

Automatización De Procesos De Normatividad Ante Curaduría Desde El Punto De Vista Del
Desarrollador Del Proyecto.

Andrés Eduardo Durán Sánchez y Laura Sofía Pazos Forero

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Guillermo Mejía Aguilar

Doctor en Ingeniería – Especialidad en Gerencia de Proyectos de Construcción

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2023

Dedicatoria

A mi mamá y a mis tías, quienes siempre me han apoyado y con su amor me han llevado a convertirme en la persona que soy hoy en día y a lograr mis metas. De igual forma a Hannibal, quien siempre me ha acompañado y me ha inspirado a seguir mis sueños.

A mi mamá, papá, hermano y abuelos: su amor y apoyo han sido mi mayor inspiración en este camino de aprendizaje. Con profundo agradecimiento, dedico mis logros a quienes siempre han estado a mi lado.

Agradecimientos

A la Universidad Industrial de Santander, por brindarnos la formación en esta profesión y ayudarnos en el crecimiento como personas y como miembros de esta institución. A nuestro director Guillermo Mejía Aguilar por orientarnos y darnos su apoyo en la realización del proyecto y compartir con nosotros su conocimiento. Y finalmente a nuestras familias y amigos que nos acompañaron en este proceso y nos apoyaron en el desarrollo y crecimiento como personas y como profesionales.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos.....	12
1.1 Objetivo General.....	12
1.2 Objetivo General.....	12
2. Marco conceptual.....	13
2.1 Flujo de procesos	13
2.2 Entorno común de datos.....	13
2.3 Sistema de clasificación.....	13
2.4 ColombiaClass	14
2.5 Programación modular.....	14
2.6 Interfaz de aplicaciones (API)	15
3. Metodología	15
4. Desarrollo y resultados	17
4.1 Selección del entorno común de datos.....	17
4.2 Modelado y recolección de variables.....	18
4.3 Selección de sistema de clasificación	20
4.4 Automatización.....	23
4.5 Web.....	24
4.6 Desarrollo de la lógica	25
5. Resultados.....	27
5.1. Flujo de procesos bajo entorno común de datos	27

5.2. Automatización de actividades ante curaduría	28
5.3. Sistema de clasificación para la selección de documentos	33
6. Conclusiones.....	34
7. Limitaciones y futuras recomendaciones.....	36
Referencias Bibliográficas	38

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Análisis de alternativas</i>	17

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Diagrama de flujo de Normatividad</i>	19
Figura 2. <i>Modelo base de dato proyecto</i>	20
Figura 3. Jerarquización de carpetas propuesto en guía y estándares para el desarrollo gráfico del proyecto.....	21
Figura 4. Nomenclatura del activo digital.....	23
Figura 5. Código interfaz principal de registro.....	24
Figura 6. Código interfaz normatividad.....	24
Figura 7. Código interfaz dashboard.....	25
Figura 8. Declaración de variables.....	26
Figura 9. Funciones del software utilizando metodología modular.....	27
Figura 10. Procesos de gestión ante curaduría en etapas tempranas de proyectos inmobiliarios	28
Figura 11. Añadir nuevo proyecto	29
Figura 12. Añadir nuevo proyecto	29
Figura 13. Interfaz gráfica de proceso automatizado.....	30
Figura 14. Muestra de proceso puesto a la acción	31
Figura 15. Mensaje de confirmación de subida de archivos	32
Figura 16. Interfaz gráfica de Dashboard	32
Figura 17. Vista entorno común de datos carpeta de proyectos	33
Figura 18. Vista carpetas del proyecto.....	33

Figura 19. Vista carpeta de normatividad del proyecto con sus respectivos documentos adjuntos

..... 34

Resumen

Título: Automatización De Procesos De Normatividad Ante Curaduría Desde El Punto De Vista Del Desarrollador Del Proyecto. *

Autor: Andrés Eduardo Durán Sánchez y Laura Sofía Pazos Forero **

Palabras Clave: Entorno Común de Datos, Sistema de Clasificación, Automatización, BIM

Descripción: La automatización del manejo de la información optimiza el tiempo y el manejo de los activos de la construcción, evitando pérdidas de datos o retrasos en las actividades. Se han elaborado normativas como la ISO 19650-1 (2018) que define de forma general como llevar a cabo el modelado de la información de la construcción (BIM). Sin embargo, se detecta la necesidad de especificar los medios por los cuales llevar a cabo este modelado de la información, donde se presenta el uso de un Entorno Común de Datos (CDE), que es un repositorio de información que permite a los participantes de un proyecto de construcción acceder en tiempo real desde cualquier ubicación. Así mismo, se observa que la armonización de la terminología usada para nombrar los activos de construcción es de importancia para poder identificarlos y diferenciarlos, existiendo para esto la herramienta llamada Sistema de Clasificación. Esta investigación tiene objetivo proponer un flujo de procesos desde el punto de vista del desarrollador del proyecto para tramites en curaduría bajo el manejo de un entorno común de datos, donde posteriormente se busca llevar el flujo de proceso a un entorno común de datos proponiendo un método para automatizar las actividades del flujo con el uso de un sistema de clasificación para el manejo de activos digitales. Para lograr esto se utilizó Google Drive como CDE, usando como sistema de clasificación la metodología de ColombiaClass.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil.
Director: Guillermo Mejía Aguilar. Doctor en Ingeniería – Especialidad en Gerencia de Proyectos de Construcción.

Abstract

Title: Automation Of Normative Process With Building Regulatory Authorities From The Project Developer's Perspective*

Author(s): Andrés Eduardo Durán Sánchez and Laura Sofía Pazos Forero **

Key Words: Common Data Environment, Classification System, Automation, BIM.

Description: The automation of information management optimizes the time and management of construction assets, preventing data losses or activity delays. Regulations such as ISO 19650-1 (2018) have been developed, which generally defines how to carry out construction information modelling (BIM). However, there is a need to specify how to carry out this information modelling, introducing the use of a Common Data Environment (CDE), which is an information repository that enables participants in a construction project to access it in real time from any location. Similarly, it is observed that the harmonization of terminology used to name construction assets is important for identifying and differentiating them, with a tool called the Classification System available for this purpose. This research aims to propose a process flow from the perspective of the project developer for regulatory procedures under the management of a common data environment, with a subsequent effort to transition this process flow into a common data environment by proposing a method to automate the flow activities using a classification system for digital asset management. To achieve this, Google Drive was used as the CDE, employing the ColombiaClass methodology as the classification system.

* Degree Work

**Faculty of Physical-mechanical Engineering. School of Civil Engineering.

Director: Guillermo Mejía Aguilar Doctor in Engineering – Specialty in Construction Project Management.

Introducción

La ingeniería civil en Colombia hoy en día se enfrenta a una serie de diversos desafíos, siendo uno de ellos la gran cantidad de medios de comunicación por los cuales los participantes de la gestión de la construcción pueden dialogar; es aquí donde se genera una fragmentación en la forma de gestionar los activos de construcción, que si no son propiamente denominados y compartidos pueden llevar a confusiones o pérdidas de información, por lo que, en base a la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, (Estrategia nacional BIM 2020-2026, 2020), se busca desarrollar una solución que mitigue esta situación que se presenta en el país.

Una de las herramientas mediante las cuales se pueden solventar los problemas con el manejo de los activos de la construcción es el uso de un Entorno Común De Datos (CDE). (ISO 19650-1:2018, 2019) Este se debe utilizar para gestionar la información durante la gestión de activos y la entrega del proyecto. Donde se necesita la aplicación de la metodología del modelado de la información de la construcción (BIM), la cual busca incorporar el trabajo en un ambiente colaborativo que permita la trasmisión de experiencias e ideas que lleven al desarrollo de un buen proyecto (Levy, 2018). , debe estar presente con una integración centralizada que permita la recopilación, gestión y difusión de los datos extraídos del Modelo de Información del Proyecto (PIM) y del modelo de Información de Activos (AIM) mediante un proceso que es gestionado automáticamente. (Paiva et al., 2022) No obstante, la adopción de un Entorno Común De Datos (CDE) es insuficiente para evitar el mal manejo de la información, por lo que también se ve necesario el uso de un Sistema De Clasificación, el cuál debe ser actualizado y a la vanguardia con los usos de procesos BIM, siendo ColombiaClass el sistema idóneo para esto, ya que consiste en un sistema para la industria de la construcción en Colombia. (Roldán, 2022). El presente estudio tiene el objetivo de proponer un flujo de procesos desde el punto de vista del desarrollador del proyecto para tramites en curaduría bajo el manejo de un entorno común de datos, siendo esto

posible con el apoyo de arquitectos de la Sociedad de arquitectos de Cartagena, Víctor Puello Mendoza y Héctor Anaya Pérez, y junto con el ingeniero Guillermo Mejía PhD, donde se obtuvo un flujo de procesos denominado “Procesos de gestión ante curaduría en etapas tempranas de proyectos inmobiliarios”.

En este contexto, la siguiente fase del estudio consiste en cumplir con los objetivos planteados, proponiendo un método para automatizar las actividades del flujo de procesos, utilizando Google Drive como plataforma de Entorno Común de Datos (CDE) para llevar a cabo esta automatización, empleando la metodología de ColombiaClass como sistema de clasificación. La automatización de procesos de construcción ha mostrado un impacto positivo en la productividad hasta la actualidad, llevando a un mejor desempeño en las labores (Zhai et al., 2009).

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Proponer un flujo de procesos desde el punto de vista del desarrollador del proyecto para tramites en curaduría bajo el manejo de un entorno común de datos.

1.2 Objetivo General

- Proponer el flujo de proceso bajo el entorno común de datos
- Proponer un método para automatizar las actividades del flujo de procesos para tramites en curaduría.
- Establecer un sistema de clasificación para el manejo de documentos

2. Marco conceptual

2.1 Flujo de procesos

El flujo de procesos, en el contexto de la gestión de procesos de BIM, se refiere a la representación visual y secuencial de las actividades y pasos que componen un proceso empresarial específico. Estos flujos se representan típicamente en diagramas que muestran la secuencia, interacción y lógica de un proceso, lo que facilita su comprensión, análisis y mejora, permitiendo a las organizaciones optimizar la eficiencia y la calidad de sus operaciones (Brunnello et al., 2011).

2.2 Entorno común de datos

El "Entorno Común de Datos" (Common Data Environment, CDE) según la norma ISO 19650-1 (2018) representa un componente esencial en la gestión de información y colaboración en proyectos de construcción y diseño. Este sistema centralizado y bajo control se emplea para almacenar, compartir y administrar de manera segura y organizada todos los datos y documentos asociados al proyecto. Su función principal radica en facilitar la comunicación eficaz entre todas las partes involucradas, garantizando que la información se mantenga actualizada, coherente y accesible. Esto, a su vez, contribuye a mejorar la toma de decisiones y a fomentar la transparencia en todas las fases del ciclo de vida del proyecto, desde la planificación hasta la fase de operación y mantenimiento (ISO 19650-1:2018, 2019).

2.3 Sistema de clasificación

La norma ISO 19650-1 (2018) se refiere al "Sistema de Clasificación" como una estructura organizada y estandarizada para categorizar y etiquetar la información relacionada con proyectos de construcción y diseño. Este sistema de clasificación es esencial para garantizar la consistencia y la accesibilidad de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Por medio de

esta norma, se establecen categorías y subcategorías específicas que se utilizan para organizar documentos, datos y modelos, lo que facilita la búsqueda, recuperación y gestión eficiente de la información en el Entorno Común de Datos (CDE) mencionado anteriormente. Además, contribuye a la colaboración efectiva entre todas las partes involucradas en el proyecto, al proporcionar una estructura común que todos pueden entender y seguir (ISO 19650-1:2018, 2019).

2.4 ColombiaClass

El sistema de clasificación ColombiaClass se utiliza específicamente para administrar activos en la industria de la construcción en Colombia. Sus características principales incluyen la capacidad de estructurar, clasificar y codificar información a lo largo de todo el ciclo de vida de los activos de construcción. ColombiaClass emplea un lenguaje único que está estandarizado, lo que permite su adaptación a las necesidades de diversos interesados en el sector. Este sistema de clasificación consta de veintitrés tablas abordando diversas temáticas, todas diseñadas para respaldar una gestión integral de los activos de construcción. Es importante destacar que esta metodología está en línea con la filosofía BIM (Modelado de Información de Construcción), y además, se integra con Colombia Compra Eficiente, el sistema nacional de compras públicas (Roldán, 2022).

2.5 Programación modular

La programación modular es una técnica que se ha utilizado desde los primeros tiempos de la programación para abordar problemas complejos. Consiste en dividir un problema complejo en subproblemas más pequeños que puedan resolverse de forma independiente. Cada subproblema se trata como un módulo o subrutina que realiza una tarea específica y puede ser invocado desde el

programa principal. Esta estrategia de dividir en módulos el código facilita la resolución eficiente de problemas complejos y promueve la reutilización de código. El diseño descendente es una técnica relacionada que permite estructurar jerárquicamente los módulos de un algoritmo, dividiendo el problema en partes manejables. La programación modular y el diseño descendente son enfoques fundamentales para la construcción de programas eficientes y mantenibles (Arsaute et al., 2018).

2.6 Interfaz de aplicaciones (API)

Una API es una serie de directrices y protocolos que permiten que diferentes componentes de software se comuniquen y se integren entre sí. En esencia, una API define cómo las aplicaciones o servicios pueden interactuar y compartir datos, funciones o recursos de manera estandarizada y controlada. Las APIs son fundamentales para permitir la interoperabilidad entre diferentes sistemas informáticos y facilitar la creación de aplicaciones que puedan utilizar funcionalidades proporcionadas por otros programas o servicios (Casarrubio Prieto, 2015).

3. Metodología

Con el propósito de alcanzar los objetivos propuestos en el ámbito del Modelado de Información de la Construcción (BIM) y en concordancia con los principios del plan BIM, se ha decidido respaldarse en dos metodologías ampliamente reconocidas y complementarias. En primer lugar, se ha adoptado la metodología ISO 19650-1 (2018), que proporciona directrices fundamentales de gran relevancia para la ejecución eficiente de proyectos de construcción e infraestructura. Por otro lado, se ha integrado la metodología BIM, que ofrece directrices esenciales específicas para la ejecución eficiente de proyectos de construcción en ingeniería. Ambas metodologías se combinan para establecer una base sólida que garantiza la calidad y

eficiencia en la ejecución de proyectos BIM, alineándose con estándares internacionales reconocidos y los principios del plan BIM (González et al., 2014).

La Estrategia Nacional BIM 2020-2026 está orientada hacia la eficiencia y la calidad, según los estándares internacionales anteriormente mencionados y alineada con los principios del Plan BIM (Estrategia nacional BIM 2020-2026, 2020).

La ISO 19650-1 (2018) ofrece una serie de pautas detalladas que abarcan aspectos críticos como la gestión de información, el intercambio de datos, el control de versiones, la seguridad de la información y la documentación. Además, establece requisitos esenciales para la creación de un entorno común de datos, con criterios de selección rigurosos y un sistema de clasificación adecuado (ISO 19650-1:2018, 2019).

En este contexto, se ha optado por automatizar en base a la metodología de la ISO 19650-1 (2018), lo que permitirá un enfoque más eficiente y preciso en la gestión de información en el ámbito del BIM. Esta automatización garantizará la coherencia y la integridad de los datos a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Este enfoque, representa un avance significativo mejorando la productividad y la calidad en la industria de la construcción y la gestión de proyectos de infraestructura.

Sin embargo, es importante destacar que durante la ejecución del proyecto se planteó inicialmente la utilización del software Bizagi (BPM) de baja codificación, que ofrecía un entorno de desarrollo conveniente. No obstante, a medida que avanzaba el proyecto y se profundizaba en su ejecución, surgieron varios inconvenientes significativos relacionados con Bizagi. Uno de los desafíos más destacados fue la necesidad de adquirir funciones adicionales de pago para incorporar el entorno común de datos requerido. Esta dificultad representó un desafío importante que llevó al equipo a buscar alternativas similares para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Como resultado,

se redujo el alcance del proyecto, pasando de automatizar tres procesos a automatizar solo uno, debido a la complejidad de los nuevos entornos de desarrollo identificados.

Esta adaptación en la ejecución del proyecto demuestra la importancia de la flexibilidad y de la capacidad de adaptación en la gestión de proyectos, especialmente cuando se enfrentan obstáculos imprevistos en la vía hacia el logro de los objetivos.

4. Desarrollo y resultados

La aplicación que busca realizar el proyecto está enfocada en una estandarización de un flujo de procesos, esto se lleva a cabo con el fin de poder usar la información del aplicativo desarrollado en un nuevo proyecto o en un proyecto que sea la continuación del presente (Meyer, 2009).

4.1 Selección del entorno común de datos

De las opciones disponibles como OneDrive proporcionada por Microsoft y Google Drive la cual es parte de la suite de Google, se llevó a cabo una evaluación con criterios creados en base a lo necesario para la ejecución del proyecto, dando como resultado el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 1.

Análisis de alternativas.

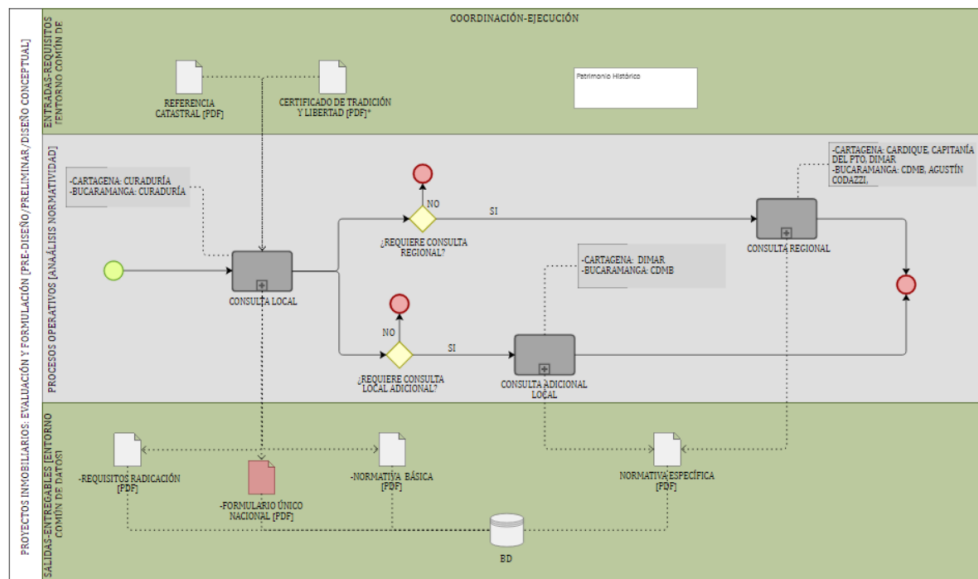
	Onedrive	Google Drive
Fácil documentación	NO	SI
Facilidad de aprendizaje	NO	SI
Entorno funcional	SI	SI
Fácil integración	NO	SI

Nota. Elaboración propia

Como se puede apreciar, la opción idónea corresponde a Google Drive, el cuál además proporciona un entorno de programación llamado Google App Scripting el cual es una plataforma de desarrollo de aplicaciones y codificación integrada en Google, el cual se puede usar de forma independiente en forma de web potente e interactiva(Ferreira, 2014) , además contando con fácil integración con la API de servicio de Google Drive API, estas desempeñando un papel esencial en el proyecto, gracias a que con esta interfaz se puede crear una aplicación que interactúa de manera efectiva y segura con servicios de almacenamiento en la nube (Arsaute et al., 2018).

4.2 Modelado y recolección de variables

El proceso de recolección de datos fue liderado por el ingeniero Guillermo Mejía PhD, quien en colaboración con los arquitectos Víctor Puello Mendoza y Héctor Anaya Pérez, miembros de la Sociedad de Arquitectos de Cartagena, se ha venido desarrollando hasta la actualidad, a través de reuniones programadas un flujo de trabajo de procesos llamando “Procesos de gestión ante curaduría en etapas tempranas de proyectos inmobiliarios”. Este enfoque resalta la importancia de gestionar adecuadamente los trámites ante las curadurías, promoviendo la mejora continua de procesos y la colaboración en estos procesos (Zaratiegui, 1999). De este flujo de trabajo, se centró en la automatización de la normatividad, la cual, al inicio de la pasantía, era uno de los procesos del flujo que se había determinado como completado para pasar a la siguiente fase de trabajo, incorporando procedimientos para adjuntar archivos, leer bases de datos y hacer uso de compuertas lógicas cuando se requieren consultas adicionales. A continuación, se muestra el diagrama de flujo final de la normatividad:

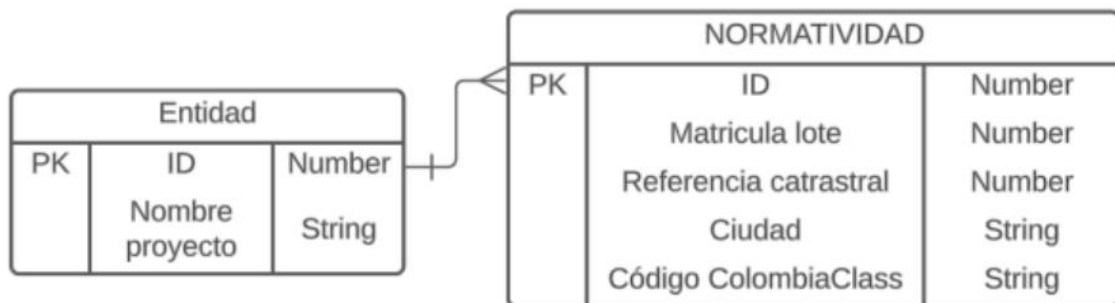
Figura 1.*Diagrama de flujo de Normatividad*

Nota. Fuente: G. Mejía, V. Puello Mendoza y H. Anaya Pérez en colaboración con Autores

En base al proceso de normatividad previamente realizado, se identificó y diseñó las especificaciones clave necesarias para la realización de la base de datos, lo que condujo a la creación de un sólido modelo de base de datos. Esto culminó en la elaboración de un sólido que desempeñó un papel fundamental al anticipar y considerar de manera exhaustiva todas las variables esenciales que se emplearían en la automatización (Cea, 2019), Gracias a esta planificación anticipada, se logró una implementación más eficaz y una gestión más efectiva de los recursos, lo que resultó en un sistema más eficiente en su conjunto.

Figura 2.

Modelo base de dato proyecto.



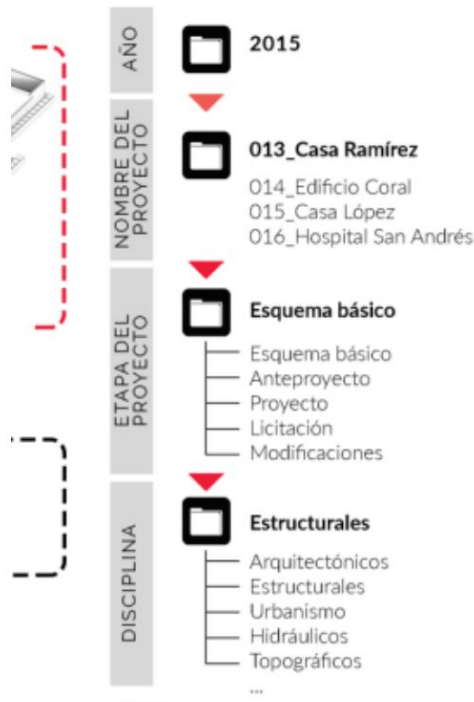
Nota. Elaboración propia

4.3 Selección de sistema de clasificación

Para tomar una decisión informada sobre cual sistema de clasificación era mejor adoptar se realizó una búsqueda exhaustiva dejando tres posibles alternativas: UNICLASS, OMNICLASS y ColombiaClass (Roldán, 2022) (Tello, 2003). Finalmente se escogió a ColombiaClass debido a su facilidad de uso y aplicación en el contexto de metodología BIM, esta elección se basó en la premisa de que ColombiaClass se alineaba de manera más efectiva con los objetivos del proyecto. Se usaron las pautas sobre la jerarquización de las carpetas en el proceso de gestión y almacenamiento de datos del documento “GUÍA Y ESTÁNDARES PARA EL DESARROLLO GRÁFICO DEL PROYECTO” (Salas, 2016).

Figura 3.

Jerarquización de carpetas propuesto en guía y estándares para el desarrollo gráfico del proyecto.



Nota. Tomado de Salas, P. E. W. (2016). Guía y estándares para el desarrollo gráfico del proyecto. Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares.

De ColombiaClass, se incorporaron tres tablas fundamentales para la clasificación de los activos digitales.

Tabla A. Localización Geográfica (DANE, 2022): Esta tabla proporciona información geográfica crucial para el proyecto.

Tabla B. Uso y Ocupación de la Edificación (NSR, 2010): La tabla B detalla el uso y ocupación previstos de la edificación, lo cual es esencial para la planificación.

Tabla L. Usos o Procesos BIM (PlanBIM, 2019): Esta tabla contiene información clave sobre los usos y procesos específicos relacionados con la metodología BIM.

Para generar una nomenclatura coherente y descriptiva para los activos digitales, se utilizan los códigos obtenidos de las tres tablas de ColombiaClass, que representan el municipio donde se llevará a cabo el proyecto, el uso previsto del proyecto y el proceso BIM asociado. El formato de nomenclatura de archivos se estructura de la siguiente manera: (ID del Proyecto)_(Nombre del Proyecto)(Código ColombiaClass Tabla A)(Código ColombiaClass Tabla B)(Código ColombiaClass Tipo L)_(Nombre General del Archivo Subido).

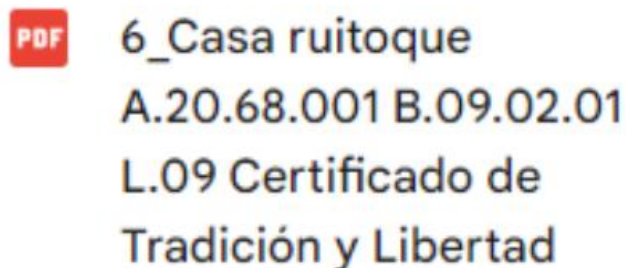
En este formato:

- (ID del Proyecto) se refiere al identificador único del proyecto.
- (Nombre del Proyecto) es el nombre descriptivo del proyecto.
- (Código ColombiaClass Tabla A) representa el código obtenido de la Tabla A de ColombiaClass relacionada con la ubicación geográfica.
- (Código ColombiaClass Tabla B) corresponde al código de la Tabla B de ColombiaClass, que describe el uso y ocupación de la edificación.
- (Código ColombiaClass Tipo L) representa el código de la Tabla L de ColombiaClass, que detalla los usos o procesos BIM específicos.
- (Nombre General del Archivo Subido) es el nombre general del archivo que se carga.

Ejemplo:

Figura 4.

Nomenclatura del activo digital



Nota. Elaboración propia

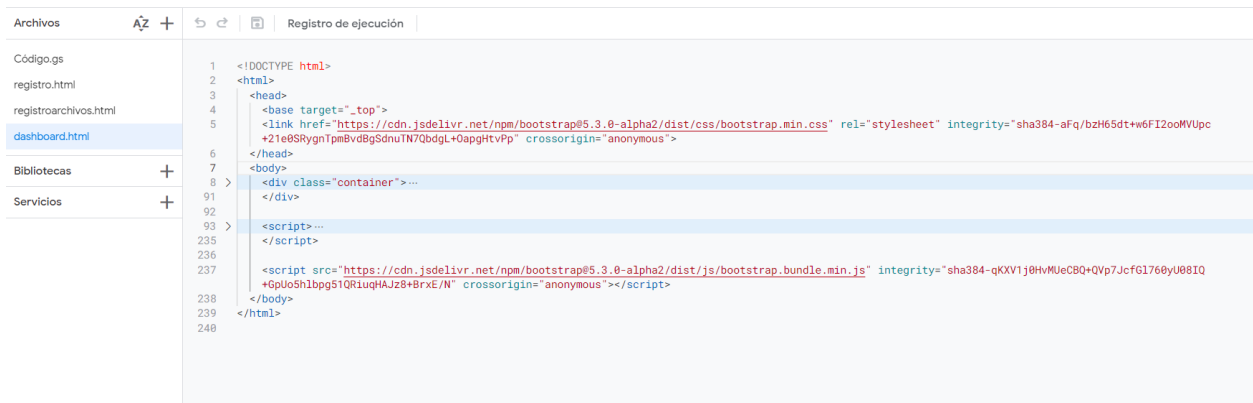
4.4 Automatización

Una vez que se ha seleccionado y definido el proceso, la base de datos, el entorno común de datos y el sistema de clasificación, el siguiente paso es la automatización a través del entorno de programación de Google App Script. Este entorno ofrece la capacidad de programar en lenguajes como HTML, que proporciona la estructura, el estilo y la funcionalidad del sistema (Gauchat, 2012). Además, se utiliza CSS en combinación con HTML para crear diseños atractivos en la interfaz y JavaScript, un lenguaje de programación que permite la creación de páginas webs dinámicas (Eguíluz Pérez, 2012). Se aprovecha la API de Google Drive como el entorno común de datos y Google Sheets como base de datos. Estas APIs desempeñan un papel esencial ya que permiten interactuar de manera segura y controlada con servicios de almacenamiento en la nube (Eguíluz Pérez, 2012). Google drive actúa como intermediario para el almacenamiento de datos en la nube, lo que posibilita un intercambio de datos versátil y sin restricciones de direcciones IP, facilitando su uso desde cualquier ubicación con acceso a internet (Dinatha, Sukarsa, & Cahyawan, 2016).

3. **Interfaz Dashboard:** opera como un panel de control que permite visualizar los archivos asociado a un proyecto en una única pantalla.

Figura 7.

Código interfaz dashboard



```
Archivos  A-Z +  Registro de ejecución
Código.gs
registro.html
registroarchivos.html
dashboard.html
Bibliotecas +
Servicios +
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <base target="_top">
5 <link href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.0-alpha2/dist/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet" integrity="sha384-aFq/bzH65dt+w6FI2ooMVUpc
+21e8SrygnTpmBvdBgSdnuTN7QbdgL+0apgHtvPp" crossorigin="anonymous">
6 </head>
7 <body>
8 <div class="container">...
9 </div>
10
11 <script>...
12 </script>
13
14 <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.0-alpha2/dist/js/bootstrap.bundle.min.js" integrity="sha384-qKXV1j0HwUeCB0+QVp7JefG1760yU081Q
+6pUoSh1bpg51QR1uqHAJz8+BrxE/N" crossorigin="anonymous"></script>
15 </body>
16 </html>
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
```

Nota. Elaboración propia

4.6 Desarrollo de la lógica

Para implementar la lógica de automatización en el proyecto mencionado, se optó por utilizar JavaScript como lenguaje de programación. Se aplicó una metodología modular en el desarrollo, lo que implicó dividir el código en funciones independientes. Esta aproximación modular se eligió con el propósito de simplificar la revisión y el mantenimiento del proyecto, ya que cada función se encargaba de una tarea específica (Arsaute et al., 2018).

Declaración de variables

Figura 8.

Declaración de variables

```
const urlHojaDeCalculo = "https://docs.google.com/spreadsheets/d/  
154tWNm_6ihBn60MUqs0RyJxIEC_uY64Al6REkcCF-aI/edit#gid=0";  
const urlTablasOmniclass = "https://docs.google.com/spreadsheets/d/  
1jDxMaXYEqqJtqMseXEX2cs9WWorEn5CsZkqgyEU2MTA/edit#gid=1352762453";  
var rutaWeb = ScriptApp.getService().getUrl();  
var tablasColombianClass = SpreadsheetApp.openByUrl(urlTablasOmniclass);  
var ciudades = SpreadsheetApp.openByUrl(urlHojaDeCalculo).getSheetByName  
("ciudades").getSheetValues(1, 1, 1123, 2);  
var edificaciones = tablasColombianClass.getSheetByName("TablaBfiltrada").  
getSheetValues(1, 1, 195, 1);  
var elementos = tablasColombianClass.getSheetByName("TablaLfiltrada").  
getSheetValues(1, 1, 10, 1);
```

Nota. Elaboración propia

El código implementado en Google Apps Script proporciona un conjunto de funciones especializadas destinadas a la búsqueda y manipulación de datos en bases de datos, incluyendo la identificación de elementos BIM, grupos de ocupación y datos regionales y departamentales a partir de la información proporcionada por una ciudad. Esto permite un acceso eficiente a la información almacenada en las hojas de Google Sheets que funcionan como bases de datos, con la capacidad de actualizar y almacenar datos. Además, facilita la modificación de archivos en Google Drive mediante un sistema de versiones y la gestión de la estructura de carpetas, lo que garantiza un control y seguimiento efectivo de los documentos asociados a cada proyecto.

El código también incluye funciones para encontrar o crear carpetas basadas en el año actual, registrar proyectos completos y generar estructuras de carpetas predefinidas específicas para cada proyecto, mejorando así la organización y el acceso a la información. Además, se ha implementado una interfaz web accesible a través de solicitudes GET, esta interfaz es responsable de proporcionar archivos HTML (Ferreira, 2014), lo que equivale a la interacción esencial entre el código de la aplicación y la interfaz de usuario. (Representan las pequeñas metas que deben ser alcanzadas para lograr el objetivo general, deben relacionar productos específicos de los resultados

esperados, considerando recursos y tiempo horizonte. Deben ser alcanzables y medibles. Para su formulación se deben identificar problemas macro y específicos, así, no deben relacionar los efectos e impactos del proyecto, los cuales se encuentran fuera de control por parte del autor, la redacción debe comenzar usando un verbo en infinitivo). Presentar cada objetivo haciendo uso de sangría en vez de utilizar viñetas.

Figura 9.

Funciones del software utilizando metodología modular

```
getSheetValues(1,1,10,1);
8
9 > function doGet(e) {--
6 }
7
8 > function elementoBIMEencontrar(option){--
6 }
7
8
9 > function grupoOcupacionEncontrar(option){--
7 }
8
9 > function regionDepartamento(ciudad){--
9 }
8
1 > function subirGlobalId(globalID){--
4 }
5
6 > function obtenerGlobalID(){--
9 }
8
1 > function modificar_archivo(form){--
3 }
4
5 > function encontrar_carpeta(){--
7 }
8
9 > function grabarID(idProyecto){--
2 }
3
4 > function registrarProyecto(idProyect, nameProyect){--
8 }
1
2 > function encontrarNombreCarpeta(idProyecto){--
5 }
6
7 > function crearDiccionarioCarpeta(nombreCarpeta){--
3 }
4
5 > function diccionarioElementos(idProyecto){--
8 }
9
```

Nota. Elaboración propia

5. Resultados

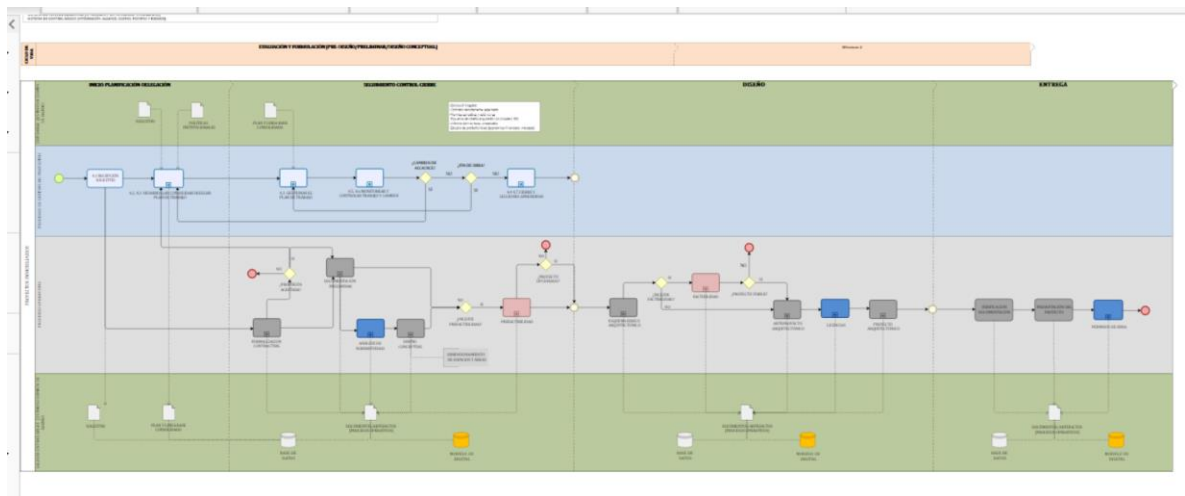
5.1. Flujo de procesos bajo entorno común de datos

Hasta la actualidad el flujo de trabajo “Procesos de gestión ante curaduría en etapas tempranas de proyectos inmobiliarios” sigue en desarrollo para algunos de los distintos procesos que lo componen, siendo la normatividad, uno de los procesos que ya fueron finalizados y aprobados, motivo por el cual se procedió a llevar a cabo su automatización con el desarrollo del

aplicativo en el presente proyecto. A continuación, se presenta la última versión hasta la actualidad del flujo de trabajo, dando la aclaración que hay procesos que siguen en revisión, por lo que el siguiente esquema se puede ver modificado a futuro:

Figura 10.

Procesos de gestión ante curaduría en etapas tempranas de proyectos inmobiliarios



Nota. G. Mejía, V Puello Mendoza y H. Anaya Pérez en colaboración con Autores.

5.2. Automatización de actividades ante curaduría

Para la automatización del proceso de normatividad, se desarrollaron tres interfaces gráficas con el propósito de facilitar la interacción del usuario final con la aplicación, asumiendo la responsabilidad de automatizar por completo las operaciones del software.

En la pestaña Agregar Proyecto, se puede iniciar el proceso creando un nuevo proyecto, donde se selecciona un ID de proyecto y se elige un nombre del proyecto, dos elementos esenciales para iniciar el flujo de trabajo. Teniendo definido lo anterior se da clic en “Cargar Nuevo Proyecto”, el sistema procede a crear los elementos necesarios para el proyecto y notifica al usuario mediante el siguiente mensaje:

Esta acción generará automáticamente las carpetas necesarias del proyecto en el entorno común de datos.

Inicialmente, se identificará el año actual para crear la carpeta correspondiente. Luego, se creará la carpeta del proyecto con la clasificación en el formato (ID de Proyecto) (Nombre del Proyecto), junto con las subcarpetas pertinentes dentro de ella.

Figura 11.

Añadir nuevo proyecto

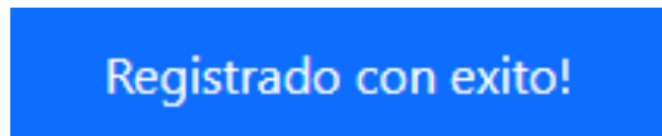


The screenshot shows a web application interface for adding a new project. At the top, there is a navigation bar with links for 'Agregar Proyecto', 'Normatividad', and 'Dashboard'. Below this is a header for 'Registro de Proyectos'. The main content area is a blue box titled 'Registrar Proyecto'. It contains two input fields: 'Id Proyecto' and 'Nombre Proyecto'. Below the input fields is a 'Cargar' button.

Nota. Elaboración propia

Figura 12.

Añadir nuevo proyecto



Nota. Elaboración propia

Como segunda interfaz se tiene la “NORMATIVIDAD”, la cual se encarga de gestión documental del proceso de Normatividad del proyecto, añadiendo los archivos necesarios para realizar el análisis de cumplimiento de normatividad, teniendo la siguiente interfaz:

Figura 13.

Interfaz gráfica de proceso automatizado

Subida de archivos

Buscar con ID

Id Proyecto:*

Matricula Lote:*

Referencia Catastral:*

Ciudad:* Selecciona...

Region:

Departamento:

Uso y ocupación de edificio:* Selecciona...

Proceso BIM:* Selecciona...

Verificar ID

Subir documentos

Referencia Catastral:*

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

Certificado de tradición y libertad:*

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

Requisitos de radicación:*

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

Normatividad basica:*

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

Formulario unico nacional:

Seleccionar archivo Ninguno archivo selec.

Requiere Consulta Regional

Requiere Consulta local adicional

Cargar

Nota. Elaboración propia

En esta interfaz, la primera acción que debe llevarse a cabo es la selección de una identificación del proyecto. Esta elección reviste una gran importancia, ya que determinará el destino de los archivos que se cargarán en el proyecto seleccionado. En la parte inferior de la pantalla, se encuentra un botón denominado "Verificar ID", el cual cumple la función de mostrar los datos asociados a la ID que se ha seleccionado.

Figura 14.

Muestra de proceso puesto a la acción

Subida de archivos

Buscar con ID

Id Proyecto:* 6

Matricula Lote:* asdsadsa

Referencia Catastral:* sadsadsa

Ciudad:* Barranquilla

Region: Región Caribe

Departamento: Atlántico

Uso y ocupación de edificio:* Cera

Proceso BIM:* Levantamiento de Condiciones Existentes

Verificar ID

Nombre del proyecto: **Casa ruitoque**

Subir documentos

Referencia Catastral:*
Seleccionar archivo redir[1].aspx

Certificado de tradicion y libertad:*
Seleccionar archivo Guia_trabajos_de_grado_APA.pdf

Requisitos de radicacion:*
Seleccionar archivo PROPUESTA TRABAJO D...DO I DURAN_PAZOS.pdf

Normatividad basica:*
Seleccionar archivo Guia_trabajos_de_grado_APA.pdf

Formulario unico nacional:
Seleccionar archivo EMANUEL 3.pdf

Requiere Consulta Regional

Requiere Consulta local adicional

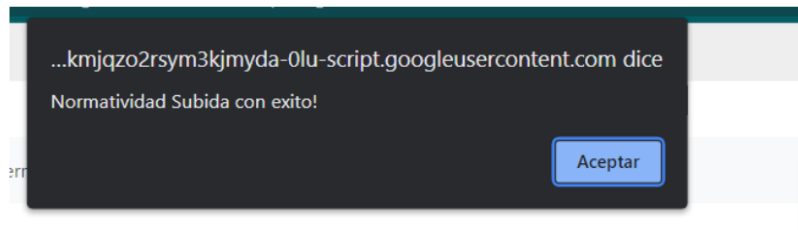
Cargar

Nota. Elaboración propia

Adicionalmente, se completa el proceso llenando la información esencial, lo cual resulta de gran relevancia tanto para la nomenclatura de los proyectos como para el almacenamiento de estos datos en la base de datos del sistema. Una vez que se han ingresado todos los datos normativos requeridos, se procede a hacer clic en el botón "Cargar". Esta acción desencadena la carga automática de todos los archivos en el entorno común de datos y asigna a cada archivo un nombre adecuado según el sistema de clasificación. Al obtener una carga exitosa el sistema emite el siguiente mensaje de alerta:

Figura 15.

Mensaje de confirmación de subida de archivos

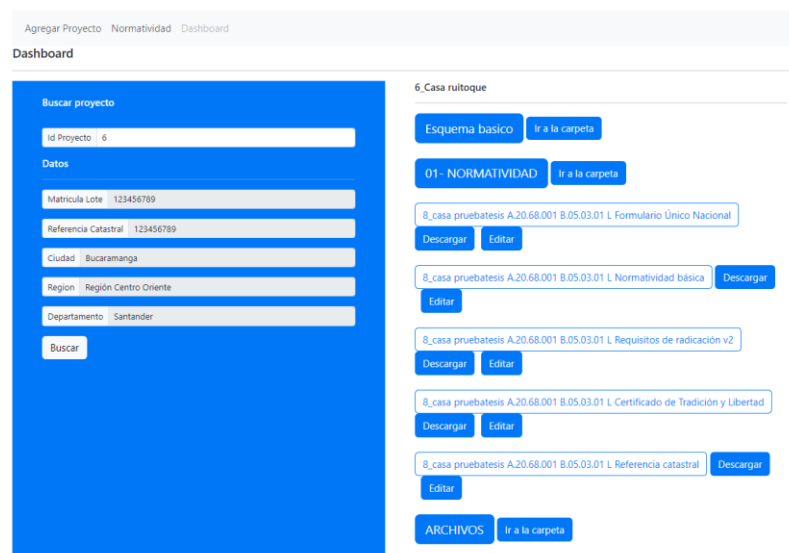


Nota. Elaboración propia

La última interfaz corresponde a la interfaz gráfica de Dashboard, donde se puede buscar los datos y archivos almacenados proporcionando un ID de proyecto, esto debido a que se encuentran anidados a la identificación del proyecto, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Figura 16.

Interfaz gráfica de Dashboard



Nota. Elaboración propia

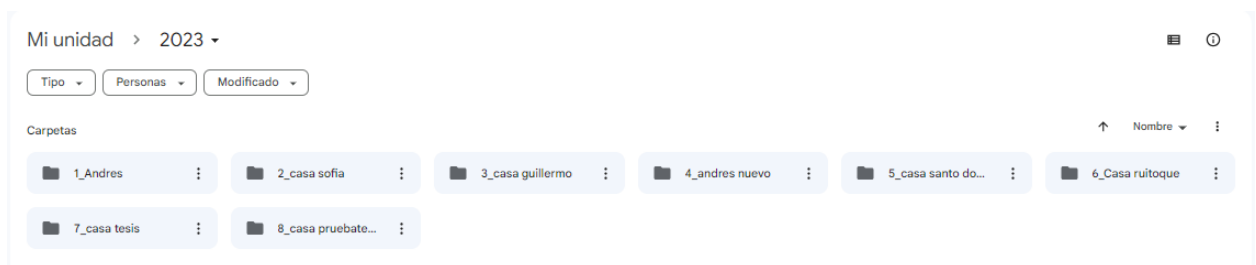
En esta plataforma se podría descargar cada uno de los archivos, verlos y reemplazarlos si se requiere, además de permitir subir una segunda versión de un archivo, todo esto manejándose de forma automática en el software de la siguiente manera:

5.3. Sistema de clasificación para la selección de documentos

Los resultados de la clasificación de activos digitales se pueden observar en el entorno común de datos, donde se implementa esta clasificación en todos los archivos y la estructura de carpetas correspondiente. Esto se inicia con la carpeta principal del año del proyecto, seguida de una carpeta específica para cada uno de los proyectos.

Figura 17.

Vista entorno común de datos carpeta de proyectos

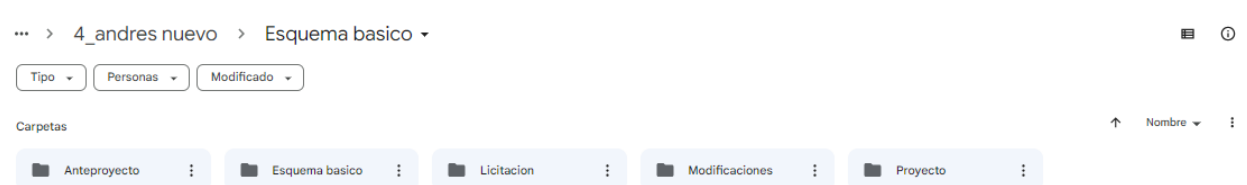


Nota. Elaboración propia

Al ingresar a cualquier carpeta de proyecto, es evidente la presencia de subcarpetas que se generan automáticamente cada vez que se crea un nuevo proyecto a través de la interfaz web.

Figura 18.

Vista carpetas del proyecto



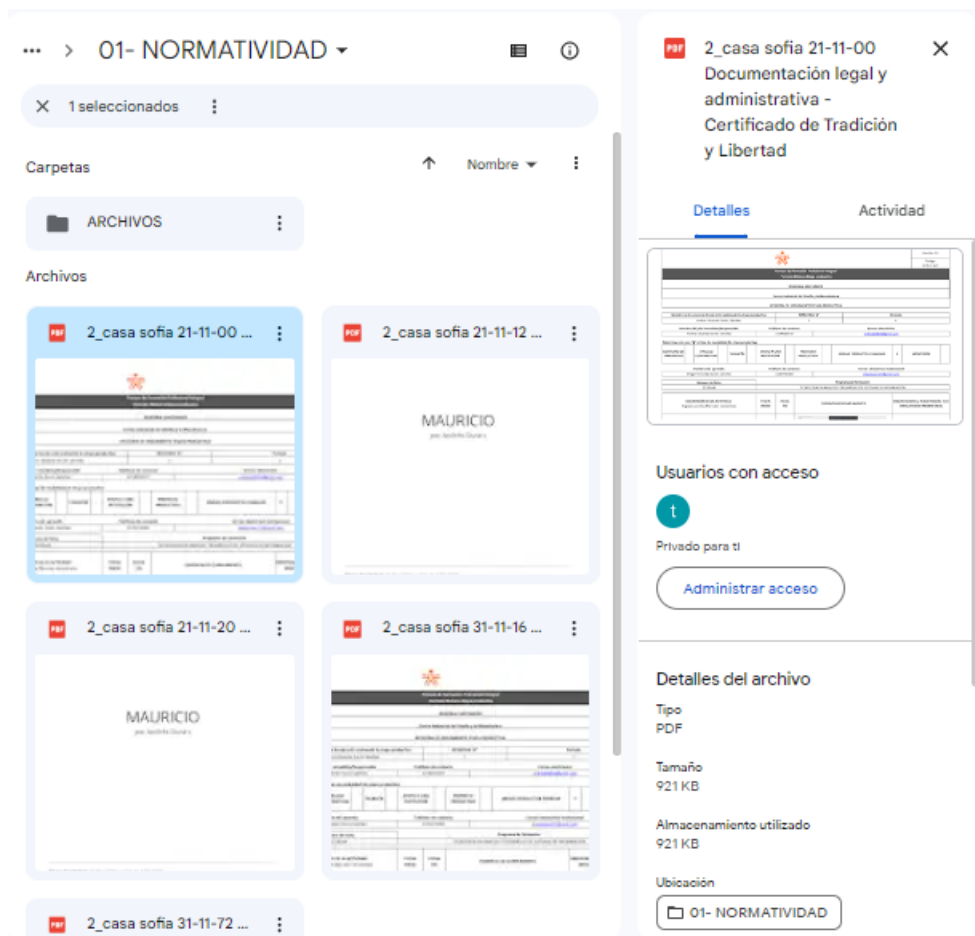
Nota. Elaboración propia

De la misma manera, es posible acceder a la carpeta de "Esquema Básico". Dentro de esta carpeta, se encuentran dos subcarpetas notables: "Normatividad". En la primera, se pueden visualizar los documentos de normatividad que han sido agregados mediante la aplicación web,

cada uno de ellos posee una nomenclatura adecuada que se genera automáticamente al añadir los documentos de normatividad. Por otro lado. Dentro de la carpeta de “Normatividad” se encuentra la subcarpeta "Archivos" que se encarga de gestionar y mantener todas las versiones anteriores de los archivos, garantizando así el almacenamiento de las iteraciones previas de cada documento.

Figura 19.

Vista carpeta de normatividad del proyecto con sus respectivos documentos adjuntos



Nota. Elaboración propia

6. Conclusiones

La automatización de procesos en la industria de la construcción está emergiendo como una necesidad crítica debido al aumento de alternativas y canales de comunicación. Este crecimiento conlleva el desafío de gestionar eficazmente los activos documentales de un proyecto,

dado el riesgo de pérdida de archivos, el uso de versiones desactualizadas y la mala interpretación de la información en entornos con múltiples plataformas de comunicación. En este contexto, la metodología BIM (Building Information Modeling) representa una transformación fundamental en la industria de la construcción al ofrecer un enfoque integral que aborda la incompatibilidad de sistemas, facilita la colaboración y garantiza la coherencia de la información en todo el ciclo de vida de un proyecto. A través de modelos digitales compartidos y datos estructurados, BIM promueve una comunicación más precisa y eficiente entre todos los agentes involucrados, desde el diseño inicial hasta la gestión de las instalaciones. Esta integración resulta en una reducción de costos y una mayor eficiencia en la construcción y operación de edificios, lo que se presenta como una solución vital para reducir errores y mejorar la eficiencia en la construcción de proyectos en la era de la automatización.

Este proyecto ha logrado un progreso significativo en la automatización de procesos dentro de la industria de la construcción. Ofrece una solución que es fácilmente accesible y adaptable tanto para necesidades individuales como empresariales. Esto se consigue a través de la aplicación de un enfoque que utiliza herramientas cotidianas utilizadas por aquellos que participan en la gestión de información en proyectos de construcción en Colombia, y que están disponibles para todos ellos. El alcance del proyecto se centró en la automatización del proceso de normatividad, utilizando Google Drive como plataforma del Entorno Común de Datos, se procedió a implementar un sistema completo desde cero, que integró la base de datos en esta plataforma y creó una interfaz visual intuitiva para la gestión de información, todo programado en JavaScript y haciendo uso de las API ofrecidas por Google Suite. Aunque se requirió un esfuerzo prolongado en los aspectos generales de la aplicación, se identificó un potencial significativo para personalizar el sistema, lo que lo hace aplicable a diversos actores en la industria de la construcción en Colombia, donde la

capacidad de personalización se convierte en una ventaja clave, permitiendo que cada actor lo utilice según sus necesidades específicas de gestión de información

La aplicación desarrollada ofrece numerosas funcionalidades destacables, como la gestión de múltiples versiones de archivos, lo que permite un seguimiento preciso de las correcciones realizadas en los activos de construcción. Además, se ha implementado un identificador único para cada proyecto, con la capacidad de incluir información contextual para evitar la carga de datos incorrectos en proyectos distintos. Estos atributos demuestran las ventajas sustanciales de la aplicación presentada, que prometen mejorar la gestión de la información en el proceso de normatividad y sientan las bases para la posible automatización de otros flujos de trabajo en proyectos de construcción en Colombia.

7. Limitaciones y futuras recomendaciones

Como se puede apreciar en el documento, se señala que la automatización del flujo se aplicó exclusivamente al proceso de Normatividad, debido a la decisión de no utilizar el software Bizagi, el cual presentaba limitaciones en su versión gratuita. En su lugar se optó por emplear Google Drive como plataforma para la automatización. Este enfoque prolongó los tiempos de desarrollo debido a la necesidad de programar desde el inicio el aplicativo, limitando la capacidad de automatizar más procesos, por lo que se ve la necesidad de sugerir para investigaciones futuras el contemplar este proceso de programación inicial como una parte de gran importancia para el tiempo establecido de los proyectos que busquen realizar un trabajo similar.

Para futuros investigadores interesados en la automatización de procesos, se recomienda considerar el uso de Google Drive en el desarrollo de sus aplicativos, ya que se ha podido evidenciar por medio del desarrollo del presente proyecto la accesibilidad amplia para los usuarios que permite una personalización completa a través de la programación. Lo cual brinda a los

investigadores la flexibilidad de agregar o eliminar elementos que, según las necesidades específicas de su proyecto, sean necesarias para llevar a cabo la automatización de los flujos de procesos de la construcción en los cuales se encuentren trabajando.

Referencias Bibliográficas

- Arsaute, A., Zorzán, F. A., Daniele, M., González, A., & Frutos, M. (2018). Generación automática de API REST a partir de API Java, basada en transformación de Modelos (MDD). En XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste).
- Brunnello, M., Rocha, M., & Vargas, C. M. R. (2011). Modelado de procesos. En Igarss 2014, vol. 1, pp. 1-5.
- Cea, G. A. C. (2019). Sistemas de Clasificación en BIM / Omniclass, Uniclass, UniFormat, MasterFormat y NL/SfB. ResearchGate. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330712793_Sistemas_de_Clasificacion_en_BIM_Omniclass_Uniclass_UniFormat_MasterFormat_y_NLSfB?enrichId=rgreq-2022743b033bcc76061d42353eff79e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMzMzMDcxMjc5MztBUzo3MjA0MDg2NDI4NzEzMDRAMTU0ODc3MDIxMzc2MQ%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf [Acceso: 27 de agosto de 2023].
- Dinatha, R. C., Sukarsa, I. M., & Cahyawan, A. A. (2016). Data exchange service using Google Drive API. *International Journal of Computer Applications*, 154(7), 12-16.
- Eguíluz Pérez, J. (2012). *Introducción a JavaScript*.
- Ferreira, J. (2014). *Google Apps Script: Web Application Development Essentials*. O'Reilly Media, Inc.
- Gauchat, J. D. (2012). *El gran libro de HTML5, CSS3 y Javascript*. Marcombo.

González, R., Choclán, F., & Soler, M. (2014). Introducción a la Metodología BIM.

ResearchGate. Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM

Levy, S. M. (2018). The Origins of BIM. En Project Management in Construction, 7th ed. Nueva York: McGraw-Hill Education. Disponible en:

<https://www.accessengineeringlibrary.com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/content/book/9781259859700/toc-chapter/chapter17/section/section2>

Meyer, H. (2009). Factory of the Future. En Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment, 1st ed. Nueva York, Capítulo 2. Recuperado de <https://www-accessengineeringlibrary-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/content/book/9780071623834/chapter/chapter2>

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (noviembre de 2020). Estrategia Nacional BIM 2020-2026. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf> [Accedido el 9 de diciembre de 2022]

Paiva, D., Abreu, E. K., Oliveira, L., Sporkens, M., & Ferreira, S. L. (2022). Requisitos normativos da ISO 19650 para o CDE – Análise de conformidade. En 4º Congresso Português de 'Building Information Modelling', vol. 2 - ptBIM (pp. 257-267). DOI: 10.21814/uminho.ed.77.22

Roldán, G. C. J. I.-. C. D. C. C.-. (Año no especificado). ColombiaClass - Guía detallada de uso del sistema. ColombiaClass. Se autoriza su libre uso y distribución. Recuperado de <https://colombiaclass.org/detallada.html>

Salas, P. E. W. (2016). Guía y estándares para el desarrollo gráfico del proyecto. Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares.

Tello, R. (2003). Base de datos en la ingeniería y los negocios. *Industrial Data*, 6(1), 79-82.

Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: Su papel e importancia. *Economía Industrial*, 330, 81-82.

Zhai, D., Goodrum, P. M., Haas, C. T., & Caldas, C. H. (2009). Relationship between Automation and Integration of Construction Information Systems and Labor Productivity. *Journal of the Construction Division and Management*, 135(8), 746–753. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000024

Organización Internacional de Normalización (ISO). (2018, 21 de enero). ISO 19650-1:2018.

Recuperado de <https://www.iso.org/standard/68078.html> [Accedido el 7 de septiembre de 2023].