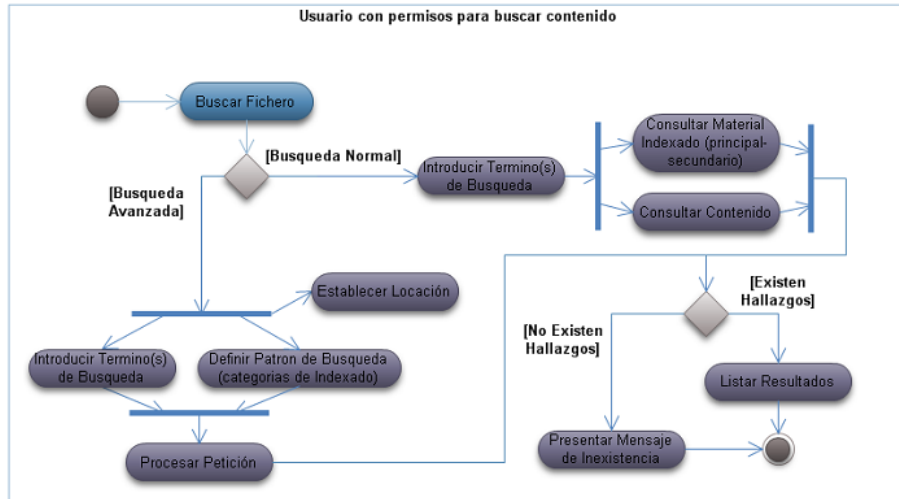


Figura B.13.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Bucar Contenido.

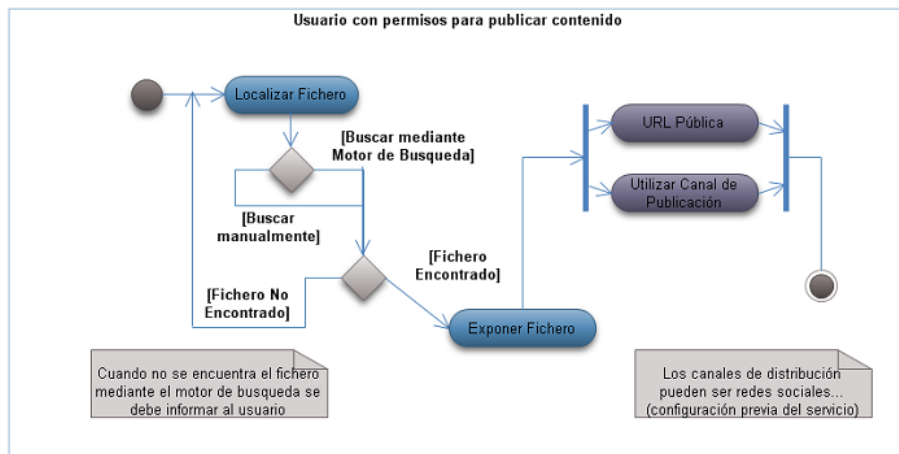


Figura B.14.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Publicar Contenido.



Figura B.15.: Diagrama de Actividad para el Caso de Uso Activar Workflows.