

SISTEMA PARA LA GENERACIÓN DE UN CONJUNTO DE DATOS DE LA COBERTURA
VEGETAL CASO: FRONTERA PERIURBANA SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA
GALERAS – PASTO

JAIR SEBASTIAN MORA CORDOBA
MILLER ANDRÉS SALAS ÁLVAREZ

UNIVERSIDAD CESMAG
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
PASTO
2023

SISTEMA PARA LA GENERACIÓN DE UN CONJUNTO DE DATOS DE LA COBERTURA
VEGETAL CASO: FRONTERA PERIURBANA SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA
GALERAS – PASTO

Jair Sebastian Mora Cordoba, jsmora.7954@unicesmag.edu.co
Miller Andrés Salas Álvarez, masalas.6638@unicesmag.edu.co

Informe final como requisito para optar al título de
Ingeniero de Sistemas

Alex Gilberto Urbina G.
Magister en seguridad informática

Universidad CESMAG
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sistemas
Pasto
2023

Dedicatoria

Sebastian Mora: Este proyecto de grado lo dedico en primer lugar a Dios por brindarme la oportunidad de vivir y tomar decisiones propias. Igual de importante, agradezco a mi madre Nohora Janneth Córdoba Guevara y mi padre Jair Ramiro Mora Solarte por haberme brindado su tiempo, comprensión, amor y vida; por haberse esforzado tanto en salir adelante, y por ayudarme a mí, a salir adelante; gracias por ser mi guía en el camino, los amo. Este logro no hubiera sido posible sin ustedes.

Miller Salas: Este proyecto de grado lo dedico en primer lugar a Dios. Igual de importante, agradezco a mi madre María Álvarez y mi padre Gonzalo Salas que me brindaron todo lo que necesite, su apoyo y su motivación a salir a delante, gracias por ser mi guía en el camino.

Agradecimientos

En esta oportunidad, queremos agradecerle a Dios por concedernos la vida, por la salud y por permitirnos adquirir los conocimientos necesarios para poder forjar nuestro camino y obtener el título de ingenieros.

Agradecimientos profundos a nuestro núcleo familiar, por el apoyo incondicional, el acompañamiento durante todos estos años de preparación y su compromiso al asumir este sueño como propio. A la Universidad CESMAG, Facultad de Ingeniería, al programa de Ingeniería de Sistemas, a todos los docentes y comunidad educativa, que nos brindaron su tiempo y conocimiento.

Además, un agradecimiento especial a la ingeniera Leidy Yohana Ortega Aroca por su tiempo brindado en este trabajo de grado, agradecimientos a Esleider Jesús Meza Ríos, así mismo al ingeniero ambiental Gian Franco Bustamante.

Por último, agradecer al profesor Luis Escobar por su acompañamiento y al asesor Alex Urbina por su disponibilidad, acompañamiento y profesionalismo en el desarrollo de este proyecto, todos los nombrados anteriormente brindaron un poco de sí para ayudar a que este sueño se haga realidad.

Nota de exclusión de responsabilidad intelectual

“El pensamiento que se expresa en esta obra es exclusiva responsabilidad de sus autores y no compromete la ideología de la Institución Universitaria CESMAG”.

Resumen analítico de estudio – RAE

Facultad: Ingeniería

Programa: Ingeniería de sistemas

Fecha de elaboración RAE: mayo de 2023

Autores de la investigación: **Jair Sebastian Mora Córdoba**
Miller Andrés Salas Álvarez

Director de la investigación: **MG. Carlos Fernando González Guzmán**

Título de la investigación: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la cobertura vegetal caso: frontera periurbana santuario de flora y fauna Galeras – pasto.

Palabras clave: Frontend, backend, Landsat, datos, web, imágenes.

Descripción: Este proyecto de investigación tuvo como finalidad desarrollar una plataforma web para crear un conjunto de datos, que se extrajeron de las imágenes satelitales. Para esto fue necesario como primer paso descargar un grupo de imágenes satelitales de Landsat 8, se implementó el frontend y backend los cuales se usaron para el código de la extracción de datos de reflectancia, el diseño de las interfaces de la plataforma web, el servidor y la base de datos. Del conjunto de imágenes satelitales se procesaron exitosamente 13 imágenes o archivos.tar.gz de los cuales, se obtuvieron resultados positivos y demostrando que el desarrollo puede procesar las imágenes requeridas.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
A. <i>Tema objeto de investigación</i>	21
B. <i>Líneas de investigación</i>	21
C. <i>Planteamiento del problema</i>	21
D. <i>Formulación del problema</i>	23
E. <i>Objetivos</i>	23
1) <i>Objetivo general</i>	23
2) <i>Objetivos específicos</i>	23
F. <i>Justificación</i>	24
G. <i>Delimitación</i>	25
II. MARCO TEÓRICO	26
A. <i>Antecedentes</i>	26
1) <i>Internacionales</i>	26
2) <i>Nacionales</i>	29
3) <i>Regional</i>	32
B. <i>Supuestos teóricos de la investigación</i>	35
1) <i>Ingeniería y medio ambiente</i>	35
2) <i>Cobertura vegetal</i>	36

3)	<i>Pérdida de cobertura vegetal</i>	36
4)	<i>Orbitas</i>	36
	a) <i>Órbitas geoestacionarias</i>	37
	b) <i>Órbitas polares</i>	38
5)	<i>Luz</i>	39
	a) <i>Rayos infrarrojos</i>	40
6)	<i>Teledetección</i>	41
7)	<i>Procesos de la teledetección</i>	41
	a) <i>Fuente de energía de la teledetección</i>	41
	b) <i>Objetivo de la teledetección</i>	41
	c) <i>Dispositivo o sensor de teledetección</i>	42
8)	<i>Reflectancia espectral</i>	42
9)	<i>Firma espectral</i>	43
10)	<i>Resoluciones de la teledetección</i>	44
	a) <i>Resolución espacial</i>	44
	b) <i>Resolución espectral</i>	45
	c) <i>Resolución radiométrica</i>	46
	d) <i>Resolución temporal</i>	46
11)	<i>Imágenes satelitales</i>	46

a)	<i>Imágenes pancromáticas</i>	47
b)	<i>Imágenes multiespectrales</i>	47
c)	<i>Imágenes hiperespectrales</i>	48
12)	<i>Landsat 8</i>	49
13)	<i>Herramientas de visualización</i>	50
a)	<i>GloVis</i>	50
b)	<i>Sentinel Playground</i>	51
c)	<i>EO browser</i>	51
d)	<i>Google Earth Engine</i>	52
e)	<i>Copernicus Open Access Hub</i>	52
f)	<i>World View</i>	53
g)	<i>Earth Data</i>	53
h)	<i>Landsat Viewer</i>	54
14)	<i>Lenguaje de programación</i>	54
15)	<i>Anaconda</i>	58
16)	<i>GDAL</i>	58
17)	<i>Flask</i>	59
18)	<i>Sistema gestor de base de datos</i>	59
19)	<i>Metodología tradicional</i>	60

20)	<i>Metodología Waterfall</i>	60
21)	<i>Fases de la metodología Waterfall</i>	61
	a) <i>Análisis de requisitos del sistema y software</i>	61
	b) <i>Diseño</i>	61
	c) <i>Implementación y testing de unidades</i>	62
	d) <i>Integración y testing del sistema</i>	62
	e) <i>Mantenimiento</i>	62
22)	<i>Linux</i>	62
C.	<i>Variables de estudio</i>	63
1)	<i>Dependientes</i>	63
2)	<i>Independiente</i>	63
D.	<i>Definición nominal de variables</i>	63
1)	<i>Conjunto de datos</i>	63
2)	<i>Imágenes</i>	63
3)	<i>Sistema</i>	63
E.	<i>Definición operativa de las variables</i>	64
4)	<i>Conjunto de datos</i>	64
5)	<i>Imágenes satelitales</i>	64
F.	<i>Formulación de la hipótesis</i>	64

1)	<i>Hipótesis de investigación</i>	64
2)	<i>Hipótesis nula</i>	64
3)	<i>Hipótesis alternativa</i>	65
III. METODOLOGÍA		65
A.	<i>Paradigma</i>	65
B.	<i>Enfoque</i>	65
C.	<i>Método</i>	66
D.	<i>Tipo de investigación</i>	66
E.	<i>Diseño de la investigación</i>	66
F.	<i>Población</i>	66
G.	<i>Muestra</i>	67
H.	<i>Técnica de recolección de la información</i>	67
I.	<i>Validez de las técnicas de recolección de información</i>	68
J.	<i>Confiabilidad de las técnicas de recolección</i>	68
K.	<i>Instrumentos de recolección de información</i>	68
VI. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		69
A.	<i>Implementación de metodología Waterfall</i>	69
1)	<i>Análisis de requisitos del sistema</i>	69
2)	<i>Análisis de requisitos del software</i>	71
3)	<i>Requisitos funcionales de usuarios</i>	73
4)	<i>Usuario registrado</i>	74
5)	<i>Usuario administrador</i>	74

6)	<i>Diagramas de caso de uso</i>	75
7)	<i>Diagrama de secuencias</i>	76
	a) <i>Diagrama de secuencias para usuario registrado</i>	76
	b) <i>Diagrama de secuencias para usuario administrador</i>	78
8)	<i>Prevención de errores en los formularios</i>	80
B.	<i>Diseño</i>	80
1)	<i>Selección del entorno de desarrollo</i>	81
2)	<i>Selección de bases de datos</i>	81
3)	<i>Configuración de la aplicación</i>	82
4)	<i>Capas de la plataforma web</i>	82
	a) <i>Entorno de usuario</i>	82
	b) <i>Motor de aplicación</i>	85
	c) <i>Capa de datos</i>	85
5)	<i>Estructura de la base de datos</i>	86
	a) <i>Tabla usuario</i>	87
	b) <i>Tabla reflectancia</i>	87
6)	<i>Arquitectura de la aplicación</i>	88
7)	<i>Interfaz</i>	89
	a) <i>Definición de las interfaces de usuario</i>	89

8)	<i>Estructura de archivos</i>	94
C.	<i>Implementación</i>	96
1)	<i>Entorno de usuario</i>	96
2)	<i>Motor de la aplicación</i>	97
3)	<i>Capa de datos</i>	105
4)	<i>Estructura de la base de datos</i>	105
D.	<i>Pruebas</i>	107
1)	<i>Registrarse en el sistema con sus datos personales</i>	107
2)	<i>Ingresar al sistema con su correo y contraseña</i>	108
3)	<i>Cargar imágenes satelitales de Landsat 8 en formato tar.gz</i>	109
4)	<i>Procesar la reflectancia de las bandas de espectro electromagnéticos de las imágenes satelitales</i>	110
5)	<i>Subir los datos de reflectancia a la tabla designada de la base de datos y generar archivo.CSV</i>	112
6)	<i>Mostrar imágenes satelitales del sistema y opción descargar</i>	113
7)	<i>Mostrar los archivos CSV de reflectancia de las imágenes satelitales y opción descargar</i>	114
8)	<i>Presentar tutorial del funcionamiento de la aplicación</i>	114
V.	Análisis y discusión de resultados	116
A.	Descargar un conjunto de imágenes satelitales de Landsat 8.	116

B. Generar un Script para extracción de datos de reflectancia en bandas de aspecto electromagnético de imágenes satelitales.	119
C. Implementar una plataforma web para gestionar todas las funcionalidades tales como extracción y generación de archivos .CSV del conjunto de imágenes satelitales	121
VI. Conclusiones	124
VII. Recomendaciones	125
BIBLIOGRAFIA	127
ANEXOS	137

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA I. CARACTERÍSTICAS DE BANDAS DE LANDSAT 8	49
TABLA II. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	71
TABLA III. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	72

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Órbita geoestacionaria.	38
Fig. 2. Órbita polar.	39
Fig. 3. Espectro electromagnético.	40
Fig. 4. Sensor de teledetección.	42
Fig. 5. Representación gráfica de una firma espectral (% reflectancia)	44
Fig. 6. Resolución espacial	45
Fig. 7. Imagen pancromática	47
Fig. 8. Imagen multiespectral	48
Fig. 9. Imagen hiperespectrales	49
Fig. 10. Modelo Waterfall original de Royce	61
Fig. 11. Cálculo de la muestra	67
Fig. 12. Relación de niveles.	73
Fig. 13. Diagrama de casos de uso para usuario registrado	75
Fig. 14. Diagrama de casos de uso de usuario administrador	76
Fig. 15. Agregar archivo.tar.gz	77
Fig. 16. procesar archivo.tar.gz	77
Fig. 17. Descargar archivos .CSV	78
Fig. 18. Agregar usuarios	78
Fig. 19. Modificar usuarios	79
Fig. 20. Eliminar usuarios	79
Fig. 21. Diseño de interfaz de acceso al sistema	84
Fig. 22. Diseño de interfaz de entorno de usuario.	84
Fig. 23. Pseudo-código de acceso al sistema	84
Fig. 24. Pseudo-código de entorno de usuario.	85
Fig. 25. Estructura de la base de datos.	86
Fig. 26. Esquema del patrón Modelo – Vista – Controlador	88
Fig. 27. Interfaz de iniciar sesión	89
Fig. 28. Interfaz de registro	90

Fig. 29. Menús de usuario	90
Fig. 30. Interfaz de descarga de archivos.tar.gz	91
Fig. 31. Interfaz de descarga de archivos .CSV	92
Fig. 32. Interfaz de tutorial	92
Fig. 33. Interfaz de contenido	93
Fig. 34. Interfaz de usuario administrador	93
Fig. 35. Entorno de pgAmind4	94
Fig. 36. Estructura de archivos.	94
Fig. 37. Formulario de autenticación	98
Fig. 38. Diagrama de flujo autenticación	99
Fig. 39. Contenido y menú (Usuario registrado)	100
Fig. 40. Apariencia de input type="file"	101
Fig. 41. Agregar archivo.tar.gz	102
Fig. 42. Procesar archivo.tar.gz	103
Fig. 43. Descargar archivo.tar.gz	103
Fig. 44. Descargar archivos .CSV	104
Fig. 45. Tutorial en PDF	104
Fig. 46. Validación de registro	108
Fig. 47. Validación Inicio de sesión	108
Fig. 48. Validación Botón seleccionar imagen	109
Fig. 49. Validación seleccionar archivo.tar.gz local	110
Fig. 50. Validación clic en seleccionar archivo	111
Fig. 51. Validación seleccionar archivo.tar.gz subido en el servidor local	111
Fig. 52. Validación de extracción de datos	112
Fig. 53. Muestra proceso interno extracción de datos	112
Fig. 54. Validación de la tabla con los datos extraídos	113
Fig. 55. Validación Mostrar archivos.tar.gz y opción descargar	113
Fig. 56. Validación mostrar archivos.CSV y opción descargar	114
Fig. 57. Validación mostrar tutorial	115
Fig. 58. Archivo comprimido	117
Fig. 59. Carpeta descomprimida	117

Fig. 60. Cometido de la carpeta	117
Fig. 61. Visualización de imágenes satelitales	118
Fig. 62. Visualización de datos en archivos .txt	118
Fig. 63. Código encargado de extraer datos	119
Fig. 64. Código encargado de enviar información a base de datos	120
Fig. 65. Código encargado de enviar información a los archivos.CSV	120
Fig. 66. Visualización de archivos.CSV de imágenes ya procesadas	121
Fig. 67. Visualización de información guardada en cada archivo.CSV	122
Fig. 68. Visualización de resultados en la base de datos I	122
Fig. 69. Visualización de resultados en la base de datos II	123

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Cronograma de actividades	137
Anexo 2. Plantilla de la bitácora de registro de imágenes	138
Anexo 3. Registro de información de imágenes satelitales	139
Anexo 4. Carta	151

INTRODUCCIÓN

La cobertura vegetal en el área periurbana de la ciudad de San Juan de Pasto en los últimos años se ha visto afectada negativamente por la expansión de la frontera agrícola, producto del crecimiento de la población urbana y demás actividades que el hombre lleva a cabo para cubrir otros tipos de necesidades como: la siembra de productos agrícolas, tala de árboles, ganadería, etc. Este tipo de actividades generalmente hacen parte de las alteraciones en la temperatura en el medio ambiente, disminución de fuentes hídricas, emisión de gases de efecto invernadero, entre otras.

La investigación se realizó con el interés de crear una plataforma web, herramienta la cual sirve como base para brindar un aporte informático a personas que se enfoquen en soluciones de carácter ambiental, ya sea la conservación o proyección de coberturas vegetales.

En el marco de la teoría del método científico, se usó la técnica de observación directa para elegir un lugar de estudio y para seleccionar las imágenes aptas teniendo en cuenta que el factor de nubosidad sea bajo para obtener resultados óptimos, subsiguientemente se realizó una recopilación de información teórica sobre los temas principales relacionados con el satélite Landsat 8, después se planteó la idea de una plataforma web para la extracción de los datos de las imágenes seleccionadas anteriormente, dado que estas tienen características que podrían ser importantes; para el desarrollo del código de programación se usó el método Waterfall.

En este contexto, se tiene como finalidad diseñar una plataforma web para la generación de un conjunto de datos de reflectancia aplicado a cualquier zona de la cual tenga registro el satélite Landsat 8, en este caso se enfocó la frontera periurbana santuario de flora y fauna Galeras – Pasto, el cual con ayuda de la georreferenciación determina la posición de un lugar elegido para un estudio posterior, teniendo en cuenta las coordenadas espaciales para consecutivamente capturar las imágenes satelitales. La plataforma web puede ser una base para estudios territoriales y urbanos donde las organizaciones y entes gubernamentales toman decisiones, a través de modelos ambientales que ayuden a la conservación del medio ambiente, también puede servir como apoyo en el área de la meteorología con el objetivo de conocer la temperatura promedio de un lugar en específico, etc.

La investigación consta de siete capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el primer capítulo se aborda el planteamiento del problema objeto de estudio, teniendo en cuenta la delimitación, resaltando además los objetivos que se pretende alcanzar y la justificación del porque se realiza la investigación.

En el capítulo II primeramente se abordan los sustentos teóricos que facilitan el desarrollo del proyecto para cumplir el objetivo planteado. Se hace un recuento de diversos trabajos que abordan temas similares a esta investigación. También están incluidos supuestos teóricos como como ingeniería y medio ambiente, cobertura vegetal, perdida de cobertura vegetal, orbitas, tipo de orbitas, teledetección, resoluciones, imagines satelitales y tipos, satélite Landsat 8 y herramientas de visualización. Además, de metodologías para el desarrollo de la plataforma web como metodología tradicional y Waterfall.

En el III capítulo se establece la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación, a que paradigma está enfocada, la modalidad para obtener datos confiables, variables y recolección de información para el desarrollo del presente proyecto.

En el capítulo IV, se establecen los resultados de la investigación, después de efectuada la programación del código. En el capítulo V, se realiza el análisis e interpretación de los resultados. En el capítulo VI se plantea las conclusiones a las que se ha llegado después de haber realizado las respectivas pruebas de la plataforma web, el capítulo VII se exponen las recomendaciones de la investigación.

Finalmente se incluye información extra (anexos), donde se expone el cronograma de actividades, también se agrupan en tablas los registros de los datos de las imágenes utilizadas para el caso de santuario de flora y fauna – Galeras, además, también se muestra el tutorial de la plataforma web realizada y carta.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A. Tema objeto de investigación

Fronteras agrícolas y cobertura vegetal.

B. Líneas de investigación

- Sistemas de información geográfica.

“Es un sistema empleado para describir y categorizar la Tierra y otras geografías con el objetivo de mostrar y analizar la información a la que se hace referencia espacialmente. Este trabajo se realiza fundamentalmente con los mapas. El objetivo de SIG consiste en crear, compartir y aplicar útiles productos de información basada en mapas que respaldan el trabajo de las organizaciones, así como crear y administrar la información geográfica pertinente” [1].

C. Planteamiento del problema

Durante las últimas décadas, los impactos y la competencia por la tierra se han convertido en temas de gran preocupación, ya que todo se ha visto impulsado por el crecimiento de la población en combinación con las necesidades básicas que estos requieren [2]. Los cambios en la cobertura vegetal y el uso de las tierras han alcanzado un ritmo, magnitud y extensión espacial sin igual en las zonas de reserva natural en algunos lugares del territorio colombiano, incluyendo el departamento de Nariño [3].

El santuario de flora y fauna Galeras en el departamento nariñense, debido al crecimiento de la población que residen las zonas rurales y urbanas aledañas donde se efectúan prácticas agrícolas

[1] C. Gonzales, *Ingeniería de Sistemas*. Colombia. 2018

[2] La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “*Los bosques, la biodiversidad y las personas*”, El estado de los bosques del mundo (SOFO), p.224, Dic. 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.4060/ca8642es>

[3] A. J. Paz Cardona, *El 76 % de los parques nacionales en Colombia tiene ecosistemas con algún grado de amenaza, Mongabay periodismo ambiental independiente en Latinoamérica*, Sep. 2021. [En línea]. Disponible: <https://es.mongabay.com/2021/09/parques-nacionales-colombia-amenazas-informe/>

entre estas: cría de ganado, siembra de diferentes especies vegetales que se utilizan para el consumo propio, decoración o cercado de áreas, ha derivado efectos adversos, producto de ello es el paisaje actual [4]; además de eso, los escasos niveles de educación, cultura ambiental y empoderamiento hacia la conservación del medio ambiente conllevan a que los lugares de reserva sean usados para llevar a cabo diferentes actividades productivas, en parte por la facilidad de obtener materias primas como tala de árboles para carbón vegetal o para construcción [5].

Teniendo en cuenta que la degradación de los bosques y la deforestación generan pérdida de la regulación de aguas superficiales y del subsuelo, modificación de los procesos de intercepción, infiltración y evapotranspiración [6], desencadena una serie de consecuencias como pérdida de la calidad del agua, el cual es utilizada por los habitantes de la zona para acueductos, como también aumento de los procesos erosivos y de continuar sin control se presentaría también la degradación de la tierra debido a que “la intensificación agrícola en el ecosistema reduce la función del suelo: disminución del carbono del suelo”, generando lo que se conoce como “desertificación”, pérdida de biodiversidad (especies animales o vegetales), otra de las consecuencias es la migración interna de habitantes hacia los centros urbanos y alrededores cambiando la frontera agrícola, invadiendo terrenos y lo cual se traduce como la expansión de la misma, debido a los cultivos agrícolas reduciendo los lugares ocupados por los ambientes naturales en reserva [7].

[4] Y. Diaz, “El caso del Santuario de Flora y Fauna Galeras: un modelo de gobernanza compartida”. *Solutions for a healthy planet*. Abr. 1, 2021. [En línea]. Disponible: <https://panorama.solutions/es/solution/el-caso-del-santuario-de-flora-y-fauna-galeras-un-modelo-de-gobernanza-compartida>

[5] M. A. Arteaga Benavides, “Análisis de la expansión de la frontera agrícola y la deforestación de cerro negro y san francisco de los municipios de Córdoba y Puerres del departamento de Nariño”, Especialización, Univ., Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2019. [En línea]. Disponible: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7709/Anteproyecto%20de%20grado.PDF?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Factores%20tales%20como%20la%20ejecución,megaproyectos,%20el%20desarrollo%20de%20infraestructura>

[6] F. V. Sánchez Calderón, J. V. Feo Basto, Ó. J. Linares Londoño, N. León Rodríguez, V. Melo Moreno, F. H. Riveros, C. A. Rodríguez Tinjacá, J. D. Cortés, M. E. Vargas Poo, A. F. Gordillo Restrepo, D. F. Arias Escobar, Y. Oviedo Correa y B. I. Robayo Vásquez, *La explotación forestal – problemas ambientales*, Bogotá, Editorial Nomos.S.A. p.1-63, 2020. [En línea]. Disponible: https://www.reddeapoyodigital.com/normalab/files/clic/normapack/ser%20competentes/sociales/ser_soc09_est/23/#zoom=z

[7] Unidad de Planificación Rural Agropecuaria y Ministerio de Agricultura, *Identificación general de la frontera agrícola en Colombia Ministerio de Agricultura* Ene. 31, 2018. [En línea]. Disponible: https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION%20GENERAL%20DE%20LA%20FRONTERA%20.PDF

Lo anteriormente expuesto es representado por las siguientes causas: desconocimiento de zonas para la siembra y crianza de ganado, disminución en el apoyo para algunos cultivos [8], demanda de viviendas por la sobrepoblación, deficiente participación del sector agrícola en la economía de Colombia [9].

La problemática enmarcada también encuentra dentro de sus consecuencias el debilitamiento de los ecosistemas en el santuario de flora y fauna Galeras, dado que la expansión de la frontera agrícola por cultivos ha traído efectos sobre especies vegetales, afectando la diversidad vegetal dentro de la zona verde en reserva.

D. Formulación del problema

¿Cómo medir el cambio de la cobertura vegetal por la expansión de la Frontera agrícola caso Santuario de Flora y Fauna Galeras - San Juan de Pasto?

E. Objetivos

1) Objetivo general

Generar un conjunto de datos de reflectancia que sirvan como base para la predicción de la cobertura vegetal por la expansión de la frontera agrícola caso santuario de flora y fauna Galeras - San Juan de Pasto.

2) Objetivos específicos

[8] M. A. Espinoza Borrero, *Desaparición de los cultivos, una alerta en el campo de Colombia*, *El Tiempo*, Jul. 15, 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/situacion-del-campo-en-colombia-millones-de-hectareas-sin-cultivar-387276#:~:text=La%20región%20de%20Montes%20de,armado%20en%20la%20población%20civil.&text=La%20violencia%20paramilitar%20que%20sacudió,de%20este%20tipo%20de%20aguacate>.

[9] J. E. Quitiaquez Segura, "Incidencias de las actividades humanas sobre los recursos naturales y la cobertura vegetal en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG) (Nariño)", Tesis de grado para maestría, Fac. de Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Univ., de Manizales, Manizales, May. 2017. [En línea]. Disponible: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3262/QUITIAQUEZ%20S%20%20JAVIER-ENTREGA%20FINAL%20DE%20TESIS%202017.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

- Descargar un conjunto de imágenes satelitales de Landsat 8.
- Generar un Script para extracción de datos de reflectancia en bandas de aspecto electromagnético de imágenes satelitales.
- Implementar una plataforma web para gestionar todas las funcionalidades tales como extracción y generación de archivos .CSV del conjunto de imágenes satelitales.

F. Justificación

Según el Grupo Banco Mundial [10], dentro del contexto ambiental el medio ambiente proporciona recursos vitales como aire, agua y suelo, que hacen posible la vida de todos los seres en el planeta, en la actualidad estos servicios se ven cada vez más comprometidos, ya que entre el 60% y 70% de los ecosistemas a nivel mundial se están degradando a una velocidad mayor a la de su recuperación [11], debido a los cambios globales generados por el hombre de forma consciente y directa, donde a partir de los procesos económicos y sociales se ha buscado mejorar y beneficiar a unos cuantos, desconociendo lo social, lo cultural y principalmente lo ambiental. Donde también la gestión inadecuada por el medio ambiente y los recursos naturales dan lugar a pérdidas económicas considerables que presentan riesgos de carácter sanitario como la contaminación atmosférica [12]. Por ende, resulta fundamental que los habitantes reconozcan la importancia de cuidar el medio ambiente y que afecta su calidad de vida.

La importancia de adentrarse en el área ambiental desde la ingeniería de sistemas radica en aportar una herramienta computacional que contribuya a la disminución de una problemática como la que se presenta en el caso del Santuario de flora y fauna Galeras; tecnologías que facilitan el acoplamiento de datos obtenidos en tiempo real con información sobre posicionamiento del área, lo que conduce al análisis y manejo eficiente de gran cantidad de datos geoespaciales [13],

[10] Grupo Banco Mundial, *Medio ambiente*, World Bank, Oct. 5, 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/overview#1>

[11] Ídem.

[12] Ídem.

[13] Sistema de Posicionamiento Global, *Agricultura*, GPS.GOV. [En línea]. Disponible: <https://www.gps.gov/applications/agriculture/spanish.php>

posibilitando también la descarga de dichos datos para facilitar la aplicación y el manejo que se necesite en las circunstancias del momento.

Se pretende facilitar el acceso a información la cual contribuya a tomar decisiones posteriores en el ámbito político ambiental, que ayuden a disminuir la pérdida de ecosistemas, lo mismo que a su protección; así mismo, el exministro de Agricultura y Desarrollo Rural, Juan Guillermo Zuluaga, sostiene “que la frontera agrícola permite que el sector agropecuario cuente con un instrumento idóneo para orientar la formulación de política pública y focalizar su gestión e inversiones, fruto de un proceso planificado en áreas donde técnica y legalmente es permitida la actividad económica, y de paso, reducir los conflictos por el uso ineficiente del suelo rural” [14, p.1].

Ante este tipo de amenazas sobre la biodiversidad, estrategias de conservación, etc., se busca aportar en pro de la conservación en este caso del Santuario de flora y fauna Galeras, generando un conjunto de datos para futuros estudios.

G. Delimitación

La investigación se desarrolla en el departamento de Nariño en San Juan de Pasto, en el área santuario de fauna y flora Galeras, busca la obtención de datos de reflectancia de la zona mencionada anteriormente. El tiempo estimado para el desarrollo de esta investigación será de 2 años para la construcción de la plataforma web, período comprendido entre agosto del 2021 hasta mayo del 2023.

[14] Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, *Frontera agrícola colombiana abre las puertas a nuevos caminos de desarrollo rural sostenible*, Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible. Jun. 21, 2018. [En línea]. Disponible: <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3966-frontera-agricola-colombiana-abre-las-puertas-a-nuevos-caminos-de-desarrollo-rural-sostenible>

II. MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes

1) Internacionales

La investigación “**la frontera agrícola en las áreas aledañas al Humedal Nacional Térraba Sierpe y sus implicaciones en la sostenibilidad de los sistemas productivos**” realizada en el año 2021, por Gerardo Cortez Muños y Nathaly Montero Solís [15] en la ciudad de Sierpe – Costa Rica, plantea como objetivo general el caso de la frontera agrícola y sus repercusiones en la sostenibilidad del ecosistema por medio de la actualización del uso del suelo en las zonas aledañas al Humedal Nacional, la metodología usada para el caso de estudio se implementaron visitas de campo y reconocimiento espacial del HNTS en el año 2013. Se empleó cartografía digital a través de teledetección para generar imágenes de la superficie terrestre.

Los resultados de la investigación demostraron que en el sur de Costa Rica se encuentra uno de los centros de biodiversidad más importantes del neotrópico, el área de estudio está representada por un 32,16% de humedal y 30,15% de bosques. El arroz, las pasturas y la palma africana, toman el tercer, al cuarto y la quinta posición con una representación del 13,38%, 12,9% y 8,37% respectivamente. Finalmente se concluye que en el área de estudio los humedales y bosques representaron el 62,34% pero las siguientes zonas de mayor área fueron cultivos como arroz, palma y pastos, los cuales utilizan agroquímicos y sustancias que pueden afectar la sostenibilidad del HNTS, la expansión e intensificación de la agricultura convencional ha aumentado los desafíos de conservación [16].

[15] N. Montero Solís y G. Cortés Muñoz, “*La frontera agrícola en las áreas aledañas al Humedal Nacional Térraba Sierpe y sus implicaciones en la sostenibilidad de los sistemas productivos*”, e-Agronegocios, vol. 7, no. 1, p. 56–77, Dic. 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i1.5317>

[16] Ídem.

El anterior antecedente es importante para esta investigación porque se enfoca en el estudio del uso del suelo, la frontera agrícola y sus implicaciones en el ecosistema, además utiliza la técnica de teledetección para generar imágenes del área de estudio, la cual sirve como referencia para llegar a argumentos sólidos.

La investigación “**georreferenciación del humedal la tembladera empleando la herramienta SIG en el sistema operativo Windows 10**” realizada en el año 2020, por Juan Fernando Reyes Barros [17] en la ciudad de Machala – Ecuador plantea como objetivo general actualizar la información geoespacial y proporcionar nuevos datos sobre el área geográfica que posee el cuerpo de agua de este humedal, la metodología utilizada para el caso de estudio basó en la revisión de los artículos científicos desde fuentes secundarias, cuya recolección de información fue obtenida a través de base de datos de literatura virtual, se ejecutaron acciones como georreferenciación del área natural siguiendo una metodología donde se usó software ArcGIS, Google Satélite, Google Earth para que obtuvieran georreferenciación más precisa, y fue comparado con la base cartográfica del Instituto Geográfico Militar (IGM) para disminuir errores de precisión.

Se determinó que para el área de estudio, el método de georreferenciación por medio de imágenes satelitales y data base existente son una excelente combinación para ejecutar un levantamiento de información geoespacial con mucha precisión, además el uso único de imágenes satelitales con deficiente calidad dentro de un proceso de georreferenciación es un error, puesto que si se usarían únicamente dichas imágenes la precisión se vería muy afectada, por eso muchos autores recalcaron la necesidad de comparar la información con datos geoespaciales ya existentes para evitar errores de precisión [18].

Su importancia frente a esta investigación radica en permitir ver la implementación de las herramientas: software ArcGIS, Google Satélite y Google Earth para precisar la georreferenciación del área de estudio, y servir como aporte para el diseño del sistema.

[17] J. F. Reyes Barros, “*Georreferenciación del humedal la tembladera empleando la herramienta SIG en el sistema operativo Windows 10*”, Examen Complexivo Gestión Ambiental, p.1-30, Dic. 2020. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16045>

[18] Ídem.

La investigación “**Resiliencia de la cobertura vegetal en el Suroeste de México ante los efectos del cambio climático**” realizada en el año 2021, Alberto Santillán Fernández, Iris Idalia Vargas Cabrera, Luis Marcelino Pelcastre Ruiz, Eugenio Carrillo Ávila y Jaime Alatorre Ortega [19] en México, plantea como objetivo general el estudio espacialmente de la biodiversidad de la cobertura vegetal del Suroeste de México con su capacidad para adaptarse a los efectos del cambio climático, mediante la estimación de índices de riqueza y diversidad de especies, y su relación con escenarios de clima futuro obtenidos por sistemas de información geográfica. La metodología asociada a esta investigación fue analizar los índices de riqueza y diversidad de especies, y su relación con escenarios de clima futuro. Se utilizaron los registros geográficos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos para ocho comunidades vegetales (arbórea, arbustiva, herbácea, palma, cactus, bejucos, helechos y xerófita) distribuidas entre Guerrero, Oaxaca y Chiapas. La proyección climática fue al 2050, de la misma manera que se delimitó espacialmente a la distribución georreferenciada de las especies, el índice de riqueza de especies (IRE) y el índice de diversidad de Shannon.

Los resultados de la investigación arrojaron que el estrato arbóreo presentó el mayor número de individuos con el 90,343%, seguido del arbustivo (6,308%), palma (1,403%), cactus (1,062%) y en menor grado herbáceas (0,405%), bejuco (0,243%), helechos (0,123%) y xerófita (0,114 %). El género *Quercus*, concentró más del 27% de los individuos y se observa que la mayoría (> 75%) de la cobertura territorial del hábitat climático futuro para las 808 especies analizadas. Finalmente se concluye que el ecosistema mostró mayor resiliencia cuando se consideró toda la biodiversidad. Así mismo los modelos de regresión espacial simple y múltiple estimaron que a mayor riqueza y diversidad de especies mayor es la resiliencia, se debe considerar que en la presente investigación se analizaron los cambios en la distribución de especies como consecuencia del cambio climático en escenario a 2050 [20].

El anterior estudio es importante para esta investigación debido a que se realiza un estudio ambiental utilizando datos georreferenciados de distribución puntual de las especies vegetales, el

[19] A. Santillán Fernández, I. I. Vargas Cabrera, L. M. Pelcastre Ruiz, E. Carrillo Ávila, F. Alatorre Cobos y J. Bautista Ortega, "*Resiliencia de la cobertura vegetal en el Suroeste de México ante los efectos del cambio climático*", Revista Peruana de Biología, vol. 28, no. 2, May. 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.15381/rpb.v28i2.18187>

[20] Ídem.

cual permite analizar la diversidad de especies como un factor de resiliencia. Además, permite la estimación de índices de riqueza y diversidad de especies, que para esta investigación se trabajaría sobre la estimación aplicada a la pérdida de cobertura vegetal.

2) *Nacionales*

El estudio denominado “**desarrollo de una aplicación web para la administración, trazabilidad y georreferenciación de la finca la pradera ubicada en la vereda el progreso municipio de Garzón - AdmiFinc@**” llevada a cabo para el año 2020, por Norbey Ramírez Collazos [21] en Huila, Colombia, establece como objetivo general desarrollar y ejecutar una aplicación web que permita georreferenciar y administrar procesos productivos como costos e ingresos en la finca la Pradera en la vereda el Progreso del municipio de Garzón, donde inicialmente se utilizó como metodología la recolección de información, la entrevista para identificar las necesidades del propietario del predio, de igual forma el estudio de viabilidad, análisis económico y técnico por medio de una evaluación de presupuesto del terreno y permitiendo que el beneficiario del sistema acceda y haga registros sin costo alguno.

Como resultados el propietario pudo realizar la georreferenciación de la finca y lotes que la componían, facilitando el análisis de los ingresos y costos los cuales fueron presentados por medio de tablas y gráficas estadísticas, se pudo concluir que se logró hacer una herramienta tecnológica que logra permitir que el propietario realice todo el proceso administrativo de la finca de forma digital obteniendo mejores resultados a la hora de evaluar el rendimiento y la productividad de la finca [22].

Lo citado anteriormente resulta importante, debido a que plantea un uso diferente de la georreferenciación, donde gracias a esta se logra visualizar el predio a analizar para posteriormente administrarlo digitalmente, además ayudó a determinar la base de datos que mejor se ajustaba a la

[21] N. Collazos, “Desarrollo de una Aplicación web para la administración, trazabilidad y georreferenciación de la finca la pradera ubicada en la vereda el progreso municipio de Garzón - AdmiFinc@”. Tesis de grado, Esc. de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, UNAD, Pitalito, 2020. [En línea]. Disponible: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39271>

[22] Ídem.

plataforma web de la presente investigación, donde se confirmó que MySQL es rápido en bases de datos pequeñas y PostgreSQL es más rápido en para administrar información de mayor proporción.

Por otra parte, la investigación titulada “**análisis multitemporal de la cobertura vegetal y la degradación en la extensión de la cobertura de páramo – subcuenta San José - páramo el Rabanal**” realizada en el año 2021, Duván Arley Arévalo Parra y Juan Camilo Duarte Sandoval [23] en Tunja Colombia plantea como objetivo general establecer el cambio de cobertura del suelo de la subcuenta San José, que se encuentra ubicada en el Páramo Rabanal, para el tiempo comprendido entre 1986 y 2020, mediante la utilización y el análisis de imágenes satelitales y el procesamiento de la información recopilada, se llevó a cabo una metodología que aborda: reunir y procesar la información, clasificarla y determinar los porcentajes de extensión de la cobertura verde.

Los resultados obtenidos fueron que la cobertura de los bosques ha disminuido en un 2,24%, equivalente a 26,5 Ha y que los cultivos han ido en aumento, logrando concluir que la caracterización por métodos de clasificación vegetal en el área designada determinó el fuerte incremento de cultivos y por ende afectación de las zonas verdes [24].

Lo anterior resulta importante porque se logró identificar el área de cobertura vegetal que ha disminuido en un periodo de tiempo determinado, mediante imágenes satelitales, por lo tanto, coincide con el problema tratado en esta investigación.

En el estudio “**Análisis de la pérdida en la cobertura vegetal a partir de un estudio multitemporal 2007 - 2013 parque nacional natural alto fragua indi wasi**” del año 2016, Liseth Martínez y Lissa María Ruiz Ojeda [25] realizado en el departamento de Caquetá - Colombia, que estableció como objetivo general el diseño de un sistema de información geográfica que sirva como

[23] A. P. Duvan Arley y D. S. Juan Camilo, “Análisis temporal de la cobertura vegetal y la degradación en la extensión de la cobertura de páramo subcuenta San José páramo Rabanal”. Tesis de grado, Fac. de Ingeniería Civil, Univ. Santo Tomas, Tunja, p. 1-84. 2021. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/11634/33722>

[24] Ídem.

[25] L. Martínez y L. M. Ruiz. “Análisis de la Pérdida en la Cobertura Vegetal a Partir de un Estudio Multitemporal 2007 - 2013 Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi”. Tesis de grado, Fac. Medio ambiente, Univ. Distrital Fransisco José de Caldas, Bogotá, p. 1-89. 2016. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/11349/3275>

instrumento de planificación, e identificación de pérdida en la cobertura vegetal presentada entre los años 2007 y 2013 en el Parque Nacional Natural Indi Wasi. Se utilizó una metodología descriptiva la cual está basada en la identificación de variables e indicadores abarcando zonas en los periodos de tiempo estipulados.

Como resultado se logró evidenciar que hay demasiada información, pero debido al esquema de organización de la misma es compleja la consulta y exportación de los diferentes formatos, además se logró identificar que a causa de las diferentes actividades desarrolladas que se deben desarrollar en el parque por parte de los funcionarios se recolectó información de otras fuentes, llegando a la conclusión de que a pesar de no contar con el tiempo suficiente los datos recolectados por Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) y el Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC) coinciden, al realizar la comparación con los estudios realizados por el Instituto SINCHI y el SIAC, es posible evidenciar que las áreas identificadas dentro del análisis multitemporal, coinciden con las determinadas como de alta intervención indicadas por dichas fuentes de información, en detalle los análisis presenta diferencias pero en general permitieron asumir que el proceso se realizó de manera adecuada.[26].

Este estudio cobra importancia al abordar la destrucción de la cobertura boscosa en el Parque Nacional Alto Fragua Indi Wasi (PNN AFIW) y el diseño de un sistema de información geográfica que ha presentado un inconveniente: la consulta compleja de dicha información dentro del sistema; lo cual podría ser tenido en cuenta para evitar posibles errores dentro del presente trabajo.

La investigación “**Análisis multitemporal de la expansión física en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia**” realizada en el año 2018, María Eugenia Sevillano Rodríguez y Luis Carlos Bravo Peña [27] en la ciudad de Cali Colombia, establece como objetivo general determinar la expansión de la zona urbana de Santiago de Cali, Colombia mediante un estudio multitemporal

[26] L. Martínez y L.M. Ruiz. “Análisis de la Pérdida en la Cobertura Vegetal a Partir de un Estudio Multitemporal 2007 - 2013 Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi”. Tesis de grado para especialización, Fac. Medio ambiente, Univ. Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, p. 1-89. 2016. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/11349/3275>

[27] M. E. Sevillano Rodríguez y L. C. Bravo Peña, “Análisis multitemporal de la expansión física en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia”, Revista interdisciplinaria sobre estudios urbanos, vol. 3, no. 3, p. 28–43, Oct. 2018. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.20983/decumanus.2018.1.2>

entre los años 1986 a 2016, metodología basada en la recolección de imágenes satelitales multiespectrales de los sensores tomadas en el área de estudio y el procesamiento digital utilizando bandas del espectro visible requeridos para la exportación de las características urbanas.

Logrando obtener como resultado que el área construida en ese lapso fue de 7.215 Ha que corresponde a un 51% de perímetro urbano, se pudo concluir que, durante los 30 años establecidos como periodo de estudio en la zona, Cali incrementó su área construida y que los lugares preferidos para habitar son zonas periféricas o cercanas a la ciudad [28].

En este sentido resultó importante no solo la técnica de clasificación de las imágenes satelitales “basada en objetos”, con la cual se logró determinar el área no construida, montañosa, con vegetación, agrícola, baldíos, entre otros; significativo para el trabajo de grado ya que con esto se logra determinar que era importante elegir dichas imágenes que no presenten un índice alto de nubosidad.

3) *Regional*

El estudio “**Clasificación de la cobertura de la tierra en el suelo rural del municipio de Pupiales – Nariño**” mediante la aplicación de herramientas SIG del año 2015, Nicolás Alexander Patiño Narváez [29] en el departamento de Nariño municipio de Pupiales plantea como objetivo general Clasificar la cobertura de la tierra en la zona rural del municipio de Pupiales, mediante una aplicación con herramientas SIG. La metodología que se usó es la Corine Land Cover que se fundamenta en la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador, para producir una base de datos geográfica usando Sistemas de Información (SIG).

Los resultados fueron que el territorio las coberturas que corresponden a bosques y zonas naturales como bosques y zonas con vegetación herbácea y/o arbustiva, se sitúan al norte del municipio en

[28] M. E. Sevillano Rodríguez y L. C. Bravo Peña, “*Análisis multitemporal de la expansión física en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia*”, Revista interdisciplinaria sobre estudios urbanos, vol. 3, no. 3, p. 28–43, Oct. 2018. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.20983/decumanus.2018.1.2>

[29] N. A. Patiño Narváez, “Clasificación de la cobertura de la tierra en el suelo rural del municipio de Pupiales - Nariño mediante aplicación de herramientas SIG”, Tesis de grado para especialización, Univ. de Manizales, Manizales, 2016. [En línea]. Disponible: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2510>

la parte más alta del mismo, y recaen sobre el área de páramo, el cual hace parte del Parque Regional de Paja Blanca, al final las conclusiones establecen que el desarrollo del presente trabajo permitió ratificar que la teledetección espacial combinada con la aplicación de herramientas SIG, son de gran utilidad para la identificación de la cobertura y uso de la tierra, y preparación de cartografía base [30].

El anterior antecedente es importante para la investigación, porque presenta el uso de georreferenciación en una zona, utilizando teledetección que permitió obtener la ubicación de manera precisa combinada con imágenes asistidas por computador, lo cual tiene gran similitud con el objetivo de la presente.

La investigación **“análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí”** en el municipio de Barbacoas, Nariño realizada en el año 2020, Estefanía Bastidas Gonzales y Leidy Tatiana Naranjo Moreno [31] en el departamento de Nariño plantea como objetivo general detectar la alteración en la cobertura vegetal por medio de un estudio multitemporal y su impacto en los caudales máximos para la cuenca del flujo de agua Guaguí, en el municipio de Barbacoas, Nariño. La metodología comenzó por definir el área de estudio según reportes de cambio de cobertura vegetal para después establecer el punto de cierre de la cuenca, por consiguiente, se obtuvo la información suministrada por las entidades oficiales, se revisó la información suministrada, después se hizo análisis morfológico de las cuencas de estudio, empleado el software ArcGIS, para así finalizar con un análisis multitemporal identificado los cambios en las coberturas vegetales de la cuenca.

Los resultados muestran el cambio de las distintas coberturas del río Guaguí, a lo largo de las etapas. Donde el cambio se atribuye a un crecimiento importante en el mosaico de cultivos y pastos dados las ocupaciones económicas que se han intensificado en el municipio (actividades

[30] N. A. Patiño Narvárez, “Clasificación de la cobertura de la tierra en el suelo rural del municipio de Pupiales - Nariño mediante aplicación de herramientas SIG”, Tesis de grado para especialización, Univ. de Manizales, Manizales, 2016. [En línea]. Disponible: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2510>

[31] E. Bastidas González y L. T. Naranjo Moreno, “Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de Barbacoas”, Tesis de grado, Univ. Católica, Bogotá, p. 1–68, 2020. [En línea]. Disponible: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/21fb7f1c-1d8d-4a9d-b64f-4b54b889d767>

agropecuarias y minería). Finalmente, las conclusiones fueron que la cuenca del río Guaguí presentaron un índice de sinuosidad de 1,72, lo que lo calificó como un tipo de canal irregular, resultando viable deducir que en este cauce predominan procesos de sedimentación, donde el agua fluye muy lento, disminuyendo rapidez y depositando sedimentos. Y que, en los últimos años, el municipio de Barbacoas Nariño presentó una afectación fundamental en sus coberturas de suelo primordialmente por las ocupaciones económicas que se desarrollan en la zona como la explotación aurífera, la ganadería extensiva, entre otras [32].

El anterior antecedente es importante para la investigación porque establece las variaciones de la zona vegetal usando georreferenciación en un punto específico, usando el software ArcGIS para el análisis multitemporal.

La investigación **“Incidencias de las actividades humanas sobre los recursos naturales y la cobertura vegetal en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG) (Nariño)”**, elaborada por Javier Eduardo Quitiaquez Segura [33], en Manizales - Colombia, en el año 2017. El cual plantea como objetivo identificar las principales actividades humanas que inciden en el uso de los recursos naturales y la pérdida de cobertura vegetal que presentó el santuario de flora y fauna Galeras (departamento de Nariño), durante los años comprendidos entre 1989 – 2014. Donde la metodología aplicada fue de tipo descriptivo con alcances explicativos que en primer lugar se utilizó la técnica SIG, una herramienta que permitió cuantificar las áreas y los procesos de transformación del santuario de flora y fauna y en segundo lugar la encuesta a preguntas sobre la población objetivo.

El trabajo de campo y análisis de imágenes satelitales confirmó que la extensión de Straight Forward Financial Growth (SFFG) abarcó 8.240 hectáreas aproximadamente; 625 hectáreas de

[32] E. Bastidas González y L. T. Naranjo Moreno, “Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de Barbacoas”, Tesis de grado, Univ. Católica, Bogotá, p. 1–68, 2020. [En línea]. Disponible: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/21fb7f1c-1d8d-4a9d-b64f-4b54b889d767>

[33] J. E. Quitiaquez Segura, “Incidencias de las actividades humanas sobre los recursos naturales y la cobertura vegetal en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG) (Nariño)”, Tesis de grado para maestría, Universidad de Manizales, Manizales, 2017. [En línea]. Disponible: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3262/QUITIAQUEZ%20S%20%20JAVIER-ENTREGA%20FINAL%20DE%20TESIS%202017.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

diferencia con la extensión inicialmente establecida para la reserva, lo cual implicó una porción considerable a tener en cuenta en los programas de protección y conservación del Santuario. En el tiempo establecido también se pudo evidenciar que el santuario específicamente en términos de cobertura vegetal de bosques densos se ha sometido a vía de extensión y pérdida de especies como: aliso, quillotocto, motilón, roble, pino colombiano, el cucharo; la pérdida fue condicionada a pastos, potreros para ganadería y tierras para agricultura. Se logró determinar que el santuario de flora y fauna Galeras ha sido lugar de diferentes culturas indígenas pertenecientes de las etnias Quillacinga, y según se manifestó, el volcán y sus alrededores resultan siendo un lugar sagrado, de honor para otras etnias. También se concluye que la deforestación la ampliación de la frontera agrícola durante los años 80 y 90 aumentó de forma exponencial debido al crecimiento urbanístico, presión por el insumo desmedido de recursos, etc. [34].

La investigación anterior presenta información relevante sobre el estado del lugar de estudio establecido para la presente investigación, en él se explica y se sugiere tener en cuenta las prácticas agrícolas a favor del medio ambiente, también la rehabilitación de suelos, recurso hídrico y conservación de especies nativas.

B. Supuestos teóricos de la investigación

1) Ingeniería y medio ambiente

Según el autor Manuel Becerra [35] sostiene que: La ingeniería ha contribuido a generar muchos de esos cambios en la naturaleza, entre los cuales se encuentran aquellos de gran beneficio para la población, pero también aquellos que se consideran insostenibles desde la perspectiva ambiental y social. La ingeniería más avanzada busca producir tecnologías, no solamente para prever y mitigar los impactos ambientales, sino también para ofrecer orientación al gobierno, al sector privado y al

[34] J. E. Quitiaquez Segura, "Incidencias de las actividades humanas sobre los recursos naturales y la cobertura vegetal en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG) (Nariño)", Tesis de grado para maestría, Universidad de Manizales, Manizales, 2017. [En línea]. Disponible: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3262/QUITIAQUEZ%20S%20%20JAVIER-ENTREGA%20FINAL%20DE%20TESIS%202017.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

[35] M. Rodríguez. Becerra, "Ingeniería y medio ambiente", Revista de ingeniería, no. 26, p. 1-9, Dic. 2007. [En línea]. Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000200008

tercer sector, sobre las diferentes alternativas que permitirían crear un futuro que sea más sostenible desde la perspectiva ambiental.

2) Cobertura vegetal

La cobertura vegetal se define “como lo que se observa físicamente sobre la superficie de la tierra donde no solo se describe la vegetación si no los elementos antrópicos que están sobre ella, sino también superficies terrestres como cuerpos de agua y afloramientos rocosos” [36, p.1]. También se lo define como la delimitación que surge de un análisis de respuesta por características fisionómicas y ambientales.

3) Pérdida de cobertura vegetal

Colombia cuenta con el privilegio de tener 3 cordilleras que se desprenden desde el nudo de los Pastos en el departamento de Nariño, las cuales son Occidental, Central y Oriental. La mayor actividad producida por el hombre se concentra en la cordillera central andina por ser montañosa, permitiéndole así, tener una diversidad de pisos térmicos y suelos para su actividad agrícola o por el contrario convertirlos en asentamientos de las personas en las ciudades ubicadas a lo largo de la cordillera de los Andes. Uno de los mayores problemas que presentan las ciudades de Latinoamérica y en particular la cordillera de los andes en Colombia, es la falta de suelo para la urbanización, por lo que se ha perdido las selvas primarias, secundarias y forestales para su expansión, por la actividad ganadera, los cultivos ilícitos y en los últimos años por la actividad minera [37].

4) Orbitas

[36] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *Cobertura de tierra*, IDEAM, 2012. [En línea]. Disponible: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>

[37] J. Álvarez del Castillo y G. A. Agredo Cardona, “Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana San Luis (Manizales)”, *Revista Luna Azul*, no. 37, May. 2, 2013. [En línea]. Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200004

“Trayectoria que describe un cuerpo alrededor de otro, bajo la influencia de la fuerza gravitatoria. Las órbitas pueden ser circulares, elípticas, parabólicas o hiperbólicas” [38, p.1]. En el caso de los satélites la órbita se asigna dependiendo de su misión, velocidad y de la distancia de la tierra, existen dos tipos fundamentales de orbitas para satélites: geoestacionarias y las polares, los parámetros que definen la órbita: altitud o radio, el ángulo del plano orbital con el ecuador terrestre, el periodo o duración de la órbita [39].

a) Órbitas geoestacionarias

La órbita geoestacionaria se sitúan sobre el ecuador, es una órbita a 36.000 Km de la tierra ya que es allí donde se equilibra la fuerza de atracción terrestre con la centrífuga [40], es aquella en la que el satélite siempre está en la misma posición con respecto a la Tierra (rotación), con un tiempo de (23h 56m 4,09s) [41], por lo tanto, ofrecen la medición casi continua de una región específica de la superficie terrestre y son utilizadas para monitorear con satélites las condiciones meteorológicas, el desarrollo de las tormentas, inundaciones y huracanes; no alcanzan una buena resolución espacial por lo que un tamaño de píxel de un satélite desde dicha altura de observación de la tierra será de 1 km cuadrado.

[38] Sistema de Estímulos Académicos, *Órbita*, SEA. [En línea]. Disponible: <https://www.sea-astronomia.es/glosario/orbita>

[39] CNICE, *Introducción a la orbitografía*, Concurso.cnice, [En línea]. Disponible: <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad3/orbitas.htm>

[40] Axess Networks, *¿Qué son y para qué sirven los satélites geoestacionarios?*, Axess Networks, Mar. 2022. [En línea]. Disponible: <https://axessnet.com/que-son-y-para-que-sirven-los-satelites-geoestacionarios/>

[41] M. García Comas y C. Deller, *Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio*, USAGov. [En línea]. Disponible: <https://www.usa.gov/es/agencias/administracion-nacional-de-aeronautica-y-el-espacio>

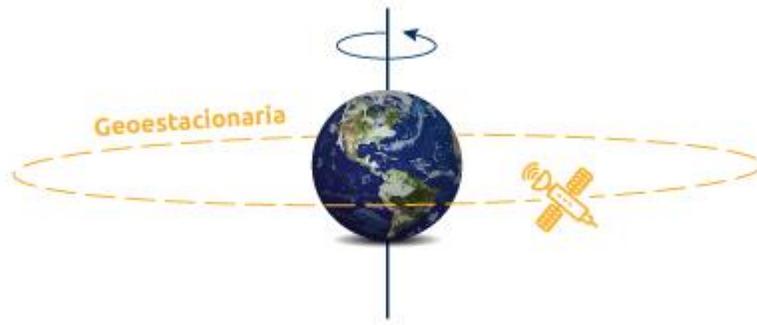


Fig. 1. Órbita geoestacionaria.

Tomado de: <https://axessnet.com/que-son-y-para-que-sirven-los-satelites-geoestacionarios/>

b) Órbitas polares

Una órbita polar es aquella que pasa por encima de los polos del planeta o muy cerca de ellos, de norte a sur, Según Duarte [42], las orbitas polares se encuentran a una altura de 700 - 800 kilómetros sobre la superficie de la tierra, allí los satélites pueden proporcionar una mejor visión global de la tierra, su tiempo orbital es de 100 minutos, el ángulo de inclinación es de 90° (aunque también se acepta como polar una desviación de 20 a 30°). Son orbitas que pueden hacer que los satélites brinden una cobertura de todo el globo terrestre, aunque harían largos periodos de tiempo durante los cuales el satélite estaría fuera de la vista de una estación terrestre.

[42] C. Duarte Muñoz, “Introducción a los satélites de observación de la Tierra”. Agencia espacial Mexicana. 123 Ed. [En línea]. Disponible: <https://haciaespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=77>.

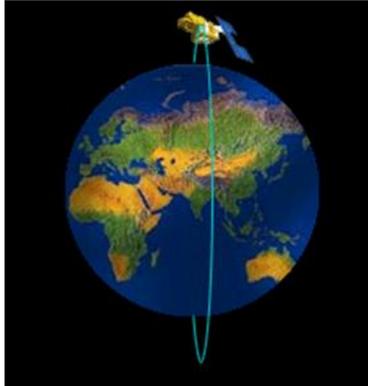


Fig. 2. Órbita polar.

Tomado de: <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad3/orbitas.htm>

5) Luz

Según Arturo Peña el color, es luz [43]. Pero en términos físicos “la luz se refiere a la radiación electromagnética visible para el ojo humano” [44, p.1], no se puede tocar, pero se observa y viaja a gran velocidad por el espacio. La luz se manifiesta mediante longitudes de onda, donde se presentan las más cortas denominadas rayos gamma, seguidamente de los rayos X, ultravioleta, infrarrojo, microondas y finalmente las ondas de radio, donde las visibles para el ojo humano se denominan espectro visible de luz [45], esta permite observar los colores en el espacio.

[43] De la Peña, Luis, “*La naturaleza de la luz*”, *Revista Digital Universitaria*. vol.19, no. 3, p. 1-9, May. 2018. México. [En línea]. Disponible: <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n3.a1>

[44] *Teoría de la iluminación*, BEGA. [En línea]. Disponible: <https://www.bega.com/es-es/conocimientos/teoria-de-la-iluminacion/naturaleza-fisica-de-la-luz/>

[45] *Que es la luz*, *Significados*. [En línea]. Disponible: <https://www.significados.com/luz/>

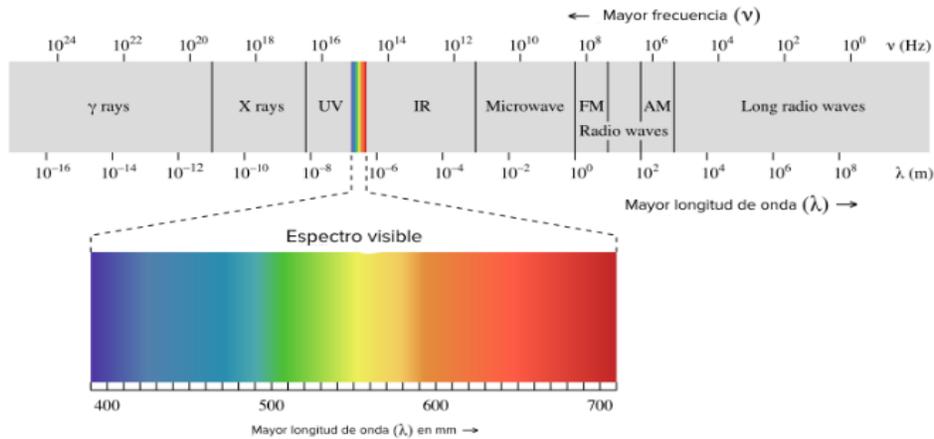


Fig. 3. Espectro electromagnético.

Tomado de: <https://www.aquatecnica.com/wp-content/uploads/2021/04/1-1.png>

Según la teoría del campo electromagnético, el límite inferior del espectro electromagnético es 0, ya que no existen frecuencias negativas y el límite superior corresponde a infinito. Con las nuevas tecnologías actuales, se han logrado encontrar frecuencias electromagnéticas superiores a 2,91027Hz e inferiores a 30Hz, aunque claramente el espectro es infinito y continuo, se dice que la longitud de onda electromagnética más baja posible es la longitud de Planck ($l_p \approx 1,616252 \cdot 10^{35}$ m), distancia o escala de longitud menos de la cual se espera que el espacio pierda su forma geométrica clásica. así mismo se cree que el límite máximo de la onda electromagnética llegaría a ser el tamaño del universo [46].

a) Rayos infrarrojos

William Herschel fue un astrónomo alemán quien llevó a cabo las primeras investigaciones sobre el espectro electromagnético. Hoy en día es considerado uno de los mayores exponentes al descubrir la radiación infrarroja. En uno de sus experimentos realizados al descomponer la luz solar con un prisma, pudo medir el calentamiento que provocaban los diferentes colores, de tal manera que percato de que dicha región de color rojo presentaba una mayor temperatura. Según el autor

[46] J. Luque Ordoñez, "Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico", Acta.es, p. 1-15, 2017. [En línea]. Disponible: https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.PDF

Jack R. While [47] sostiene que Herschel descubrió algo más sutil que una radiación invisible. Halló los primeros indicios sólidos de que, en realidad, la luz visible y el infrarrojo formaban parte del mismo fenómeno, al que hoy denominamos radiación electromagnética.

6) Teledetección

Según el autor Emilio Chuvieco [48, p.44] define la teledetección como técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, utilizando como fuente de energía la reflexión solar o artificial que llega a la cubierta vegetal y que posteriormente la emisión del haz energético es recibido por el sensor, que luego será enviado a la superficie terrestre, donde la señal recibida pueda ser almacenada para su respectivo análisis.

7) Procesos de la teledetección

Para llevar a cabo el proceso de la teledetección, es necesaria la interacción de 3 elementos o componentes fundamentales que son: fuente de energía, objetivo y un dispositivo o sensor [49], los cuales serán brevemente explicados en los siguientes ítems.

a) Fuente de energía de la teledetección

El primer requisito para la teledetección funcione es que se disponga de una fuente de energía que proporcione radiación electromagnética, para estos casos se expone principalmente de la energía de origen natural emitida por el sol [50].

b) Objetivo de la teledetección

[47] J. Luque Ordoñez, “Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico”, Acta.es, p. 1-15, 2017. [En línea]. Disponible: https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.PDF

[48] E. Chuvieco, *Fundamentos de teledetección espacial*, 2da Ed., Madrid: Ediciones Rialp, 1995, p. 1-449. [En línea]. Disponible: <http://cursosihlla.bdh.org.ar/Sist.%20Cart.%20y%20Teledet./Bibliografia/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.PDF>

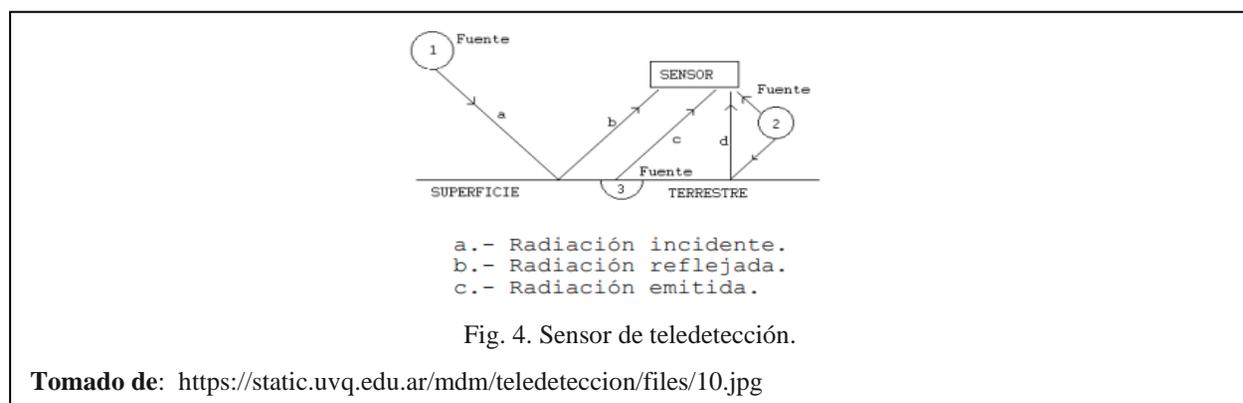
[49] Ídem.

[50] O, Bustos, *Introducción a los procesos markovianos en el análisis y procesamiento de imágenes*, Univ nacional de Córdoba, p. 1-46. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Componentes-de-un-sistema-de-teledeteccion-espacial-A-Fuente-de-energia-B_fig1_228635353

Hace referencia a la superficie terrestre que observa la plataforma. La resolución al captar varía según la distancia de unos cuantos kilómetros a miles de kilómetros cuadrados. Esto es un intento por medir la distancia de las propiedades de los objetos presentes en la superficie de la tierra.

c)Dispositivo o sensor de teledetección

Santiago Villajos Ormeño [51] expone que un dispositivo de teledetección mide la energía solar (radiación electromagnética) proyectada por el objeto. Este dispositivo puede estar instalado dentro de un satélite o avión que se encuentra sobrevolando la superficie terrestre, desde algunos pocos metros hasta 36.000 km para el caso de los satélites meteorológicos. “Estos dispositivos captan la radiación electromagnética reflejada (EEM), luego esta información se reenvía hacia la tierra a través de un emisor. En la Tierra, los datos son recibidos por una red estaciones” [52], en la figura 4 se puede observar el manejo de un sensor de teledetección.



8) Reflectancia espectral

“Consiste en absorber y dispersar la radiación electromagnética, la luz viaja por medio de un difusor la cual, gran parte de la radiación no se logra propagar libremente, sino que al contrario es difundida o absorbida” [53, p.8].

[51] S. Villajos Ormeño, *Teledetección fundamental*. 3ra Ed., 2006. [En línea]. Disponible: <http://pdi.topografia.upm.es/santi/descarga/FunTeled.PDF>

[52] Ídem.

[53] A. García Alonso, “Estudio de la reflectancia espectral y modelos de predicción de color en mosaicos de vítreos”, Tesis de grado, Fac. de ciencias, Univ. de Cantabria. Santander. 2018. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/10902/9203>

Como consecuencia de ello, una fracción de la luz que llega sobre un medio puede salir por dicha superficie de entrada, a esto se conoce como reflectancia que depende de la longitud de onda, por lo que resulta hablar de “reflectancia espectral”, expresada por $R(\lambda)$ que radica en la forma de la función, o espectro de reflectancia que caracteriza a un color. La reflectancia espectral de una superficie es la relación entre el flujo radiante incidente y el flujo radiante reflejado en una sola longitud de onda en condiciones de geometría fijas. Es una magnitud adimensional (No importa el tamaño) y está dada en porcentajes de 0 a 100%, o como factor de 0 a 1. Además, tiene en cuenta el flujo radiante, es decir la totalidad de la radiación reflejada por la semiesfera. La fuente de energía es el sol, la cual emite luz que proviene del espectro electromagnético, estas llegan a la superficie con distintos niveles de reflectancia de cada objeto para luego poder hacer los respectivos análisis [54].

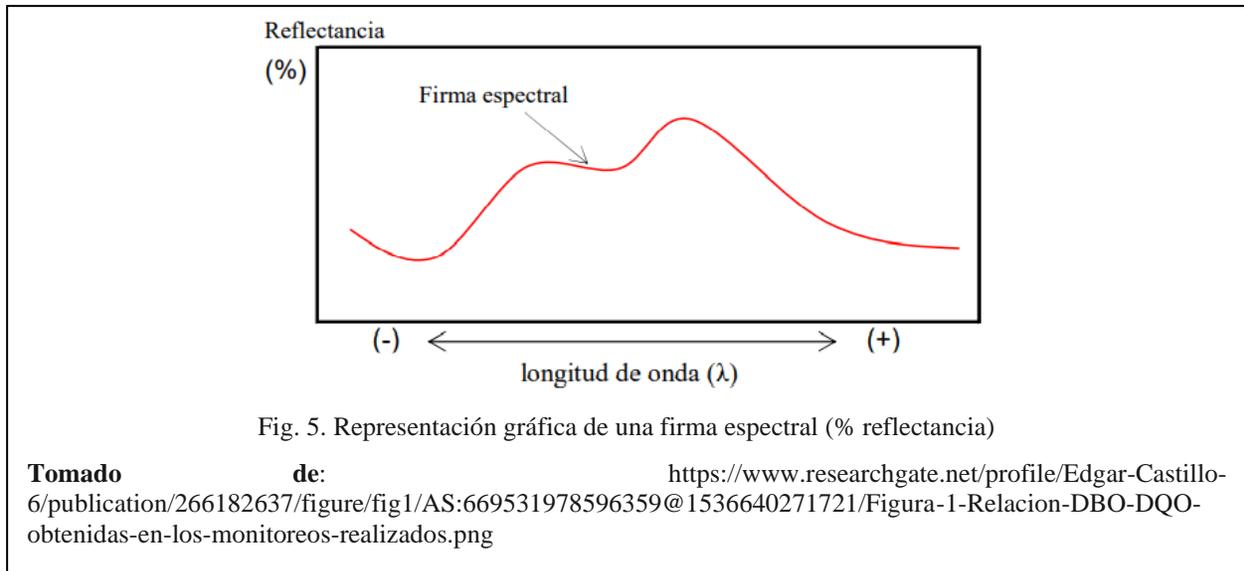
9) *Firma espectral*

Según Andrea García Alonso [55] es el comportamiento diferencial que tiene la radiación reflejada (reflectancia) desde un punto de la superficie u objeto terrestre dentro de los distintos niveles del espectro electromagnético. para estudiar este comportamiento, es necesario crear una gráfica en 2 dimensiones en la cual en el eje Y se dispondrá el porcentaje (%) de reflectancia y en el eje X la longitud de onda λ . al juntar los puntos con la línea contigua, se obtendrá una representación bidimensional (es decir: 2 dimensiones) de la firma espectral. “Bajo este concepto la firma espectral se genera utilizando las bandas de la imagen y que son utilizadas por algoritmos de clasificación que permiten marcar los pixeles de la imagen” [56], esto puede observarse en la figura 5 que se muestra a continuación:

[54] A. García Alonso, “Estudio de la reflectancia espectral y modelos de predicción de color en mosaicos de vítreos”, Tesis de grado, Fac. de ciencias, Univ. de Cantabria. Santander. 2018. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/10902/9203>

[55] *Resolución de las imágenes satélite, CNICE, 2006.* [En línea]. Disponible: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/i_resolucion.htm

[56] *Resolución de las imágenes satélite, CNICE, 2006.* [En línea]. Disponible: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/i_resolucion.htm



10) Resoluciones de la teledetección

El número de píxeles que integra un sensor de satélite o cámara digital, definen el poder de resolución. Una imagen satelital se caracteriza por las siguientes modalidades de resolución: espacial, espectral, radiométrica y temporal [57]. Donde la resolución espacial se define por el tamaño de los píxeles en la imagen, la resolución temporal, el tiempo que se tarda en tomar dos imágenes del mismo lugar o sitio, espectral: ves la capacidad de discriminar entre longitudes de onda vecinas en el espectro, así como el número de bandas disponible, finalmente la resolución radiométrica se define como el número de intervalos de intensidad que se pueden captar por el sensor [58].

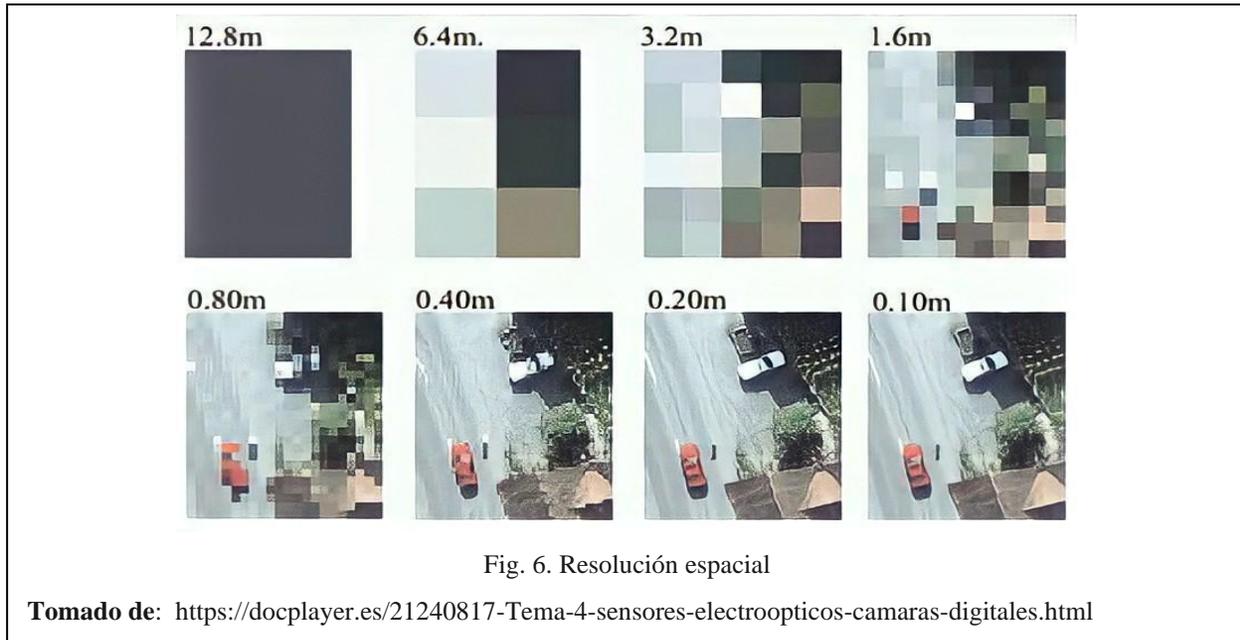
a) Resolución espacial

La resolución espacial es la distancia que logra divisar un sensor de imágenes digitales como los radares o satélites. Dicho en otras palabras, es la distancia que puede abarcar el píxel medio de la imagen. Se considera que las imágenes con mayores píxeles tienen una resolución espacial más alta, o sea presentan más detalles, vistas más claras, también mayor es el volumen del archivo

[57] Ídem.

[58] *Caracterización de las imágenes de satélite*, UM.es, 2006. [En línea]. Disponible: https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node71_mn.html

informático generado; mientras que las imágenes con píxeles más grandes tienen una resolución espacial más baja [59], La resolución espacial se define por el tamaño de los píxeles de una imagen, en otras palabras [60].



b) Resolución espectral

La resolución espectral se refiere a la capacidad del satélite para capturar imágenes de diferentes bandas espectrales del espectro electromagnético, “la resolución espectral es importante porque diferentes bandas espectrales de la luz pueden proporcionar información única y valiosa sobre la superficie terrestre. Por ejemplo, la luz visible proporciona información sobre la apariencia visual de la superficie terrestre, mientras que la luz infrarroja proporciona información sobre la temperatura y la biología de la superficie” [61, p.1]. Se usa para detectar cambios en la superficie terrestre, monitorear la salud de los ecosistemas, es esencial para la evaluación de procedimientos agrícolas e identificación de áreas deforestadas.

[59] N. Borotkanych, *Resolución Espacial En Teledetección Y Sus Usos Reales*, EOS Data Analytics. Mar. 3, 2023. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>

[60] N. Borotkanych, *Resolución Espacial En Teledetección Y Sus Usos Reales*, EOS Data Analytics. Mar. 3, 2023. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>

[61] F. Ochoa, *Tipos de resolución*, ArcGeek. Feb. 9, 2023. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>

c) Resolución radiométrica

En cuanto a la resolución radiométrica de los satélites, hace mención a la sensibilidad del sensor, aquella capacidad que tiene un sistema de medir con precisión la intensidad de la radiación electromagnética [62], dependiendo de la resolución radiométrica la calidad que se genera de la imagen, cuanto mayor sea la precisión radiométrica, tanto mejor podrá interpretarse lo que resulta en imágenes nítidas y claras.

d) Resolución temporal

En cuanto a la resolución temporal hace referencia al paso del satélite sobre el punto de observación [63]. Presenta dos aspectos a resaltar: el cubrimiento que es el tiempo que tarda el sensor en pasar sobre la misma área de la tierra y el periodo orbita que es el tiempo que se tarda en dar una vuelta sobre la tierra [64]. El ritmo temporal de los sistemas espaciales varía de acuerdo con los objetivos fijados para el sensor, por ejemplo, el factor temporal es importante en lugares donde usualmente está nublado, y no puede verse en todos los datos la superficie objetivo, en ciertas ocasiones puede durar días, meses, u años.

11) Imágenes satelitales

Son fotografías tomadas por un sensor que se encuentra dentro de un satélite artificial que orbita la tierra, con la fecha y hora de recopilación específica, durante un periodo de tiempo; los sensores que recolectan información de la superficie terrestre y es enviada a la tierra para su análisis y visualización. Generalmente son utilizadas en campos como la cartografía, estudio meteorológico, pronóstico de fenómenos atmosféricos. Una imagen satelital se caracteriza por contener modalidades de resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal.

[62] F. Ochoa, *Tipos de resolución*, *ArcGeek*. Feb. 9, 2023. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>

[63] *Resoluciones de teledetección*, *Cursosihlla*. [En línea]. Disponible: http://cursosihlla.bdh.org.ar/Geo_UNNS_2014/3_Bonus/2%20Resoluciones%20en%20Teledetecci%C3%B3n.PDF

[64] *Resolución temporal*, *IDECA*. [En línea]. Disponible: <https://www.ideca.gov.co/recursos/glosario/resolucion-temporal>

Ahora bien, las imágenes satelitales se dividen en imágenes pancromáticas, multiespectrales y hiperespectrales.

a) Imágenes pancromáticas

“Una imagen pancromática se forma cuando el sensor de imagen se vuelve sensible a una gran cantidad de longitudes de onda de luz, normalmente a ambos lados de una parte visible del espectro” [65, p.1]. Los datos pancromáticos se representan por medio de imágenes en blanco y negro. “Mediante las imágenes pancromáticas se pueden actualizar la información física de mapas existentes, delimitar zonas entre tierra y agua, cuantificar el crecimiento de desarrollo urbano, generar modelos digitales de elevación de gran exactitud” [66, p.18].



Fig. 7. Imagen pancromática

Tomado de: https://ecoscript.org/diccionariosig_imagenpancromatica/

b) Imágenes multiespectrales

Earth Observing System [67] la define como aquella imagen en la que se capturan los datos dentro de rangos de longitud de onda especificados a través del espectro electrónico magnético; “Una imagen multiespectral divide la luz en pequeño número de bandas espectrales, generalmente de 3

[65] N. Borotkanych, *Resolución Espacial En Teledetección Y Sus Usos Reales*, EOS Data Analytics. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>

[66] P. M. Sánchez Jara, “Teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales”, Tesis de grado, Univ. de Cuenca, Ecuador, 2012. [En línea]. Disponible: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1109083>

[67] N. Borotkanych, *Resolución Espacial En Teledetección Y Sus Usos Reales*, EOS Data Analytics. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>

a 15 bandas por imagen” [68, p.4]. “Gracias a las imágenes multiespectrales se puede distinguir las rocas superficiales y el suelo por su composición y consolidación, delimitar terrenos pantanosos, estimar la profundidad del agua en zonas litorales, es decir se alcanza un mayor detalle con las imágenes multiespectrales” [69, p. 19]. Según Sergio Canalejo Ariza [70] son usadas para la creación de mapas y vegetación, en las que capturan los datos de la imagen dentro de rangos de longitud de onda específicos a través del espectro electromagnético.



Fig. 8. Imagen multiespectral

Tomado de: https://www.atriainnovation.com/tecnologia-hiperespectral/#Beneficios_de_la_Tecnologia_Hiperespectral

c) Imágenes hiperespectrales

Las imágenes multiespectrales poseen generalmente de 3 a 15 bandas, mientras que las imágenes hiperespectrales puede tener cientos de bandas mucho más estrechas (10-20 nm) obteniendo un

[68] C. A. Sergio, "Procesamiento de imágenes multiespectrales para el análisis del estado de la vegetación", Tesis de grado, Univ. Abierta de Catalunya, Barcelona, 2018. [En línea]. Disponible: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/81436/6/scanalejocTFM0618memoria.PDF>

[69] P. M. Sánchez Jara, "Teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales", Tesis de grado, Univ. de Cuenca, Ecuador, 2012. [En línea]. Disponible: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1109083>

[70] C. A. Sergio, "Procesamiento de imágenes multiespectrales para el análisis del estado de la vegetación", Tesis de grado, Univ. Abierta de Catalunya, Barcelona, 2018. [En línea]. Disponible: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/81436/6/scanalejocTFM0618memoria.PDF>

registro continuo [71], por lo que las diferencias que se pueden manifestar y el rango de constitución es mucho mayor pareciendo fotografías.



Fig. 9. Imagen hiperespectrales

Tomado de: https://www.atriainnovation.com/tecnologia-hiperespectral/#Beneficios_de_la_Tecnologia_Hiperespectral

12) Landsat 8

Según la NASA [72] Y Earth Observing System [73] el satélite Landsat 8 fue diseñado para continuar con el programa de capturar imágenes espaciales de carácter global, lanzado al espacio en 2013, desde la base de la fuerza aérea Vandenberg, California, colaboración entre la NASA y el servicio geológico de los estados unidos; este satélite cuenta con dos instrumentos potencialmente científicos: el Operational Land Imager (OLI) y el Thermal Infrared Sensor (TIRS). Consta de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros de la 1 a la 7 y la 9; la banda 8 maneja una resolución de 15 metros, las bandas 10 y 11 se recogen en 100 metros [74].

TABLA I. CARACTERÍSTICAS DE BANDAS DE LANDSAT 8

[71] B. Ramos López, Las imágenes hiperespectrales, Cursos teledetección.com, Feb. 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.cursosteledeteccion.com/las-imagenes-hiperespectrales/>

[72] Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, *Landsat Science*, NASA, [En línea]. Disponible: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-6/>

[73] Earth Observing System, *Landsat 8*, NASA, [En línea]. Disponible: <https://eos.com/find-satellite/landsat-8/>

[74] Servicio geológico de Estados Unidos, *Landsat 8*, USGS.gov, [En línea]. Disponible: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>

Banda	Rango espectral (μm)	Resolución (m)
Aerosol costero	0,43 – 0,45	30
2 azul	0,45 – 0,51	30
3 verde	0,53 – 0,59	30
4 rojo	0,64 – 0,67	30
5 infrarrojo cercano	0,85 – 0,88	30
6 SWIR (infrarrojo de onda corta) 1	1,57 – 1,65	30
7 SWIR (infrarrojo de onda corta) 2	2,11 – 2,29	30
Banda pancromática (PAN)	0,50 – 0,68	15
9 cirro	1,36 – 1,38	30
10 TIRS (sensor infrarrojo térmico) 1	10,6 – 11,19	100
11 TIRS (sensor infrarrojo térmico) 2	11,5 – 12,51	100

Nota: USGS, Science for a Changing World. Landsat 8.

13) Herramientas de visualización

En los últimos años ha crecido considerablemente el uso de sistemas de información geográfica, por ende, hoy en día existe una gran cantidad de herramientas de georreferenciación que nos permite visualizar imágenes ya sea por medio de drones no tripulados o directamente de imágenes satelitales a través de coordenadas espaciales GPS. En la actualidad existen diferentes tipos de licencia de software, los hay con licencias privadas y licencias libres [75]. Entre los aplicativos que existen son: Sentinel Playground, EO browser, Google Earth Engine, Copernicus Open Access Hub, USGS Earth Explorer, Word View, Earth Data y Landsat Viewer [76].

a) GloVis

[75] A. Araque Ibáñez. “Sistema de Información Geográfica para la mejora de la gestión y la toma de decisiones difusa en entornos oleícolas”, Tesis de grado, Univ. de Jaén, Dep. Informática, Andalucía, 2012. [En línea]. Disponible: https://sinbad2.ujaen.es/sites/default/files/publications/TTII_AntonioAraque.PDF

[76] Geoinnova, *Imágenes satelitales gratuitas: principales sitios web de descarga*, Geoinnova, Jun. 2022. [En línea]. Disponible: <https://geoinnova.org/blog-territorio/imagenes-satelitales-gratuitas/>

Perteneciente a USGS Earth Explorer, es el visor de visualización global del Servicio Geológico de Estados Unidos [77], que coloca a disposición de los usuarios de forma gratuita, datos de detección remota, en 2017, se rediseño abordando tecnologías cambiantes de internet, con herramientas de navegación fácil de usar, donde los usuarios pueden ver y descargar imágenes de forma instantánea. Tiene el mayor registro de recolección de datos de satélite SIG gratuitos (imágenes de satélite gratis, tomas aéreas, vehículos no tripulados), que están disponibles a través de su explorador terrestre EarthExplorer [78]. GloVis es un visor que resulta fácil de usar a la hora de descargar imágenes satelitales, previsualiza la imagen y descarga rápida y ágilmente esto ya que reduce los resultados en las búsquedas gracias a la limitación de parámetros de control.

b) Sentinel Playground

Es el visor básico de imágenes de Sentinel 2, no tiene mucha dificultad de uso ya que es considerado como un recurso para *principiantes y aficionados* de la teledetección, también se puede recurrir a imágenes Landsat 8 e imágenes MODIS modificando el satélite de búsqueda desde la zona superior derecha del visor, las funciones básicas del visor incorporan, únicamente, la posibilidad de búsqueda de toponimia, seleccionar imágenes por momento temporal y porcentaje de cobertura nubosa, o realizar filtros basados en geología, índices de humedad, vegetación y urbanismo entre otras posibilidades [79]. Una de las ventajas que tiene son las capas temáticas a gran escala sin necesidad de realizar búsquedas mediante fragmentos de mosaicos territoriales como ocurre en potentes visores como Land Viewer o Copernicus Services Data Hub, además, de la opción; a diferencia del resto de visores satelitales de mayor complejidad, esta no permite obtener más allá de una simple exportación de la imagen en formato JPG y con marca de agua, por ello son destinadas únicamente a procesos de fotointerpretación o representación gráfica [80].

c) EO browser

[77] GloVis, *Glovis*, Servicio geológico de Estados Unidos. [En línea]. Disponible: <https://glovis.usgs.gov/>.

[78] EOS Data Analytics, *Imágenes De Satélite Gratis: Las Mejores Fuentes*. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/imagenes-de-satelite-gratis/>

[79] Gisandbeers, *Sentinel Playground: el visor de imágenes Sentinel*, Mar. 2017. [En línea]. Disponible: <http://www.gisandbeers.com/sentinel-playground-visor-imagenes-sentinel/>

[80] Ídem.

Esta plataforma gratuita que permite visualizar imágenes obtenidas por la familia de satélites denominados Sentinel (Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, Sentinel-5P) [81], Landsat 5, 7 y 8 de la ESA, cobertura global de Landsat 8, Envisat Productos Meris, Proba-V, MODIS y GIBS., permite exportar imágenes de formato GeoTiff, JP2 y KMZ [82], es utilizado para analizar acontecimientos climáticos como catástrofes naturales y acciones del hombre como incendios o deforestación.

d) Google Earth Engine

Es una plataforma en la nube, gratuito, que dispone de un gran catálogo de varios petabytes de imágenes satelitales y conjuntos de datos geoespaciales con capacidad de análisis a escala planetaria, los científicos, investigadores y desarrolladores la usan para detectar cambios, mapear tendencias y cuantificar diferencias en las superficies terrestres, está disponible tanto para uso comercial y también es de uso gratuito para estudiantes e investigaciones, usado para viajar, explorar y aprender sobre el mundo interactuando virtualmente. Esta plataforma trabaja en colaboración con Google cloud, donde se llevan las colecciones de Landsat y Sentinel-2, Google Earth Engine usa ese catálogo directamente. Earth Engine le permite cargar sus propios datos rasterizados y vectoriales (por ejemplo, archivos GeoTIFF o Shape [83]).

e) Copernicus Open Access Hub

Conocido anteriormente como Sentinels Scientific Data Hub, ofrece imágenes ópticas y datos de radar de las misiones de Sentinel 1, Sentinel 2, Sentinel 3 y Sentinel 5P. En el presente año se lanzó un ecosistema de espacio de datos de Copernicus para brindar acceso a todos los datos de Sentinel con nuevas funciones para la visualización y el procesamiento de datos [84]. Es fuertemente

[81] Esero, *Utilizando imágenes de los satélites Sentinel, EseroSp*. [En línea]. Disponible: http://esero.es/practicas-en-abierto/observa-la-tierra-desde-el-espacio-14-18/sabes_qu_es_eo_browser.html#:~:text=El%20navegador%20EO%20Browser%20permite,del%20hombre%20como%20los%20incendios.

[82] Medium, *El navegador EO con nuevas funciones se vuelve gratuito, Medium*. Oct. 2017. [En línea]. Disponible: http://esero.es/practicas-en-abierto/observa-la-tierra-desde-el-espacio-14-18/sabes_qu_es_eo_browser.html#:~:text=El%20navegador%20EO%20Browser%20permite,del%20hombre%20como%20los%20incendios.

[83] Google Earth Engine, *¿En qué se diferencia Earth Engine de Google Earth?, earthengine*. [En línea]. Disponible: <https://earthengine.google.com/faq/>

[84] Copernicus. *Centro de acceso abierto de Copernicus*. [En línea]. Disponible: <https://scihub.copernicus.eu/>

recomendada para imágenes de satélite gratis de Sentinel sin embargo se recomienda usar otras fuentes con experiencia de usuario ligeramente mejor [[85].

f) World View

La nasa dispone de su propio visor World View, [86] esta herramienta permite explorar de forma interactiva más de 1000 capas de imágenes satelitales globales previas, muchas de las capas actualizadas diariamente y están disponibles dentro de las tres horas posteriores a la observación, especialmente mostrando la tierra como se ve en ese momento. Puede ser utilizada con frecuencia por usuarios que desean recuperar rápidamente imágenes de la misma área todos los días. Importante en áreas donde el tiempo es crítico, como la gestión de incendios forestales, eventos naturales, inundaciones y calidad del aire, aquí se utilizan los satélites ópticos de muy alta resolución, los cuales llevan el nombre de WorldView (-1,2,3 y 4). Para las descargas de imágenes se puede acotar y descargar fragmentos territoriales en formato GeoTIF, JPG y PNG con resoluciones comprendidas entre los 250 metros y los 10 kilómetros.

g) Earth Data

Es un servidor de la NASA que proporciona acceso a múltiples colecciones satelitales, presenta también herramientas para la fácil ubicación de las zonas de estudio y una librería de imágenes indexadas por categorías como: Cobertura, Biosfera, Biomasa, Indicadores Climáticos, Hidrósfera, Océanos, entre otros [87]. La cantidad de imágenes de satélite incluidas en la pestaña “Plataformas” es impresionante, y vienen de diferentes fuentes: Aqua y Terra, ENVISAT, GOES, satélites de NOAA, METEOSAT, Suomi-NPP, Nimbus, CALIPSO, Landsat, y muchos más datos SIG gratuitos que permiten el estudio de la atmósfera, el medio ambiente, el océano y el mar, la cobertura del suelo, la vegetación, la cobertura de hielo y la topografía. Los tipos de formato de

[85] R. B. Reyes Atanacio, *Ventajas, desventajas, dificultades del uso del software para crear modelos digitales de terrenos y los usos en la industria minera*, Escuela de Ingeniería de Minas. [En línea]. Disponible: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-daniel-alcides-carrion/seguridad-minera/ventajas-desventajas-dificultades-del-uso-de-software-para-crear-modelos-digitales-y-los-usos-en-la-industria-minera/26836308>

[86] Earthdata, *Cosmovisión*. [En línea]. Disponible: <https://www.earthdata.nasa.gov/worldview>

[87] S. Montoya, *Tutorial para descargar Imágenes Satelitales de Elevación ASTER de NASA Earthdata*, Gidahatari, May. 2016. [En línea]. Disponible: <https://gidahatari.com/ih-es/tutorial-para-descargar-imagenes-satelitales-de-elevacion-aster-de-nasa-earthdata>

imágenes pueden ser: GeoTIFF, hdf, map, NetCDF. Es una herramienta que no permite previsualizar las imágenes, y se debe guardar para posteriormente observar, puede ser considerada como difícil de manejar en casos donde no se sepa exactamente que se busca debido a la cantidad de colecciones que pueden llegar a coincidir con los criterios de búsqueda [88].

h) Landsat Viewer

La herramienta Landsat Viewer fue desarrollada por EOS Inc. Esta permite gestionar y descargar imágenes satelitales. Desde el visor se puede obtener las imágenes de satélite más actuales de Landsat 7-8, Sentinel-1 y 2, CBERS-4, MODIS, datos aéreos del NAIP u obtener imágenes de satélite históricas de Landsat 4-5. Además, permite hacer análisis de datos, realizando 20 combinaciones de bandas e índices predeterminados como NDVI, NBR, SAVI [89]. Es de visualización gratuita, pero para las descargas en alta resolución se debe cancelar un valor.

14) Lenguaje de programación

Para el año 2023 se estableció como lenguaje de programación más utilizado Python a nivel mundial Python según informa PYPL índice [90], con un 27,66%, seguidamente de Java (16,16%), JavaScript (9,44%), C# (6.79%), C++ (6,6%), entre otros. A continuación, se describen las características más importantes de cada uno:

a) Java

Es un lenguaje de programación que existe desde 1995. Desde su lanzamiento se ha convertido en uno de los lenguajes más populares debido a las ventajas que presenta, a diferencia de Python, Java es un lenguaje compilado por ello es considerado una de las opciones más rápidas, cuando se

[88] R. B. Reyes Atanacio, *Ventajas, desventajas, dificultades del uso del software para crear modelos digitales de terrenos y los usos en la industria minera, Escuela de Ingeniería de Minas*. [En línea]. Disponible: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-daniel-alcides-carrion/seguridad-minera/ventajas-desventajas-dificultades-del-uso-de-software-para-crear-modelos-digitales-y-los-usos-en-la-industria-minera/26836308>

[89] Geoinnova, *Imágenes satelitales gratuitas: principales sitios web de descarga, Geoinnova*, Jun. 2022. [En línea]. Disponible: <https://geoinnova.org/blog-territorio/imagenes-satelitales-gratuitas/>

[90] PYPL, *Popularidad PYPL del lenguaje de programación, Jun. 2023*. [En línea]. Disponible: <https://pypl.github.io/PYPL.html>

programa en lenguajes compilados como Java, la codificación se convierte directamente en código de máquina, se usa ampliamente en el desarrollo web, big data y desarrollo de aplicaciones para Android, también es útil para trabajar en microservicios y aplicaciones web de nivel empresarial, existen variedad de organizaciones que la utilizan para crear aplicaciones web, incluidas las de atención médica, educación, seguros e incluso departamentos gubernamentales, entre estos se encuentran actualmente la NASA, Google y Facebook [91].

b) C#

Es uno de los lenguajes más populares de la industria del software, cabecera de Microsoft, programación orientada a componentes, orientado a objetos. Con C# podemos desarrollar todo tipo de proyectos, desde programas de consola, servicios web, hasta programas de interfaz gráfica, todo bajo la plataforma .NET de Microsoft [92], Sus inicios se dan durante el desarrollo del .NET Framework, a manos de Anders Hejlsberg, quien formó un equipo para diseñar un nuevo lenguaje, su nombre está inspirado en una nota musical; a diferencia de C++ , es más sencillo, permite la introducción de comentarios XML, los cuales pueden pasar a ser un documento, las desventajas que se derivan de su uso pueden ser que se requiere una versión reciente de visual Studio .Net, por otra lado se debe tener algunos requerimientos mínimos del sistema para poder trabajar adecuadamente como contar con Windows NT 4 o superior, tener alrededor de 4 gigas de espacio libre para la pura instalación, etc. [93].

c) C++

Es un lenguaje diseñado por Bjarne Stroustrup en 1979 [94]. Lo interesante de este lenguaje es que permite la separación de un programa en módulos, lo que facilita la compilación independiente. Es usado para desarrollar aplicaciones como, por ejemplo: Navegadores, editores de textos,

[91] Coursera, *¿Es C++ o Python mejor para el desarrollo de software?*. [En línea]. Disponible: <https://www.developers.dev/tech-talk/es/technology/is-c-or-python-better-for-software-development.html>

[92] Desarrolladorweb, *C#*. [en línea]. Disponible: <https://desarrolloweb.com/home/c#:~:text=C%23%20es%20uno%20de%20los,aunque%20principalmente%20orientado%20a%20objetos>.

[93] Abundiz, *Ventajas de C# y desventajas*, Sep. 2009. [En línea]. Disponible: <http://programacionlabundiz.blogspot.com/2009/09/ventajas-del-c-y-desventajas.html>

[94] C. Herrera, *Ventajas y desventajas de usar C++ en la programación web*, Nov. 2020. [En línea]. Disponible: <https://blogueropro.com/blog/ventajas-y-desventajas-de-usar-c-en-la-programacion-web>

gestores de datos, sistemas operativos, entre otros; su biblioteca soporta funciones , objetos, listas, colas, pilas, vectores, arreglos, etc. Entre las ventajas que presenta está el alto desempeño: donde se caracteriza por su eficiencia al momento de realizar llamadas directas al sistema operativo; también actualización permanente, a pesar de tener más de 40 años desde que apareció, la comunidad lanza periódicamente mejoras al núcleo; es multiplataforma, lo que significa que es un lenguaje de programación que se ejecuta en software y hardware, permitiendo desarrollar aplicaciones que funcionen en diferentes plataformas como Windows, Linux, Mac, etc., por ello es generalmente usado en empresas que crean aplicaciones móviles que funcionan en navegadores web; otra característica es que es multiparadigma ya que permite diseñar programas que agilizan el procesamiento de las imágenes, además es muy efectivo para elaborar gráficos estadísticos, por eso su uso en la industria de juegos online, consolas, etc., ya que contribuyen a que los programas se ejecuten en cualquier dispositivo de manera eficiente; ahora bien, las desventajas que presenta pueden ser que para aprender a programar se necesita estudiar a profundidad, lo cual tomará un tiempo considerable, y primero se debería aprender a programar en lenguaje C; no es muy usable en lenguaje de diseño de sitios web aunque muchos estén hechos con este, en el apartado de elaboración de páginas web no es inteligente usarlo como opción, sobre todo cuando se trabaja de la mano con Frontend [95]. A diferencia de Python la sintaxis es más compleja, además las pruebas y depuración son más difíciles [96].

d) JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación ligero, basado en prototipos, multiparadigma, de un solo hilo, dinámico, con soporte para programación orientada a objetos, imperativa y declarativa (por ejemplo, programación funcional) [97]. No se debe confundir Java aunque sean marcas registradas por Oracle de los Estados Unidos y otros países, ambos presentan sintaxis diferente, semántica y usos muy diferentes, entre los cuales esta hacer páginas web interactivas, actualizar fuentes de redes sociales a mostrar animaciones y mapas interactivos, en pocas palabras se encargan de

[95] C. Herrera, *Ventajas y desventajas de usar C++ en la programación web*, Nov. 2020. [En línea]. Disponible: <https://blogueroopro.com/blog/ventajas-y-desventajas-de-usar-c-en-la-programacion-web>

[96] Studocu, *Diferencia entre Python y C++ para sus clases*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. [En línea]. Disponible: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-honduras/programacion-i/diferencia-entre-python-y-c-para-sus-clases/25359249>

[97] Mozilla, *JavaScript*. [En línea]-. Disponible: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>

mejorar la experiencia del usuario en un sitio web, por ejemplo, al navegar por Internet, en cualquier momento en el que vea un carrusel de imágenes, un menú desplegable “click-to-show” (clic para mostrar), o cambien de manera dinámica los elementos de color en una página web, estará viendo los efectos de JavaScript (anteriormente las páginas eran estáticas) [98]. Entre las limitaciones que presenta está el no permitir al programador definir el tipo de variables, lo cual hace que dicha variable almacene cualquier tipo de información durante su ejecución, esto generalmente trae consigo problemas a la hora de programar y errores en el código [99].

e) *Python*

Guido Van Rossum presentó en el año 1991 a Python, que es un lenguaje de programación de alto nivel, utilizado para desarrollar aplicaciones de todo tipo [100]. A diferencia de otros lenguajes como Java o .NET, se trata de un lenguaje interpretado, es decir, que no es necesario compilarlo para ejecutar las aplicaciones escritas en Python, sino que se ejecutan directamente por el ordenador utilizando un programa denominado interpretador, por lo que no es necesario “traducirlo” a lenguaje máquina [101], es más simple que C++ y Java; es más fácil de depurar y escribir, se puede integrar con C, C++ y Java[102], es gratis, es independiente de la plataforma al igual que Java lo que significa que puede usar varias plataformas incluidas MacOS, Windows y Linux, solo necesitara un intérprete para la plataforma; entre las desventajas está la velocidad, ya que trabaja más lento que otros lenguajes como C++ [103], otra es que utiliza demasiada memoria para trabajar, lo cual podría traer consigo problemas para trabajar, además, no es un nativo móvil, lo que indica que se puede utilizar para fines móviles pero no es adecuado ya que deberá esforzarse más para encontrar bibliotecas que brinden un marco necesario, algunos ejemplos que se pueden

[98] AWS Amazon, *¿Qué es JavaScript?*. [En línea]. Disponible: <https://aws.amazon.com/es/what-is/javascript/#:~:text=JavaScript%20es%20un%20lenguaje%20de,usuario%20de%20un%20sitio%20web>.

[99] Ídem.

[100] Developers, *Python vs. Java: ¿Cuál debo aprender?*, *Desarrollo*, May. 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.developers.dev/tech-talk/es/technology/is-c-or-python-better-for-software-development.html>

[101] Universidad de Santander. *¿Qué es y para qué sirve Python?*, *Becas Santander*. [En línea]. Disponible: <https://www.becas-santander.com/es/blog/python-que-es.html>

[102] Developers, *¿Es C++ o Python mejor para el desarrollo de software?*. [En línea]. Disponible: <https://www.developers.dev/tech-talk/es/technology/is-c-or-python-better-for-software-development.html>

[103] Ídem.

incluir son Kivy que le permite usar la misma API para crear aplicaciones y software móviles que puede ejecutar en Raspberry PI, Linux y Windows [104].

15) Anaconda

Anaconda es una de las mejores distribuciones de Python. Es una interfaz gráfica de escritorio disponible para Windows, macOS y Linux; incluida en la Anaconda Distribution que te permite lanzar aplicaciones y gestionar fácilmente los paquetes, entornos y canales, entre sus funciones se destacan: procesar grandes volúmenes de información, realizar un análisis predictivo, ejecutar cómputos científicos [105]. Es de código abierto; facilita la escritura de algoritmos complejos, cuenta con soporte para computación de alto rendimiento. Anaconda permite instalar versiones anteriores de Python lo cual es necesario para utilizar librerías las cuales ya no existen en las versiones más recientes, esto fue de vital importancia debido a que una de las librerías utilizada (Gdal) esta como tal en la versión 3.6.13 la cual es una versión desactualizada de Python por ende anaconda permitió trabajar con esta versión anterior de una manera eficiente.

16) GDAL

GDAL “es una Biblioteca de software centrada en la traducción de formatos de datos geoespaciales ráster y vectoriales que se publica bajo una licencia de código abierto al estilo MIT por la Open Source Geospatial Foundation. Como biblioteca, presenta un modelo de datos abstracto ráster único y un modelo de datos abstracto vectorial único a la aplicación de llamada para todos los formatos compatibles. También viene con una variedad de utilidades de línea de comandos útiles para la traducción y el procesamiento de datos” [106]. Dicho en otras palabras, GDAL permite leer y extraer la información sobre la ubicación con características o atributos de las imágenes satelitales del Landsat 8, tales como latitud, longitud, bandas y temperatura, también permite leer las fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados entre otras funciones.

[104] Coursera, *Python vs. Java: ¿Cuál debo aprender?*. [En línea]. Disponible: <https://www.coursera.org/articles/python-vs-java>

[105] Ticjob, *¿qué es anaconda?*, 2011. [En línea]. Disponible: <https://blog.ticjob.es/descubre-que-es-anaconda/>

[106] GDAL documentation, [En línea]. Disponible: <https://gdal.org/>

El tipo ráster contiene cuadrículas, las cuales son Pixeles del mismo tamaño en metros y dichos pixeles contienen un color por cada píxel.

El tipo vector, se refiere a polígonos discretos, es decir que se puede proporcionar el paisaje real delimitando donde empieza y donde termina cada unidad.

17) Flask

Flask es un framework que permite desarrollar aplicaciones web de forma sencilla, está especialmente guiado para desarrollo web fácil y rápido con Python. Una de sus características a destacar es el potencial de instalar extensiones o complementos acorde al tipo de proyecto que desarrollarás. Sólo instalas las funcionalidades que en realidad vayas a utilizar [107]. Flask permite crear aplicaciones web velozmente y con un mínimo número de líneas de código, esto lo hace eficiente al ser utilizado en el desarrollo de un proyecto. Una de sus características más útiles es que tiene un depurador y soporte integrado para poder aplicar pruebas unitarias, esto quiere decir que, si hay algún inconveniente o error en el código que se está creando, se puede depurar ese error y también se pueden ver los valores de las variables en tiempo real. Asimismo, puede utilizar el modelo MVC (Modelo Vista Controlador) para crear páginas dinámicas.

Flask es excelente ya que al instalarlo trae las funciones básicas, pero permite instalar más funcionalidades dependiendo de lo que se requiera al momento de crear la página web. Quizás el más usado sea Django, pero Flask posibilita crear páginas web igual de complejas, pero de una manera más fácil ya que es escalable o dicho de otra forma se puede adaptar.

18) Sistema gestor de base de datos

Normalmente, una base de datos está controlada por un sistema de bases de datos (DBMS) [108]. Dicho en distintas palabras, una base de datos necesita una herramienta la cual sirva para administrar su información. Esto significa que por medio de este programa se puede utilizar, configurar eliminar, modificar, agregar y extraer información almacenada.

[107] PLATZI, [En línea]. Disponible: <https://platzi.com/>

[108] ORACLE. *Base de datos definida*, 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.oracle.com/co/database/what-is-database/>

El Sistema gestor de base de datos está conformado por tablas, las cuales contienen filas y columnas para almacenar datos de un mismo contexto que se encuentran sistemáticamente almacenadas para su posterior uso. Las tablas en las bases de datos relacionales constan de unas relaciones que pueden ser: Uno a uno, uno a muchos y muchos a muchos que contiene una llave primaria única y está, a su vez, garantiza la integridad de los datos estructurados y organizados para conformar un sistema de base de datos.

Estos datos son administrados por usuarios mediante una interfaz que permite la conexión a los datos y la manipulación de los datos como, por ejemplo: insertar, eliminar y actualizar además de poder realizar consultas, ordenar y de selección.

19) Metodología tradicional

Según Pressman [109], las metodologías tradicionales se las conoce como modelos de proceso prescriptivo, y fueron planteadas originalmente para poner orden en el caos del desarrollo de software que existía cuando se empezó a generar masivamente. La historia revela que estos modelos tradicionales que fueron presentados en la década de los 60, dieron cierta estructura útil al trabajo de la Ingeniería de software y constituyen un mapa razonablemente eficaz para los equipos de desarrollo. En las metodologías tradicionales se concibe al proyecto como uno solo de grandes dimensiones y estructura definida; el proceso es de manera secuencial, en una sola dirección y sin marcha atrás; el proceso es rígido y no cambia; los requerimientos son acordados de una vez y para todo el proyecto, demandando grandes plazos de planeación previa y poca comunicación con el cliente una vez ha terminado ésta [110].

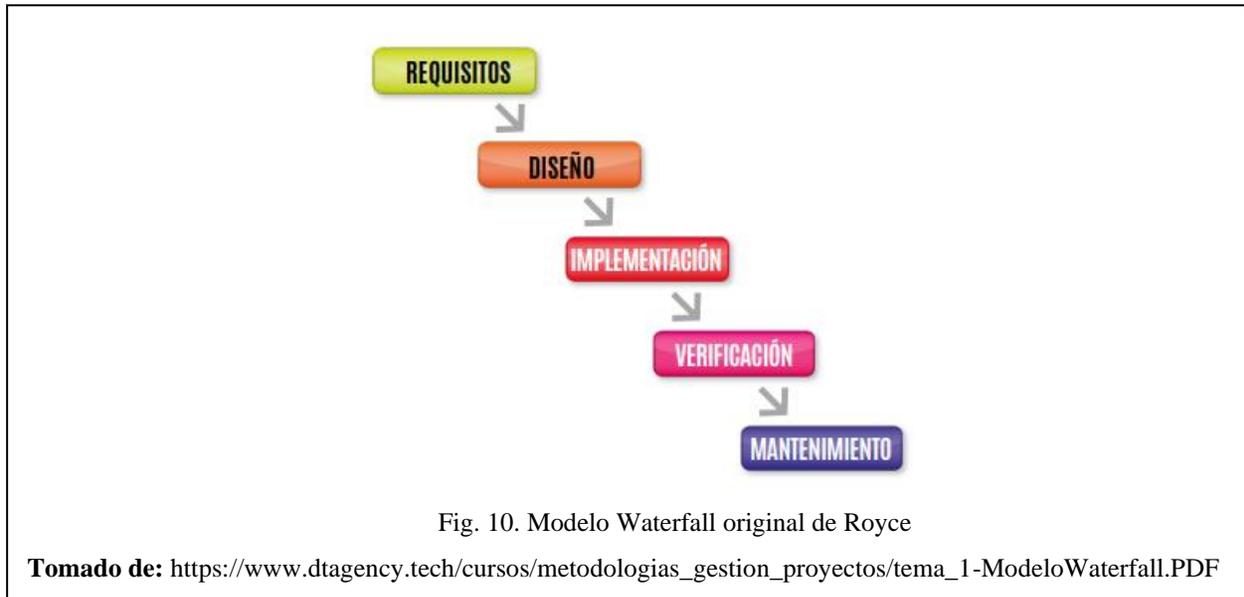
20) Metodología Waterfall

Según Nuria Estruga la metodología Waterfall o también llamada cascada, es una de las formas tradicionales de desarrollar proyectos, siguiendo diferentes secuencias. Se empieza siempre con la

[109] R. S. Pressman, *Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico*, 7a Ed., México, The McGraw-Hill, 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.javier8a.com/itc/bd1/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>

[110] R. S. Pressman, *Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico*, 7a Ed., México, The McGraw-Hill, 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.javier8a.com/itc/bd1/ld-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>

fase de análisis y diseño del proyecto, seguido por la implementación, la verificación y mantenimiento. No se puede comenzar la fase del diseño sin antes haber terminado los requisitos, por lo tanto, Waterfall se proyecta bajo la filosofía del paso a paso, implementando en cada una de sus fases bloques de tareas [111].



21) Fases de la metodología Waterfall

Para entender mejor el funcionamiento de la metodología Waterfall aplicado a proyectos de ingeniería de software es necesario dividir el modelo en 6 etapas, las cuales son:

a) *Análisis de requisitos del sistema y software*

A partir de consultas con los usuarios, se analiza qué servicios, restricciones y metas del sistema existen. Se detallan y se utilizan como base de la que partir.

b) *Diseño*

[111] N. Estruga. *Diferencias entre la metodología Waterfall y Agile en proyectos*, EALDE Business School, 2010. [En línea]. Disponible: <https://www.ealde.es/metodologia-Waterfall-y-agile/>

Se establece la arquitectura completa del sistema y, a grandes rasgos, se describen las partes que deben formar el producto o servicio final.

c) *Implementación y testing de unidades*

Se ejecuta el software como un conjunto o unidad de programas para verificar que cada unidad cumpla con su especificación.

d) *Integración y testing del sistema*

Cada una de las partes del software que forman el producto final se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que cumple con todos los requisitos. Tras esta etapa, el producto o servicio se entrega al cliente.

e) *Mantenimiento*

Suele tratarse de la fase más larga del ciclo de desarrollo. Se instala el sistema y se pone en marcha. A partir de este punto, el desarrollo se centra en la corrección de errores no descubiertos en las etapas anteriores, en mejorar el sistema y adaptar sus servicios si aparecen nuevos requerimientos [112].

22) *Linux*

Según Josep Jorba Esteve [113], es un sistema operativo de código abierto, cualquiera puede acceder, estudiarlo, modificarlo, corregir errores, adaptarlo o añadir más prestaciones. “Normalmente, el software puede obtenerse libremente o por una módica cantidad de gastos de empaquetamiento, distribución y valores añadidos. Lo cual no quita que el software pueda ser distribuido comercialmente a un determinado precio fijo. No depende de una única opción o

[112] *Metodologías de Gestión de Proyectos*, dtagency.tech. [En línea]. Disponible: https://www.dtagency.tech/cursos/metodologias_gestion_proyectos/tema_1-ModeloWaterfall.PDF.

[113] J. Jorba Esteve, *Introducción al sistema operativo GNU/Linux*, Openaccess, 2010. [En línea]. Disponible: https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/61286/1/Administración%20de%20sistemas%20GNU_Linux_Módulo1_Introducción%20al%20sistema%20operativo%20GNU_Linux.PDF

fabricante, lo cual significa que evita monopolios, resultando importante cuando se trata de empresas u organizaciones que no pueden acatar una sola solución y depender de ella exclusivamente, además no se basa en la ocultación de información, sino en la comparación del conocimiento para lograr procesos de forma más rápida, con mejor calidad, ya que las elecciones tomadas están basadas en el consenso” [114].

C. Variables de estudio

1) Dependientes

- Conjunto de datos
- Imágenes

2) Independiente

- Sistema

D. Definición nominal de variables

1) Conjunto de datos

Información dispuesta de manera adecuada para su tratamiento por una computadora [115].

2) Imágenes

Reproducción de la figura de un objeto por la combinación de los rayos de luz que proceden de él [116].

3) Sistema

[114] J. Jorba Esteve, *Introducción al sistema operativo GNU/Linux*, Openaccess, 2010. [En línea]. Disponible: https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/61286/1/Administración%20de%20sistemas%20GNU_Linux_Módulo1_Introducción%20al%20sistema%20operativo%20GNU_Linux.PDF

[115] Real academia española. *Dato*, [En línea]. Disponible: <https://dle.rae.es/dato>

[116] Real academia española. *Imagen*, [En línea]. Disponible: <https://dle.rae.es/imagen>

Dispositivo aislado o conjunto de dispositivos interconectados o relacionados entre sí, cuya función, o la de alguno de sus elementos, sea el tratamiento automatizado de datos en ejecución de un programa [117].

E. Definición operativa de las variables

4) Conjunto de datos

Los conjuntos de datos están conformados por las imágenes satelitales de Landsat 8 que contienen una serie de parámetros tales como el nombre, la fecha, latitud, longitud, bandas de la 1 a la 9 y la temperatura.

5) Imágenes satelitales

Las imágenes satelitales están comprimidas en un archivo.tar.gz el cual internamente guarda bastantes imágenes tomadas de una misma zona en un mismo momento, pero con la diferencia del espectro electromagnético.

F. Formulación de la hipótesis

1) Hipótesis de investigación

El sistema de reflectancia permite la extracción de datos necesario para determinar con precisión a través del tiempo, el deterioro de la cobertura vegetal a raíz de la expansión de la frontera agrícola caso Santuario de Flora y Fauna Galeras a través de un conjunto de imágenes espectrales de Landsat 8.

2) Hipótesis nula

[117] Real academia española. *Sistema informático*, [En línea]. Disponible: <https://dpej.rae.es/lema/sistema-inform%C3%A1tico#:~:text=Dispositivo%20aislado%20o%20conjunto%20de,23%20de%20noviembre%20de%202001>).

El sistema de reflectancia no permite la extracción de datos necesario para determinar con precisión a través del tiempo, el deterioro de la cobertura vegetal a raíz de la expansión de la frontera agrícola caso Santuario de Flora y Fauna Galeras a través de un conjunto de imágenes espectrales de Landsat 8.

3) *Hipótesis alternativa*

El sistema de reflectancia permite conformar un conjunto de datos para la predicción de la cobertura vegetal caso santuario de flora y fauna Galeras a través de un conjunto de imágenes satelitales de Landsat 8.

III. METODOLOGÍA

A. *Paradigma*

El paradigma propuesto para esta investigación es el denominado positivista, el cual según el autor Armando Quijano hace referencia:

Al conocimiento científico caracterizado por ser: real, útil, cierto, preciso y relativo, en contraste con el conocimiento negativo (quimérico, inútil, falso, vago y absoluto), propio de toda práctica ajena a la ciencia. Esta escuela de pensamiento considera que la realidad tiene existencia objetiva y que es posible su conocimiento a través de la observación, la experimentación y la razón [118].

B. *Enfoque*

El enfoque del proyecto es cuantitativo, Su proceso de investigación se concentra en las mediciones numéricas. “Utiliza la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder sus preguntas de investigación. Este enfoque utiliza los análisis estadísticos y se

[118] Q. V, Armando José. *Guía de investigación cuantitativa*, 2009. [En línea]. Disponible: http://repositorio.unicesmag.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/17/guia_de_investigacion_cuantitativa.PDF?sequence=3&isAllowed=y

da a partir de la recolección, la medición de parámetros, la obtención de frecuencias y estadígrafos de población” [119, p.3].

C. Método

Es el científico, generalmente definido como el camino a seguir mediante una serie de operaciones, reglas y procedimientos fijados de antemano de manera voluntaria y reflexiva para alcanzar un determinado fin conceptual o material. “En la Ciencia, se entiende por método al conjunto de procesos que el hombre debe utilizar en la investigación y demostración de la verdad” [120, 1].

D. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo correlacional, la cual sirve como base para determinar el nivel de relación entre las variables de estudio que se han visto afectadas con el paso del tiempo, como es el caso de la de cobertura vegetal y frontera agrícola.

E. Diseño de la investigación

Esta investigación tendrá como diseño preexperimental, conocer y analizar los datos previos de la cobertura vegetal y expansión agrícola para poder llevar a cabo el desarrollo de esta. Teniendo en cuenta la siguiente formula:

G: 01 X 02

G: Grupo de imágenes.

01: Prueba.

X: Intervención.

02: Posprueba.

F. Población

[119] O. O., Alfredo. *Enfoques de investigación*, researchgate, p.1-85, Colombia, 2018. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION

[120] G. C., Mauro. *Metodología de la investigación*. Universidad CESMAG. 1999. p.1-95.

La población objeto de estudio para esta investigación corresponde a 333 imágenes recolectadas por el satélite Landsat 8 de la Nasa, tomadas desde el 1 de abril de 2013 hasta el 29 de diciembre de 2021, del sitio turístico santuario de flora y fauna Galeras.

G. Muestra

La muestra que se tendrá en cuenta para este proyecto de investigación fueron 21 imágenes satelitales, con una probabilidad de ocurrencia de 0,95 y un nivel de confianza de 95%, con un error de estimación de 9%, todo esto puede observarse en la figura 6:

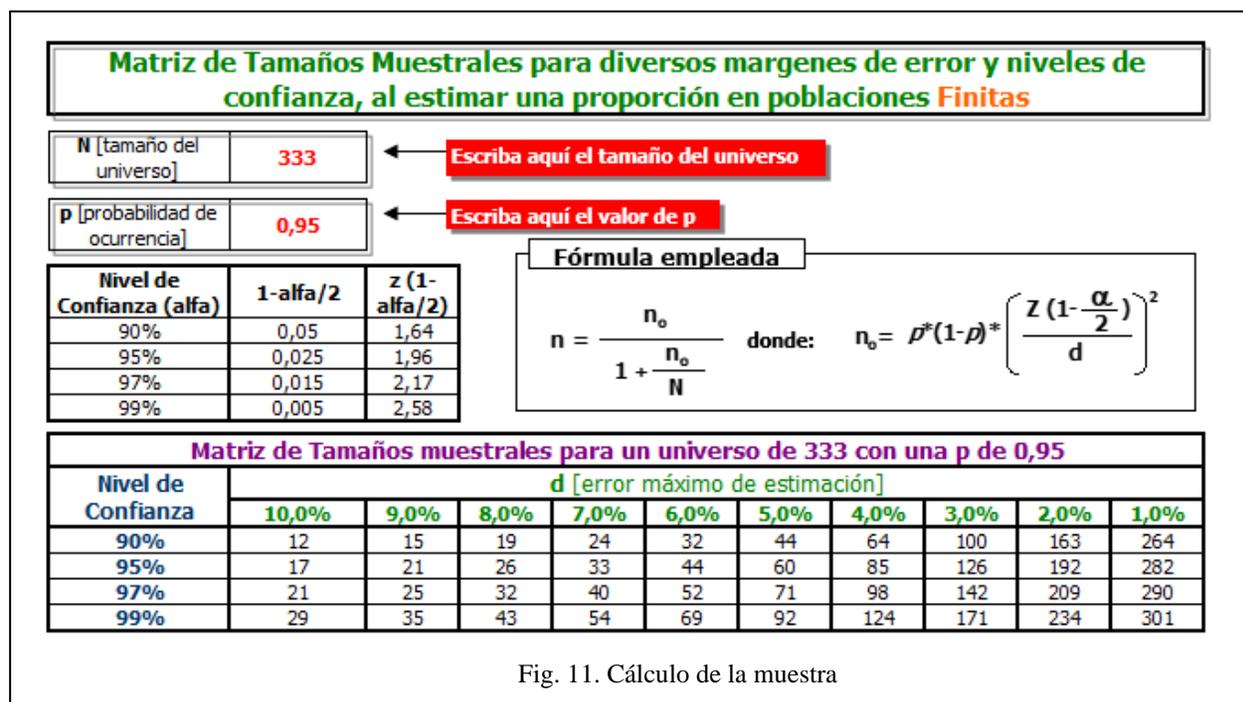


Fig. 11. Cálculo de la muestra

H. Técnica de recolección de la información

Teniendo en cuenta la disponibilidad de las imágenes satelitales en el servidor, se procedió a usar la técnica de observación directa [121], la cual permitió clasificarlas considerando ciertos criterios como: cobertura de nubes, luminosidad, vegetación presente y extensión de la zona urbana. Para

[121] C. A. Monje Álvarez, *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*, Neiva, p.1-217, 2011. [En línea]. Disponible: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.PDF>

mejorar la visualización de las imágenes satelitales se usó la corrección atmosférica donde se pretende disminuir la neblina, presencia de nubes u otro efecto adverso dentro de estas.

I. Validez de las técnicas de recolección de información

Se realizó una bitácora la cual tiene en su totalidad todos los datos, y para la validación de esta se contó con el apoyo del ingeniero de sistemas José María Muñoz Botina, especialista en redes y magíster en educación, quien ha asesorado varios proyectos en la línea de investigación en sistemas de información geográfica.

J. Confiabilidad de las técnicas de recolección

La confiabilidad de la técnica de recolección corresponde a la realización de una prueba piloto en el diligenciamiento de la bitácora de las imágenes obtenidas de los satélites, con el fin de determinar la consistencia de los datos.

K. Instrumentos de recolección de información

Una vez obtenidos los parámetros básicos se diseñó una bitácora en Excel como instrumento de recolección de información, la cual sirve para guardar el comportamiento de los satélites en el área de investigación, registrando hora, fecha, código y número del satélite; dicha bitácora también permitirá introducir información que se considere necesaria para la investigación, la tabla de registro se presenta en el anexo a, al final del documento.

VI. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo del documento, se muestran la ejecución de cada uno de los objetivos específicos planteados del presente proyecto de investigación, basándonos en la metodología Waterfall para la ejecución del cuarto objetivo específico el cual consiste en crear una plataforma web para gestionar imágenes satelitales de Landsat 8, base de datos PostgreSQL y generar archivos de reflectancia.

A. Implementación de metodología Waterfall

Debido a que se tiene claro los requisitos para la puesta en marcha del proyecto y el análisis realizado, se optó por apoyarse en la metodología Waterfall tradicional. Esta consiste en un llevar un proceso secuencial de orden y linealmente para la gestión de proyectos, a su vez, esta metodología se encuentra dividida en 5 fases según el modelo original de Royce y de esta manera permite tener un control de cada fase de entregables específicos fiel a su filosofía de ninguna fase empieza hasta que haya concluido la anterior [122].

1) Análisis de requisitos del sistema

El análisis de requisitos realizado para la creación de la plataforma web basada en Linux fue el siguiente:

- Se trabajó con el sistema operativo Ubuntu v 22.04 lts (Distribución Debian).
- se necesitó el uso de anaconda v 4.12.0 el cual nos permite aplicar ciencia de datos llegando hacer la suite más completa en Python. Además de contener todas las librerías y los IDE adecuados para el sistema.
- Como editor de código se trabajó con Visual Studio Code v 1.13.1 el cual es de fácil uso y de código libre.
- Como lenguaje de programación fue necesario utilizar Python v 3.6.13 para el desarrollo de la aplicación web, debido a que Python tiene una mayor extensión de módulos que pueden ser

[122] Lucidchart, *Análisis del modelo de cascada para la gestión de tus proyectos, Intelligent Diagramming*. [En línea]. Disponible: <https://www.lucidchart.com/blog/es/metodologia-gestion-proyectos-cascada>

ocupados en diferentes áreas; este cuenta con librerías tales como numpy, osgeo, gdal entre otras las cuales permiten trabajar con datos de tipo ráster y vectorial. Además de ser necesarias para la extracción de los datos de las imágenes satelitales del Landsat 8.

Python permite trabajar de una manera más eficiente puesto que al procesar una gran cantidad de datos, este tiene una velocidad de procesamiento constante a diferencia de otros lenguajes de programación los cuales su velocidad varía dependiendo de la cantidad de datos que deban procesar. Por ende, Python cumple los requisitos mencionados con anterioridad a diferencia de java, JavaScript, c# y c++ entre otros los cuales comúnmente son más eficientes en procesar una menor cantidad de datos al ser más rápidos en dicha tarea.

- Para la creación de la plataforma web fue necesario utilizar Flask es un “micro” Framework escrito en Python y concebido para facilitar el desarrollo de Aplicaciones Web bajo el patrón MVC [123].
- Para el almacenamiento de los datos fue necesario utilizar PostgreSQL, el cual nos permite administrar la información de los usuarios y de los datos de reflectancia de las imágenes satelitales de Landsat 8, PostgreSQL ofrece una velocidad de respuesta lenta para bases de datos pequeñas, a diferencia de MySQL que es más rápida. Pero, en ambientes con un número elevado de datos y consultas complejas donde la integridad de los datos sea muy importante PostgreSQL garantiza mejores resultados.

[123] J. D. Muñoz, *Qué es Flask y ventajas que ofrece*, OpenWebinars.net, Nov. 17, 2017. [En línea]. Disponible: <https://openwebinars.net/blog/que-es-flask/>

2) *Análisis de requisitos del software*

A continuación, se describen los requerimientos funcionales y no funcionales para la realización de la plataforma web.

TABLA II. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Código	Descripción	Prioridad
RF01	Registrarse en el sistema con sus datos personales.	Alta
RF02	Ingresar al sistema con su correo y contraseña.	Alta
RF03	Cargar imágenes satelitales de Landsat 8 en formato tar.gz	Alta
RF04	Procesar la reflectancia de las bandas de espectro electromagnético de las imágenes satelitales.	Alta
RF05	Subir los datos de reflectancia a la tabla designada de la base de datos y generar archivo.CSV	Alta
RF06	Mostrar el listado de las imágenes satelitales del sistema y opción descargar.	Alta
RF07	Mostrar el listado de los archivos CSV de reflectancia de las imágenes satelitales y opción descargar.	Alta
RF08	Presentar tutorial del funcionamiento de la aplicación.	Alta

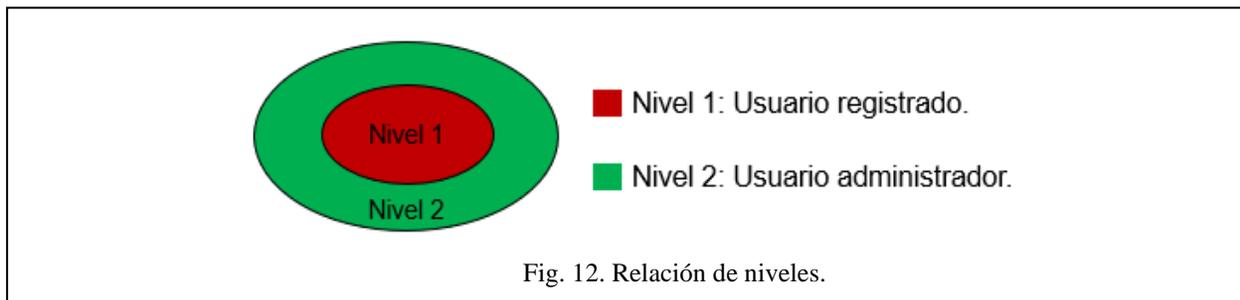
TABLA III. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Código	Requerimiento	Descripción
RNF01	Soporte	El sistema deberá ser compatible con Linux.
RNF02		El navegador Web cliente recomendado es Google Chrome.
RNF03	Restricciones de diseño	El tipo de plataforma WEB esta desarrollado en Debian, lenguaje de programación Python versión 3.6, versión del Visual Studio 2022 (Ubuntu 22.04LTS)
RNF04		El quipo servidor para la ejecución de la plataforma WEB deberá cumplir los siguientes requerimientos mínimos: 1 procesador Intel Core i7 11va generación de 2.30 GHZ, 8 GB de memoria RAM, conexión de la red 100Mbps y 1 HD 500 GB.
RNF05		El protocolo de comunicación con la plataforma WEB deberá ser HTTP.
RNF06		El motor de base de datos deberá ser PostgreSQL
RNF07		Para la conexión a la BD desde la aplicación, la cadena de conexión deberá estar en el archivo WEB.CONFIG, encriptado y empleando un algoritmo de encriptación
RNF08		EL formato de salida de los archivos de deberá ser .CSV
RNF09		Para los datos sensibles o confidenciales que se

		encuentran en la BD, se deberá emplear un método de encriptación
RNF10	Rendimiento	El tiempo de respuesta promedio para las operaciones involucradas es de 4 horas
RNF11	Usabilidad	El sistema debe pedir confirmación al usuario antes de eliminar un archivo cargado con anterioridad.
RNF12		Las interfaces deben contar con toolTips de ayuda para evitar que el usuario ingrese datos errados.
RNF13		En caso de presentarse alguna excepción, el sistema debe mostrar un mensaje de error que muestra la descripción del evento.

3) *Requisitos funcionales de usuarios*

Para la creación de este proyecto, se dispondrá inicialmente de 2 roles de usuario distintos (Usuario y administrador), cada uno con requisitos funcionales específicos. Así mismo, existirá un nivel de privilegios los cuales son: El primer nivel estará el usuario con privilegios para realizar funciones básicas de la plataforma web y en el siguiente nivel se encuentra el administrador con las funciones para gestionar usuarios, plataforma y base datos.



A continuación, se presentan los requisitos funcionales de cada usuario definidos en el proyecto.

4) Usuario registrado

El usuario previamente se debe registrar en la plataforma web mediante un formulario que solicita datos básicos para poder acceder a los requisitos funcionales:

- **Agregar archivos.**

Los usuarios registrados podrán agregar imágenes comprimidas en formato.tar.gz de Landsat 8 a la plataforma web, mediante el módulo correspondiente.

- **Procesar archivos.tar.gz**

La plataforma web, dispondrá de una funcionalidad para procesar dichos archivos comprimidos en formato.tar.gz, almacenados en el servidor, para enviar la información a la base de datos de PostgreSQL.

- **Descargar archivos.tar.gz**

Los usuarios autenticados podrán ver el nombre de los archivos anteriormente subidos al servidor y contarán con una funcionalidad para descargar dichos archivos en formato.tar.gz, por individual los cuales estarán almacenados y disponibles en la plataforma web.

- **Descargar archivos .CSV**

Los usuarios autenticados contarán con una funcionalidad para descargar los archivos en formato .CSV creados por cada uno de los archivos procesados y posteriormente visualizarlos.

5) Usuario administrador

El administrador será el encargado de gestionar la tabla de usuarios y tendrá los privilegios de acceder, eliminar, modificar y agregar usuarios a la tabla users de la base de datos, además de buscar usuarios específicos por medio del nombre.

- **Agregar usuarios.**

El administrador podrá crear usuarios de usuario directamente en la base de datos.

- **Modificar usuarios.**

El administrador podrá editar y actualizar la información de los usuarios registrados en la plataforma web.

- **Eliminar usuarios.**

El administrador podrá eliminar a usuarios de la tabla users.

6) *Diagramas de caso de uso*

A continuación, se muestran los casos de usos de cada usuario, según se detallaron en el apartado requisitos funcionales de usuario.

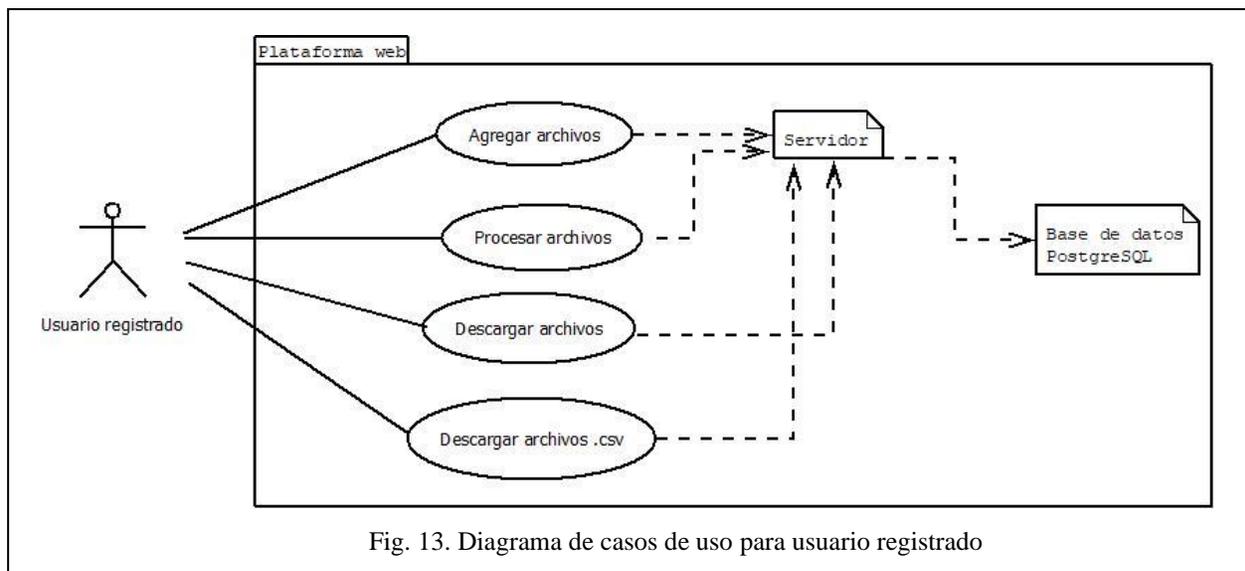


Fig. 13. Diagrama de casos de uso para usuario registrado

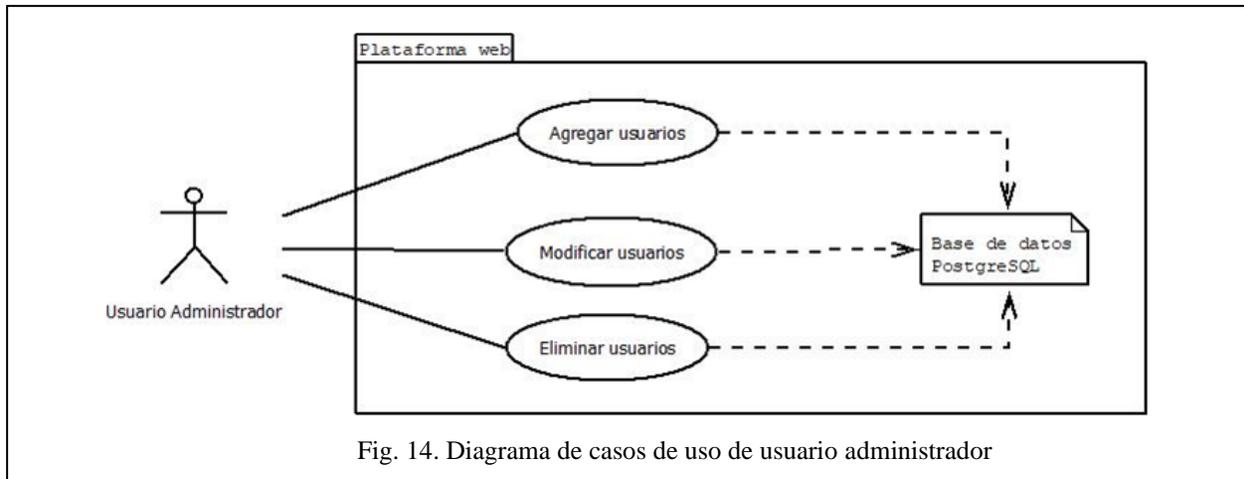


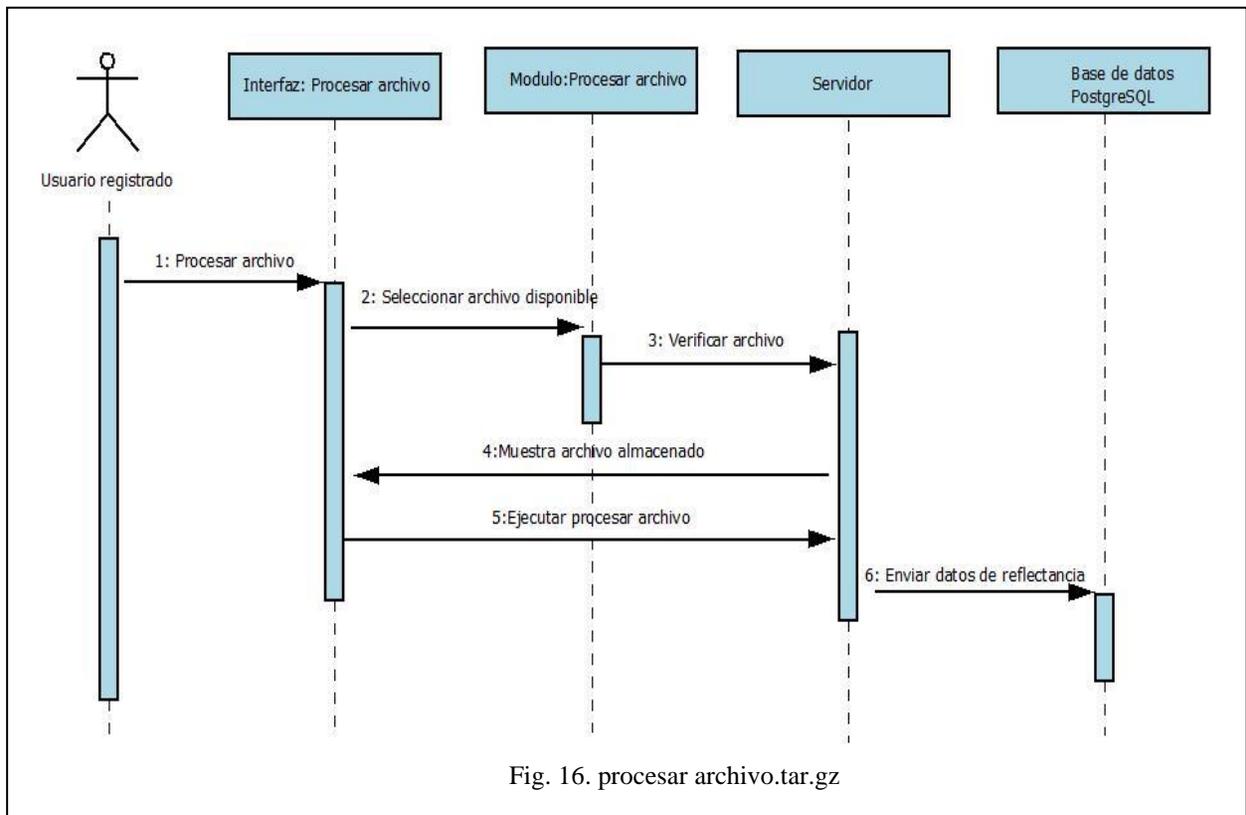
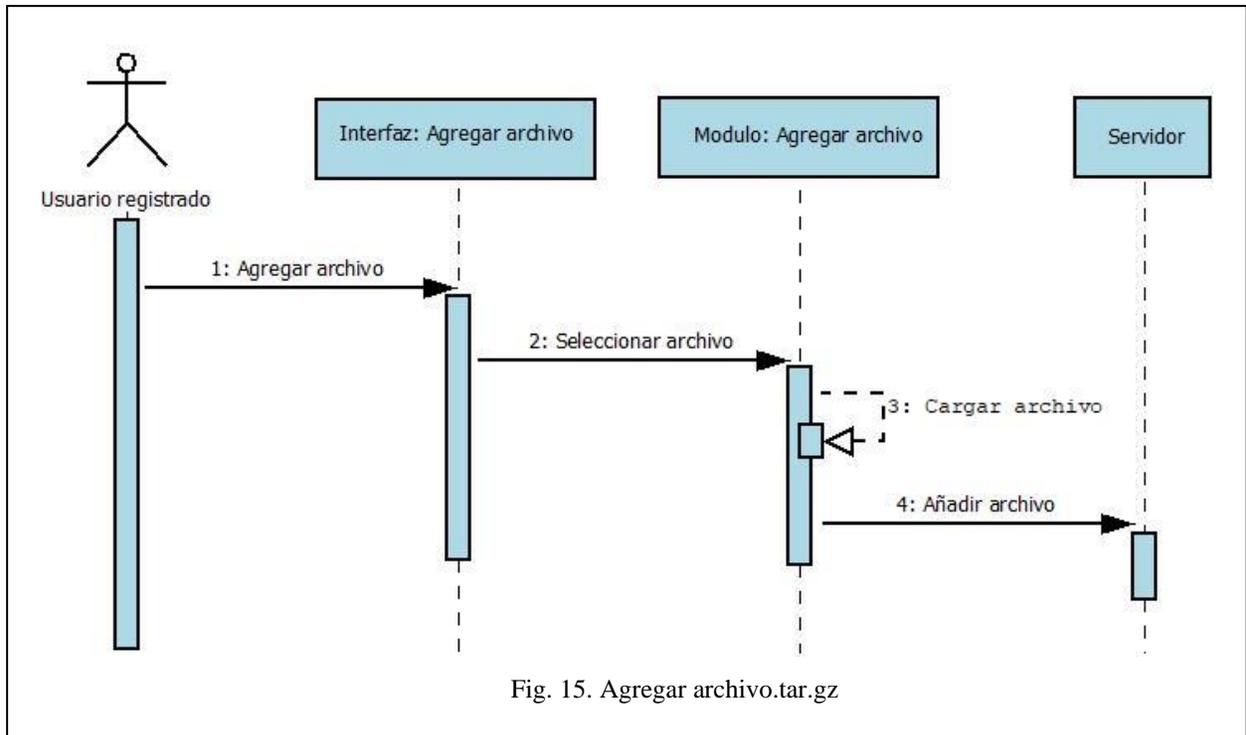
Fig. 14. Diagrama de casos de uso de usuario administrador

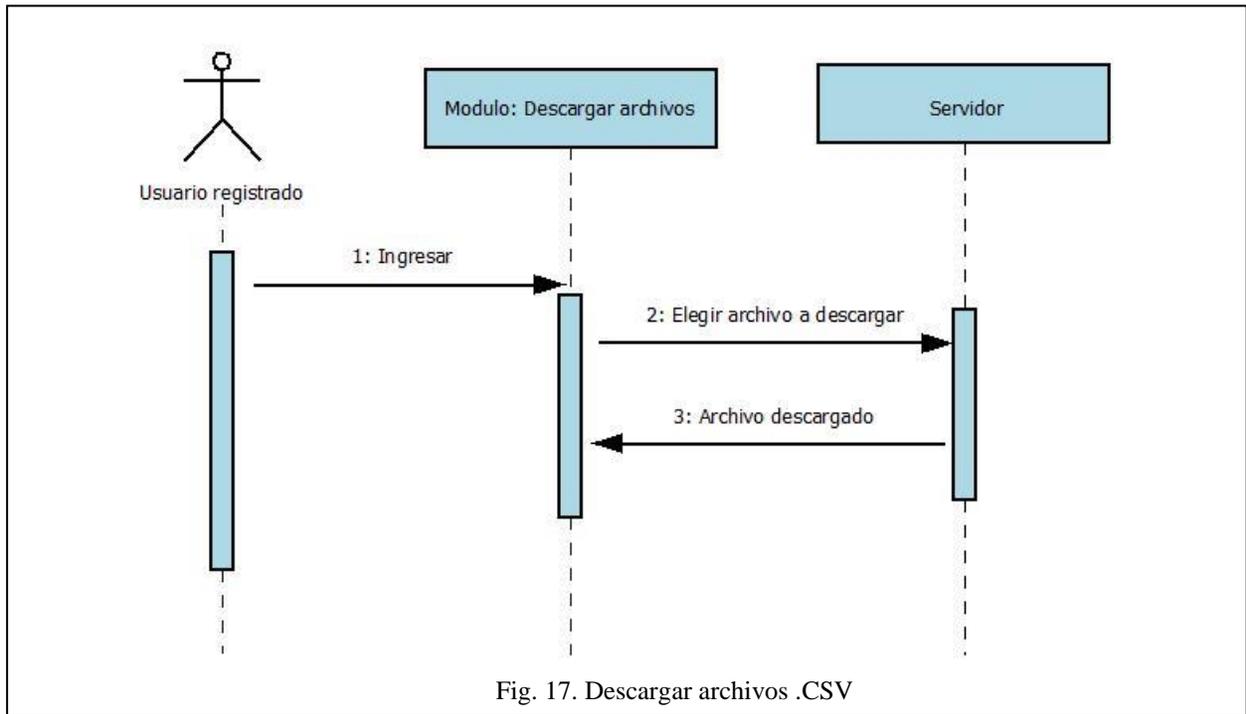
7) *Diagrama de secuencias.*

A continuación, se muestran los diagramas de secuencias para los requisitos funcionales más significativos de cada usuario según se han especificado en los requisitos funcionales de usuario y diagramas de casos de uso.

a) *Diagrama de secuencias para usuario registrado*

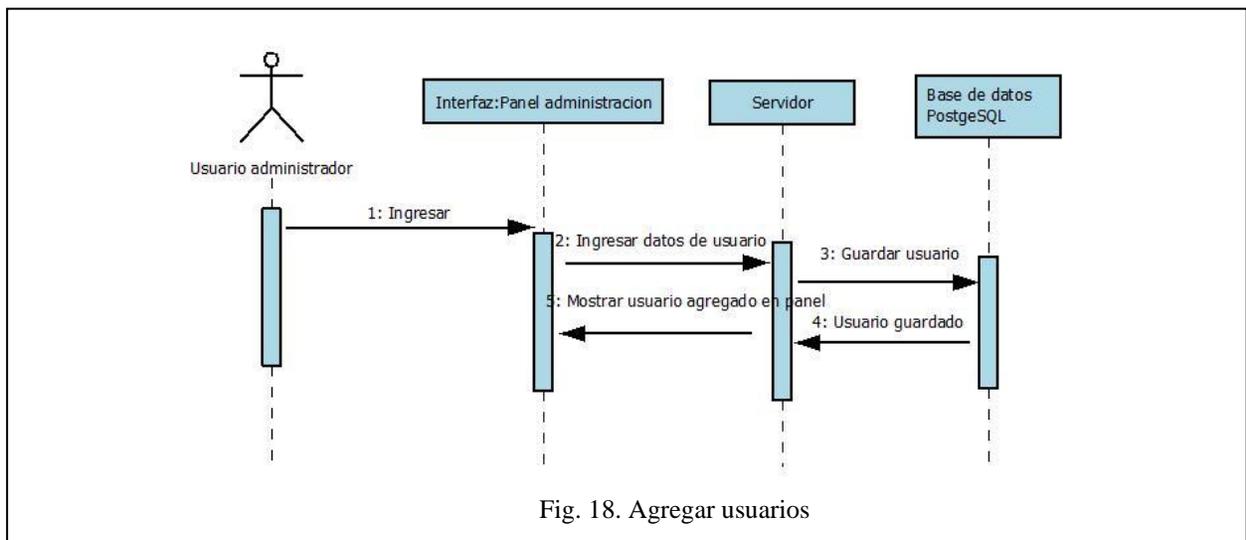
Las figuras 10, 11, 12 y 13 muestran los diagramas de secuencias correspondientes a las funciones de usuario registrado.

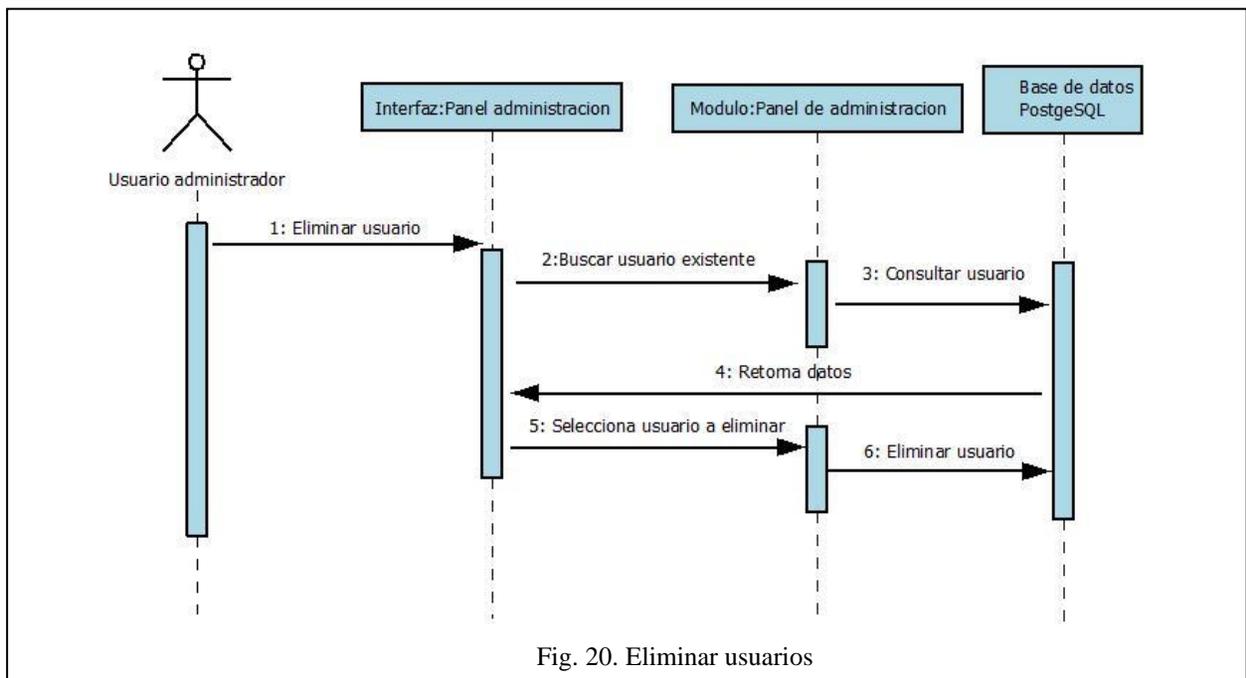
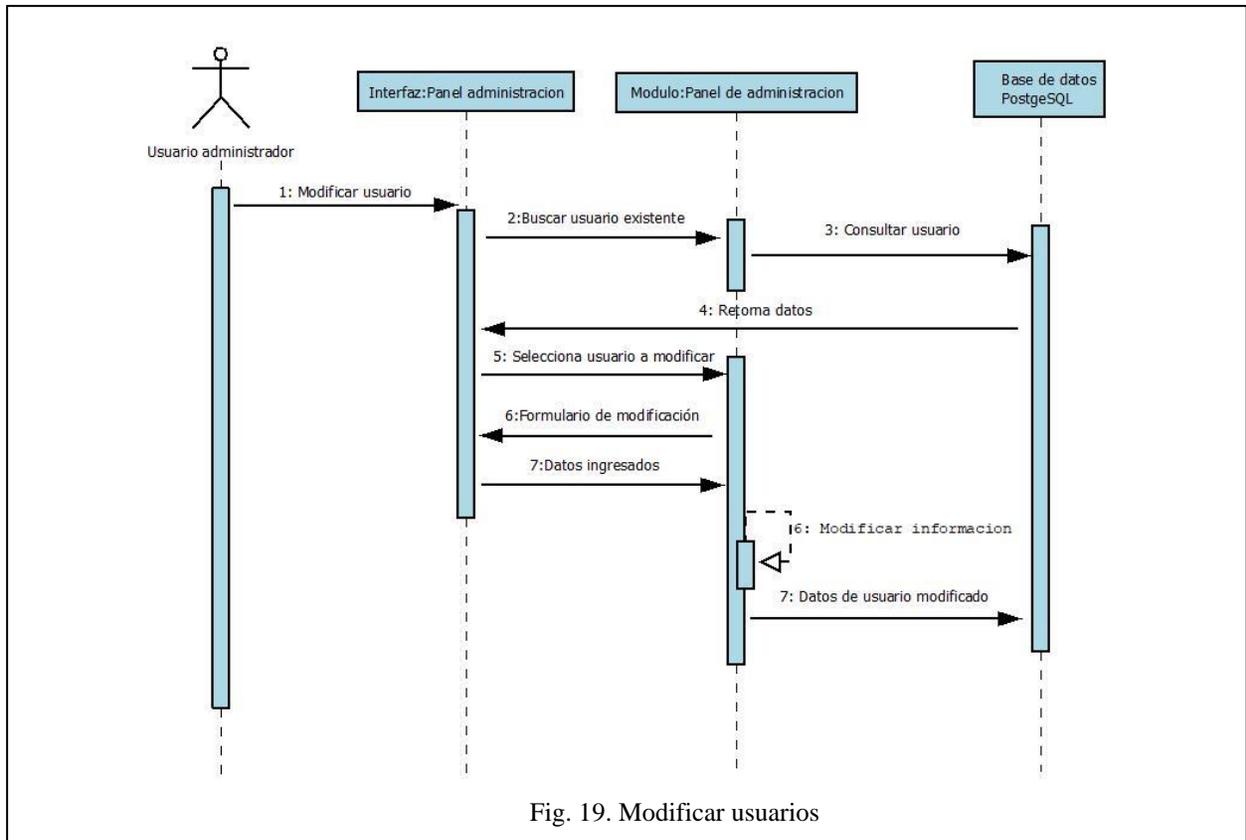




b) Diagrama de secuencias para usuario administrador

Las figuras 14, 15 y 16 muestran los diagramas de secuencias correspondientes a las funciones de usuario registrado.





8) *Prevención de errores en los formularios*

Diferentes funcionalidades con las que contará la plataforma web requieren llenar formularios para la introducción de datos en la base de datos (BBDD) de la web. La mayoría de estas funcionalidades estarán disponibles para usuario con conocimientos específicos de su área de estudio, es necesario comprobar que se diligencien todos los campos obligatorios de los formularios y en el caso que sea necesario, comprobar que estos datos sean coherentes, para no comprometer la integridad de la base de datos.

B. Diseño

En esta etapa se analizó los requerimientos que se enumeran en la etapa de análisis del proyecto. Por tanto, todas las decisiones que se han tomado, y que están presentes en este capítulo, condicionan la creación final del proyecto, inclusive, las posibles ampliaciones o mejoras de éste.

En primer lugar, se consideró los entornos de desarrollo que se emplearán en la implementación de los requisitos funcionales del proyecto, describiendo los motivos por los cuales se han seleccionado. Luego, se describe la configuración de la plataforma donde se dará servicio a la aplicación web; seguidamente se enumeran y describen las diferentes capas de la aplicación (entorno de usuario, motor de la aplicación y base de datos).

En cuanto a la base de datos, se describe la estructura de datos de la aplicación, con una descripción de las tablas que la componen y de las relaciones entre éstas.

A continuación, se explicará la arquitectura de la aplicación, describiendo la relación entre las diferentes capas, además, se incluye una descripción del diseño de las diferentes interfases de usuario de la aplicación. Por último, se describe la estructura de archivos, y la política de back-up's a implementar en el proyecto

1) Selección del entorno de desarrollo

Para el desarrollo de la plataforma web, fue necesario utilizar diversos entornos en función de los requerimientos que implica el proyecto. En primer lugar, se utilizó el lenguaje HTML v5 basado en el uso de etiquetas; Este lenguaje nos permitirá mostrar información al usuario de manera sencilla y de una forma atractiva, además, permite la interactividad del usuario mediante formularios con los que se podrá recolectar información, por otro lado, cabe mencionar que su utilización es referente tecnológico y por tanto la compatibilidad del lenguaje se adaptará con los diferentes navegadores Web existentes.

Como complemento al lenguaje HTML v5 se usó, CSS3. Fue necesario crear varias hojas de estilo definidas para diversas etiquetas, que puedan ser utilizadas por el lenguaje HTML para obtener el diseño de la plataforma web. Este entorno nos facilita crear un diseño que cumpla los requisitos de accesibilidad impuestos en el proyecto, además, permite al desarrollador crear un código claro y estructurado, de manera que el proyecto pueda ser modificado o mejorado de forma sencilla.

Para la implementación del proyecto se eligió JavaScript ES2020 como lenguaje, el cual permitió crear funciones que eran necesarias en el proyecto. Su uso, dentro del desarrollo de este proyecto, se fundamentó principalmente en la comprobación de datos introducidos por el usuario, descarga de archivos y carga de archivos, entre otros.

Por último, como lenguaje principal de programación se usó Python, apoyado de su framework Flask. Este framework permitió gestionar la parte del frontend y backend de la plataforma, es decir, el enlace entre la capa de datos y el entorno de usuario. La interacción con la base de datos se realizó mediante funcionalidades específicas incluidas en las librerías de Python tales como: SQLAlchemy y Psycpg2; además, su uso es sencillo y requiere un tiempo de aprendizaje corto por parte del desarrollador.

2) Selección de bases de datos

El sistema gestor de base de datos elegido para el desarrollo de la plataforma web es PostgreSQL.

PostgreSQL es un potente sistema de base de datos relacional de objetos de código abierto que utiliza y amplía el lenguaje SQL combinado con muchas características que almacenan y escalan de forma segura las cargas de trabajo de datos más complicadas. Los orígenes de PostgreSQL se remontan a 1986 como parte del proyecto POSTGRES en la Universidad de California en Berkeley y tiene más de 35 años de desarrollo activo en la plataforma central [124].

3) Configuración de la aplicación

Después de analizar los entornos de desarrollo que se utilizaran en la realización del proyecto, se procede a realizar la configuración de la plataforma para su funcionamiento.

La plataforma web estará hospedada de forma local y deberá funcionar en un sistema operativo Ubuntu 22.04LTS. La elección de este sistema operativo se dio en gran parte a la programación de la plataforma web, debido a que fue necesario utilizar la librería GDAL en su versión de Python 3.6.10

4) Capas de la plataforma web.

La plataforma está construida por tres (3) capas diferentes.

a) Entorno de usuario

El entorno de usuario es lo que una persona observa al estar frente a un computador, este nos proporciona información y de la misma manera datos al usuario. En esta capa se hace uso de HTML y CSS.

En una hoja de estilo (Por ejemplo estilo.css) se definen diversas etiquetas que posteriormente se harán uso con HTML y Flask. Primero que todo, fue necesario definir 4 elementos: Un gestor de autenticación (Log-In), una cabecera, un menú horizontal y el contenido. Adicionalmente, se

[124] PostgreSQL.org, *PostgreSQL: The world's most advanced open source database*. [En línea]. Disponible: <https://www.postgresql.org/about/>.

definieron los estilos haciendo uso del framework CSS Bootstrap v4, los enlaces, tipos y tamaños de letras para el proyecto.

Una vez definidos los elementos, se procede a realizar el diseño de la plataforma web.

- **Gestor de autenticación.**

Es aquí donde el usuario hace su primer contacto visual con el sistema, ya que, para poder ingresar a las demás funcionalidades de la plataforma es necesario loguearse. Esta interfaz se encuentra en el centro de la pantalla, ocupando todo el ancho y alto de este aproximadamente.

- **Cabecera.**

Se encuentra ubicada en la parte superior de la pantalla y ocupa todo el ancho de esta. Esta contiene el nombre de dicho usuario que ingresa a la plataforma, dicho de otra manera, el nombre del usuario registrado.

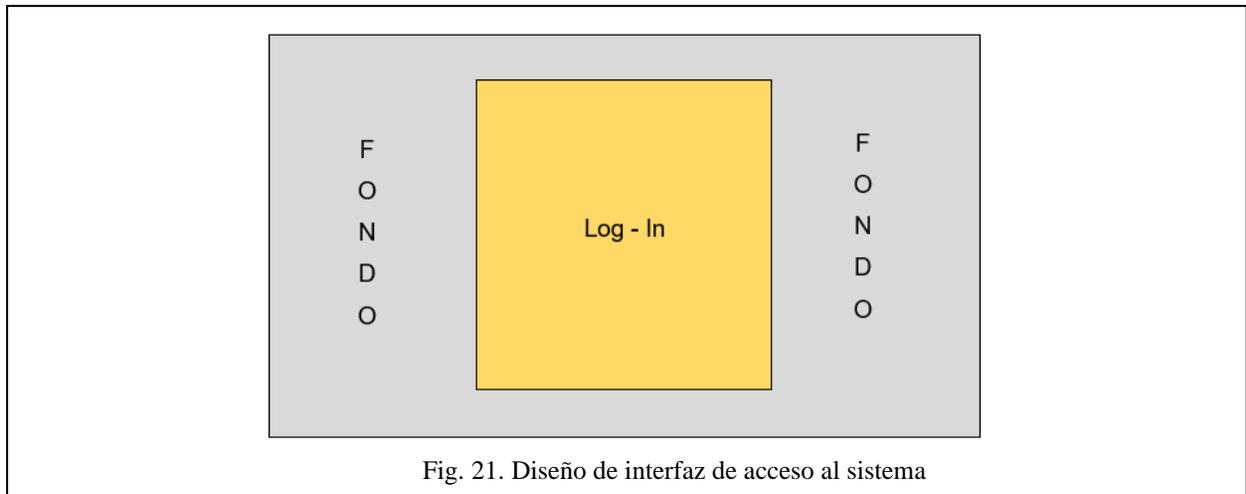
- **Menú Horizontal.**

Este se encuentra ubicado en la parte superior derecha, sobrepuesta a la cabecera de la plataforma y ocupa la mitad del ancho aproximadamente de la interfaz. Está compuesta por una parte estática, el cual mostrará información y da acceso a las funcionalidades de: Ver archivos CSV, ver imágenes y tutorial. Allí mismo, se encuentra ubicado el Logout.

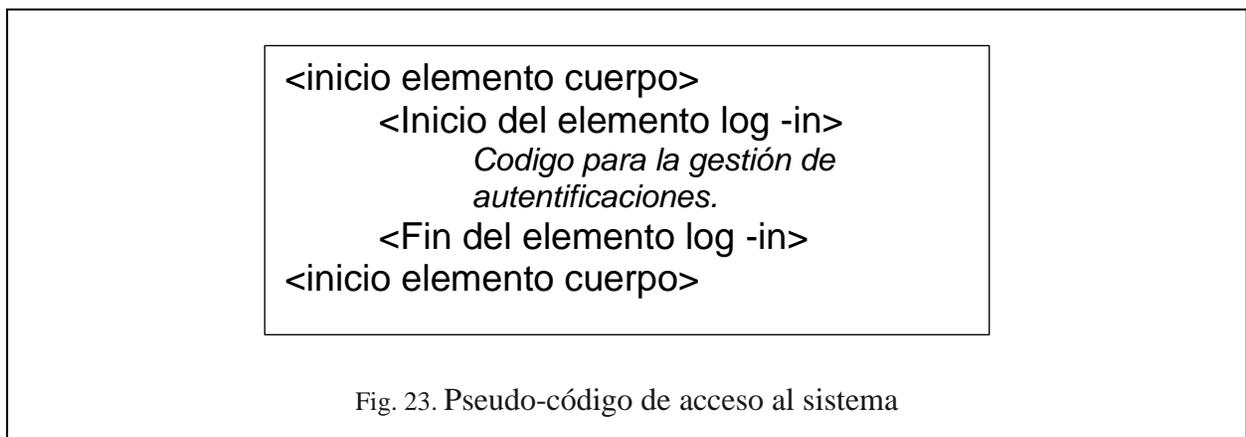
- **Contenido.**

Está ubicado en el centro, justo debajo de la cabecera de la plataforma. ocupa todo el ancho y en él se encuentra las funcionalidades de Subir archivo y Procesar CSV.

En la figura 16 y 17, se muestra el diseño de la maquetación de la plataforma web, en el que se incluyen los 4 elementos mencionados anteriormente.



Se implemento para este diseño en HTML el siguiente pseudo-código:



```
<inicio elemento cuerpo>
  <Inicio del elemento cabecera>
    Codigo para la gestión de
    cabecera.
  <Fin del elemento cabecera>
  <Inicio del elemento menú>
    Codigo para la gestión de menú.
  <Fin del elemento menú>
  <Inicio del elemento contenido>
    Codigo para la gestión de
    contenido.
  <Fin del elemento contenido>
<Fin elemento cuerpo>
```

Fig. 24. Pseudo-código de entorno de usuario.

b) Motor de aplicación

El motor de la aplicación se encarga de interactuar el entorno de usuario con la capa de datos. Además, esta capa, permitirá gestionar los contenidos a mostrar al usuario, que, en su mayoría, se encuentran almacenados en la base de datos de la plataforma web. De la misma manera, esta capa recibirá información del entorno de usuario para que esta sea tratada por la capa de datos.

Para la integración de las 3 capas, fue necesario utilizar el patrón de arquitectura de software Modelo – Vista – Controlador (MVC), el cual separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones [125].

El MVC contara con archivos templates, static y models. Así, de esta manera, se facilita la comprensión y modificación futuras de código. El lenguaje de programación que se escogió para las iteraciones fue Python v3.6.13.

c) Capa de datos

[125] "Patrón modelo-vista-controlador". PLEDIN 3.0. [En línea] disponible en: <https://plataforma.josedomingo.org/pledin/cursos/flask/curso/u03/>.

En esta capa se guarda toda la información referente a los usuarios y reflectancia. Esta información será almacenada en la base de datos de PostgreSQL.

En esta capa, se podrá recibir información para agregar, modificar y eliminar datos del motor de la aplicación. Estas consultas se las realiza mediante lenguaje estructurado SQL.

5) Estructura de la base de datos

El diseño de base datos creado para este proyecto, estará estructurado en dos (2) tablas diseñadas en función de la necesidad del presente proyecto. Cada una de las tablas tendrá campos, en los cuales se almacenará la información requerida. Así mismo, no existirán relaciones entre ellas.

La figura 21 se visualiza la estructura de la BBDD y se dará una explicación de las diferentes tablas y sus campos que la conforman.

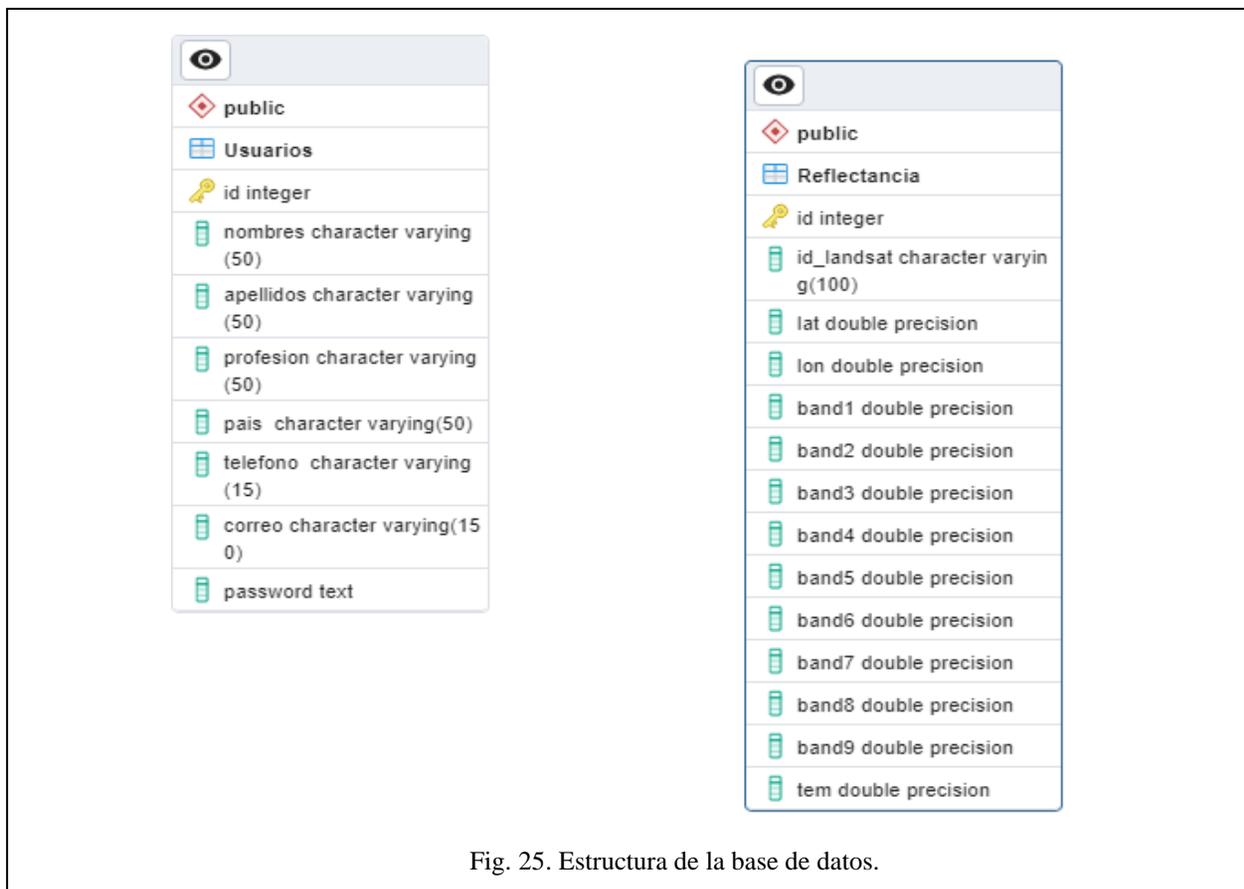


Fig. 25. Estructura de la base de datos.

a) Tabla usuario

En esta tabla, es donde se almacena toda la información de las acciones de registro y login. Cuenta con los siguientes campos relevantes.

- **id:** identificador único, que permite asegurar la integridad de los datos. Este campo es de tipo entero y auto-incremental.
- **correo:** De tipo cadena de caracteres, el usuario deberá introducir su correo electrónico.
- **password:** contraseña que utilizara el usuario para ingresar a la plataforma web. De tipo cadena de caracteres nativa de longitud variable. Este campo está protegido por un algoritmo de cifrado de información por método: pbkdf2:sha1 el cual utiliza el método dado y sal con una cadena de la longitud dada de la librería werkzeug.

Además, se añadieron campos referentes a información personal del usuario como lo son: nombres, apellidos, profesión, país y teléfono.

b) Tabla reflectancia

En esta tabla, es donde se almacena toda la información relacionada a la extracción de los datos de imágenes satelitales de Landsat 8. Cuenta con los siguientes campos relevantes.

- **id:** identificador único, que permite asegurar la integridad de los datos. Este campo es de tipo entero y auto-incremental.
- **Id_lansat:** De tipo cadena de caracteres, contiene la información referente al identificador de la escena tales como: Nombre de la misión, tipo de censor, numero de misión de Landsat.
- **lat:** De tipo doublé. Este campo contiene la latitud de coordenada geográfica de la zona de estudio.

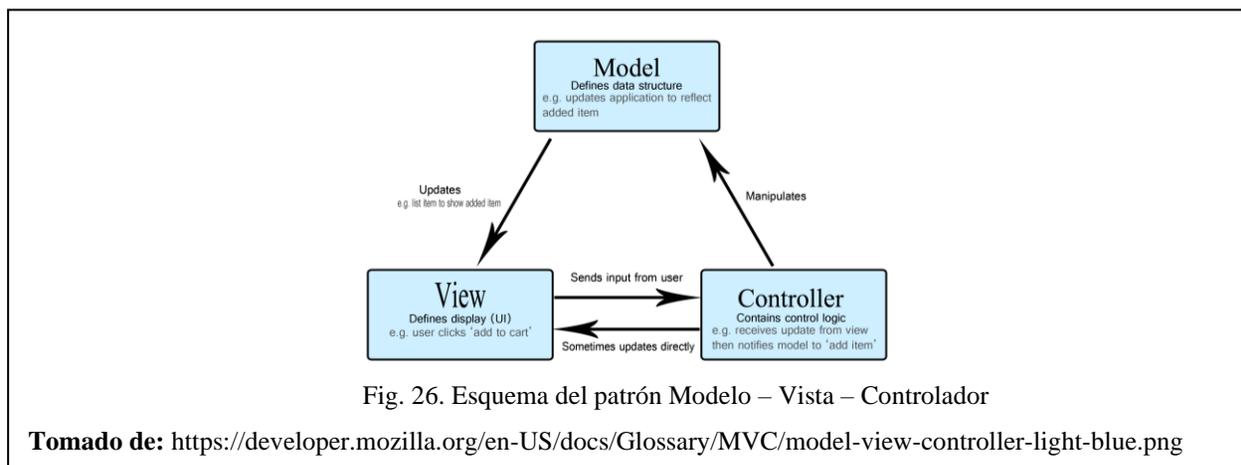
- **lon:** De tipo `double`. Este campo contiene la longitud de coordenada geográfica de la zona de estudio.
- **tem:** De tipo `double`. Este campo contiene el dato de temperatura del lugar exacto de la toma la imagen.

Además, se añadieron campos tales como: `band1`, `band2`, `band3`, `band4`, `band5`, `band6`, `band7`, `band8` y `band9` de reflectancia.

6) *Arquitectura de la aplicación*

Para la gestión de las interacciones entre las tres (3) capas, fue necesario hacer uso del patrón de desarrollo de software Modelo-Vista-Controlador, con algunas modificaciones para adaptarlo a las necesidades del proyecto. A continuación, se describe el patrón MVC de la siguiente manera:

- **Modelo:** Maneja los datos y la parte lógica.
- **Vista:** Se encarga del diseño y presentación. El usuario interactúa con algún elemento (botones, enlaces).
- **Controlador:** Enruta comandos a los modelos y vistas. Aquí el controlador recibe las notificaciones de acciones solicitadas por el usuario, así como también, de la información que se envía con la acción.



7) *Interfaz*

Para la creación de la plataforma web, se optó por un diseño que fue aplicado de forma general, a todos los intereses de la plataforma. En este diseño, se encuentran dos (2) elementos que cambian dependiendo del usuario que ingrese a la plataforma y de su funcionalidad.

a) *Definición de las interfaces de usuario*

Para el ingreso a la plataforma, fue necesario crear un gestor de autenticación de ingreso al sistema, el cual contiene dos (2) interfaces las cuales son: Inicio sesión y registrarse.

- **Interfaz iniciar sesión.**

Cuenta con dos (2) campos los cuales son: Correo electrónico y contraseña. El usuario debe estar registrado anteriormente para poder acceder, de lo contrario, el usuario debe hacer uso de la funcionalidad de registrarse.

El diagrama muestra una interfaz de usuario para iniciar sesión. Está contenida dentro de un recuadro rectangular con un borde negro. En el centro del recuadro, el texto "Iniciar sesión" aparece en una fuente sans-serif. Debajo de este título, hay dos campos de entrada de texto rectangulares con un fondo azul claro y un borde gris. El primer campo está etiquetado como "Correo electrónico" y el segundo como "Contraseña". Debajo de los campos de entrada, hay un botón rectangular de color azul oscuro con el texto "Iniciar sesión" en blanco. Finalmente, en la parte inferior del recuadro, hay un enlace de texto "Regístrate" en una fuente sans-serif.

Fig. 27. Interfaz de iniciar sesión

- **Interfaz de registro.**

Cuenta con siete (7) campos (textbox) de datos de ingreso. Estos campos deben ser diligenciados obligatoriamente por el usuario, ya que contiene datos estructurados (nombre, apellido, profesión, teléfono, etc) para ser almacenados y procesados posteriormente.

Registrarse

Nombre

Apellido

Profesión

Teléfono / Celular

Correo

Contraseña

País de origen
Seleccione...

Regístrate

Fig. 28. Interfaz de registro

Para el ingreso a sus funcionalidades de la plataforma web, fue necesario crear un diseño estático, que interactúa con la base de datos que almacena todas las funcionalidades que dispone dicha web.

Menú usuario registrado

- [Descargar archivos](#)
- [Descargar archivos CSV](#)
- [Tutorial](#)
- [Logout](#)

Menú usuario administrador

- [Agregar usuario](#)
- [Editar usuario](#)
- [Eliminar usuario](#)

Fig. 29. Menús de usuario

Los diferentes menús, permitirán ingresar a las diferentes funcionalidades que serán mostrados en el contenido del diseño de la plataforma web. Las interfaces de cada una de las funciones de menús de usuario se describen a continuación.

- **Usuario Registrado.**

Para la funcionalidad de descarga de archivos, se diseñó una interfaz en la que el usuario podrá visualizar a través de un enlace, los 23 archivos de imágenes satelitales disponibles en el servidor local. Adicionalmente, el usuario, podrá descargar dichos archivos que se encuentran en formato tar.gz a su ordenador.

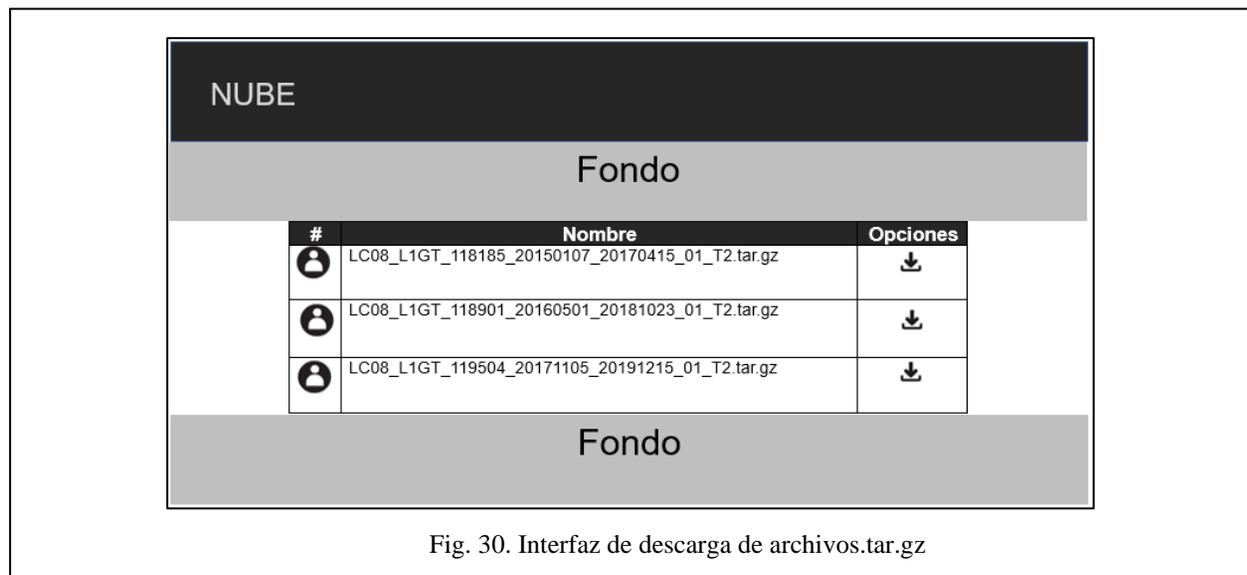


Fig. 30. Interfaz de descarga de archivos.tar.gz

En la funcionalidad para descargar archivos CSV, se optó por crear un diseño similar a la interfaz de descarga de archivos. Aquí el usuario, podrá visualizar mediante un enlace los archivos CSV producto de la función de procesar archivo y que se guarda en el servidor local.

Los archivos en formato CSV, contienen información de temperatura y la reflectancia de las bandas 1 hasta la 9, referente a las imágenes satelitales de Landsat 8.

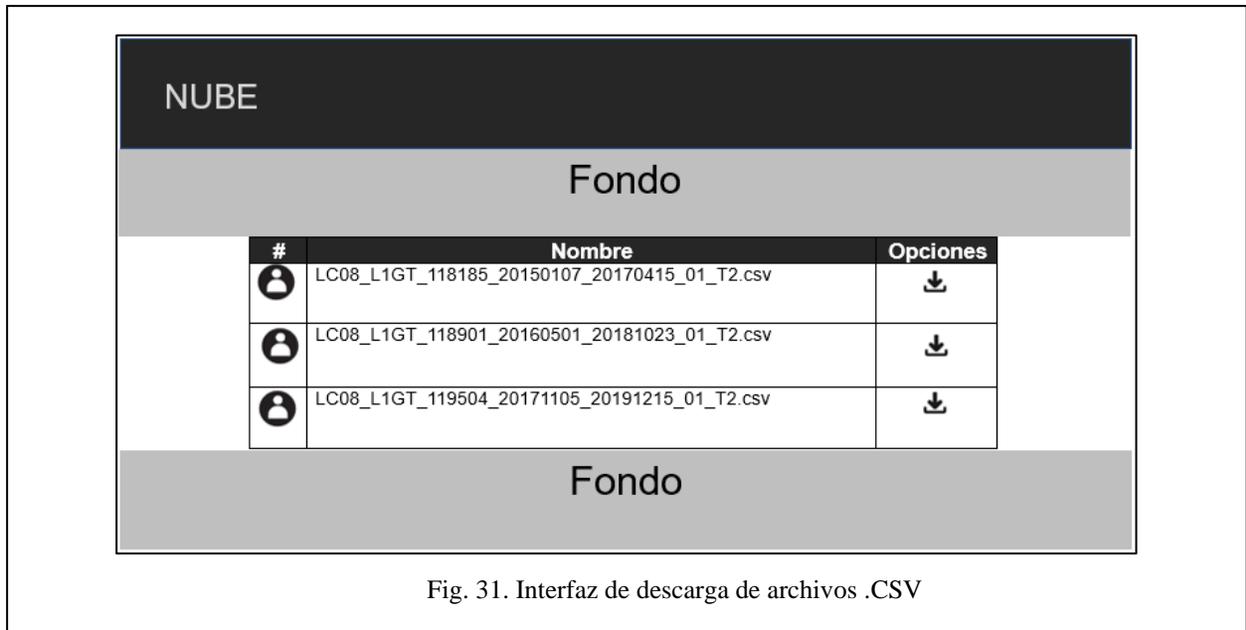


Fig. 31. Interfaz de descarga de archivos .CSV

El usuario registrado contará con una funcionalidad de tutorial en formato PDF, el cual le muestra información y orientación paso a paso sobre el uso de la plataforma web.

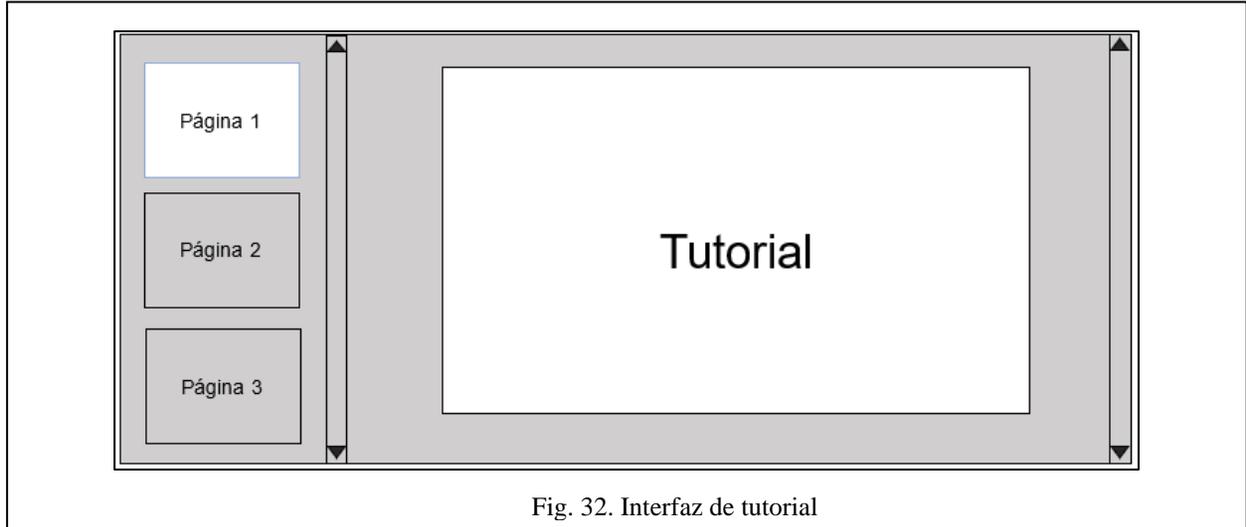


Fig. 32. Interfaz de tutorial

Por último, para la interfaz de contenido fue necesario realizar el siguiente diseño:

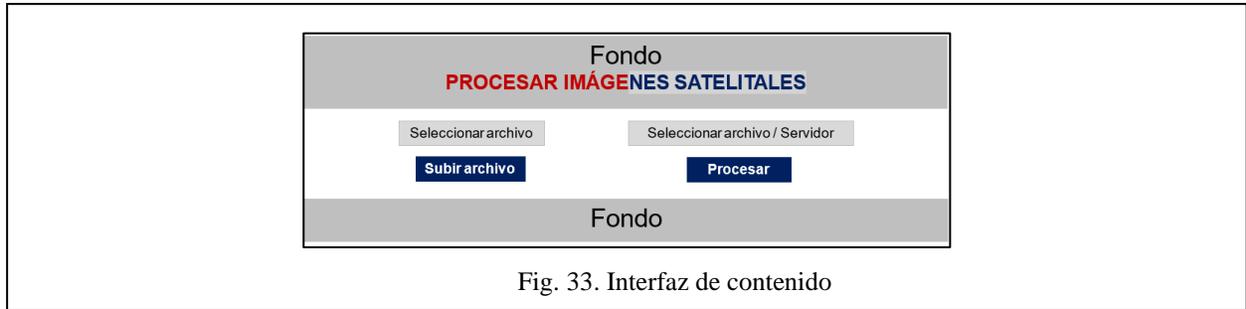


Fig. 33. Interfaz de contenido

En la funcionalidad de subir archivo, le permite al usuario, mediante la acción de clic, seleccionar uno o varios archivos validados en formato tar.gz de su ordenador, para luego, subirlo al servidor local.

De igual forma, el usuario cuenta con la funcionalidad de procesar un archivo. El usuario debe seleccionar el archivo alojado de forma local en el servidor y posteriormente, procesar dicho archivo para su extracción de datos tales como: Reflectancia, temperatura y nombre del archivo.

- **Usuario administrador.**

Como se explicó anteriormente, el administrador contará con tres funcionalidades (Agregar usuarios, editar usuarios y eliminar usuarios). Para la administración de usuarios, se diseñó una interfaz, la cual permite controlar y gestionar los usuarios registrados en la base de datos.

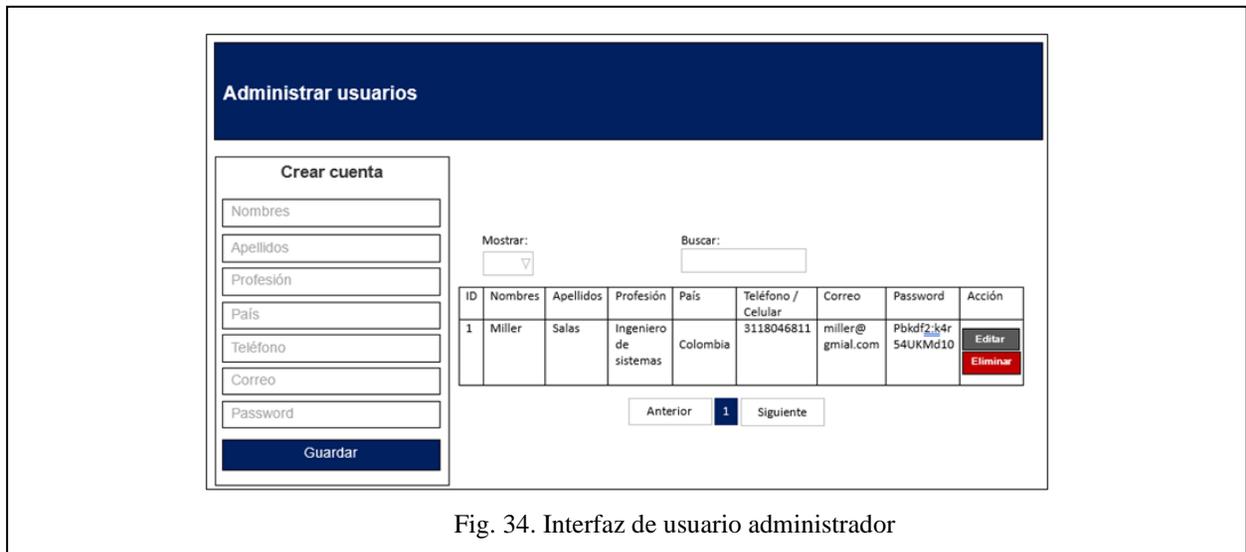
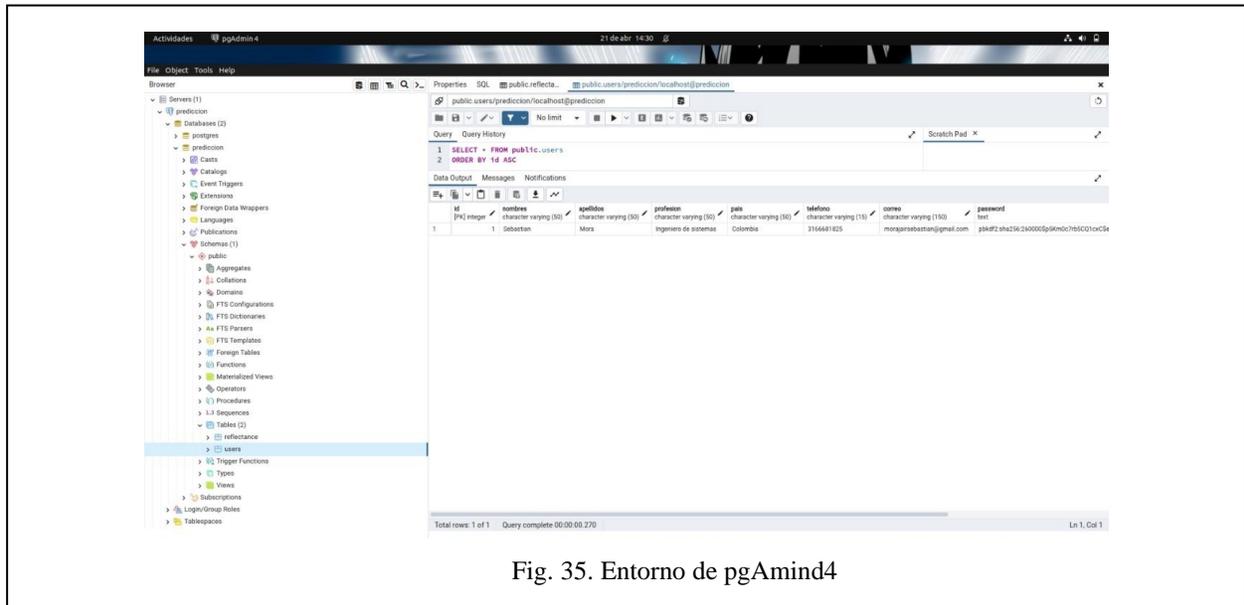


Fig. 34. Interfaz de usuario administrador

Para la administración de la base de datos, se usó la herramienta de gestión de base de datos pgAdmin 4 V6.15 de PostgreSQL.



8) Estructura de archivos

Para la implementación de la plataforma web se usó Flask (framework), el cual, nos permite organizar el proyecto en un solo modulo (Fichero que contiene código Python) y dicho módulo es nombrado app.py. A continuación, se muestra la estructura del proyecto en Flask:



A continuación, se indica el contenido de cada uno de los elementos:

- **myweb.**

Es el directorio raíz, allí se almacenará todos los archivos necesarios para la funcionalidad de la aplicación.

- **app.py.**

Contiene toda la lógica de la plataforma, se da inicio a la app y las conexiones con las extensiones, vistas, modelos, formularios, etc.

- **templates.**

Contiene las plantillas HTML de la web y Jinja3.1.

- **static.**

Este directorio contiene los recursos estáticos CSS, JavaScript e imágenes.

- **models.**

Contiene archivos de estructura de conexión de las entidades de la base de datos (user.py, Reclectance.py y files.py) [126].

Es importante mencionar que, la realización de back-up's, garantiza el buen funcionamiento y seguridad de un sistema puesto en producción. Las empresas de hoy en día cuentan con servidores que disponen del servicio de back-up's para bases de datos. En este orden de ideas, el administrador será el encargado de realizar dicha función de manera manual mediante la herramienta pgAdmin4. A su vez, el usuario administrador deberá tener copias de seguridad de los archivos.

[126] *Tutorial Flask - Lección 6: Estructura de un proyecto Flask Blueprints, J2LOGO.* [En línea]. Disponible: <https://j2logo.com/tutorial-flask-leccion-6-estructura-proyecto-flask-blueprints/>

C. Implementación

En este capítulo se describen todas las soluciones implementadas para la creación de las diferentes funcionalidades de la plataforma web, mencionadas en el capítulo 4.2. Diseño.

En esta sección se desarrollará, los detalles más importantes de las capas de la aplicación. En primer lugar, se describe los detalles relacionados con el entorno de usuario (cómo ve la aplicación el usuario final que lo usa). Luego se implementa el motor de la aplicación, esto hace referencia a como la plataforma realmente hace las cosas y que puede hacer, haciendo hincapié en las funcionalidades de mayor importancia. A continuación, se detallan los aspectos más importantes de la implementación de la capa de datos.

Finalmente, se especifica la manera cómo se integran y funcionan las herramientas para construir a la plataforma principal.

1) Entorno de usuario

La capa de entorno de usuario es la parte Frontend (Lo que observa el usuario) y es la encargada de realizar la comunicación con la plataforma web. Para ello se instaló Flask, el cual nos permite controlar las diferentes interfases que se codifican en el directorio templetos y que contienen lenguaje de etiquetas HTML. Así mismo, fue necesario apoyarse del Framework Bootstrap V5.0.2 para darle un estilo y diseño a la plataforma, combinado con el uso de CSS, que nos permite estructurar la información mediante el uso de capas en el directorio static.

En el directorio static del proyecto se encuentran los archivos: styles.css, register.css, normailize.css, login.css, gestor.css, fondo.css, estilosregistro.css, estilosingreso.css, component.css y base.css. Estas plantillas de hojas de estilo se realizaron modificaciones a fin de adaptarla a las necesidades y diseño del proyecto para su visualización. Este diseño, se enlaza a cada uno de los archivos de la aplicación, con el fin, de no incluir código de estilos en las plantillas del directorio templates.

Del mismo modo, cabe mencionar que, incluyeron en la plataforma elementos de uso específico tales como tablas para mostrar una información determinada, o separadores de información que se incluyeron en las interfases mediante el uso de etiquetas HTML de forma directa. Ejemplo de ello son las tablas donde se muestra la información referente a descarga de archivos, descarga de archivos CSV y la interfaz de usuario administrador.

2) *Motor de la aplicación*

EL motor de la aplicación es la encargada de realizar el enlace entre el entorno de usuario y la capa de datos, verificando y adaptando la información que se envíe entre ambas partes. Este procesamiento de datos se realiza a través del lenguaje de programación Python, que permite el uso Modelo – Vista - Controlador para la comunicación con la base de datos PostgreSQL.

Las diferentes funciones integradas en la aplicación se dividen en diferentes archivos. Cada uno de estos archivos contiene la estructura principal de la aplicación y agrega el código necesario para la operación correspondiente. En el proyecto se incluye archivos que contienen código que es reutilizado varias veces en la plataforma. El código de estos archivos se incluye en la plataforma cuando es necesario mediante de la dependencia Jinja y su dependencia de flask render_template.

En la plataforma se encuentra diversas funcionalidades que permiten al usuario la visualización, inserción, procesamiento y modificación que tiene la base de datos. En las funcionalidades de inserción o modificación, se obtiene la información mediante formularios. En el caso de la inserción se realiza mediante la interfaz de iniciar sesión cuando el usuario desea ingresar, la información es validada por la aplicación y ésta genera una consulta a la base de datos.

Cuando se requiere visualizar información de la base de datos, la plataforma realiza la consulta de la información a la base de datos, y luego, dicha información es preparada para que sea interpretada por el entorno de usuario. Las consultas se realizan a través de la librería psycopg2 y sqlalchemy.

Así mismo en el proyecto, se incluyen funcionalidades, que interactúan con el entorno de usuario y la capa de datos y poseen características especiales. Entre ellas, se encuentran funcionalidades que cumplen requerimientos no funcionales de seguridad y accesibilidad, por lo que requieren un tratamiento especial, ya que se trata de una plataforma web de procesamiento de imágenes satelitales.

- **Autenticarse.**

La funcionalidad de autenticarse según IMB la define como:

Es la capacidad de identificar de forma exclusiva a un usuario de un sistema o una aplicación que se está ejecutando en el sistema. La autenticación es la capacidad de demostrar que un usuario o una aplicación es realmente quién dicha persona o aplicación asegura ser.

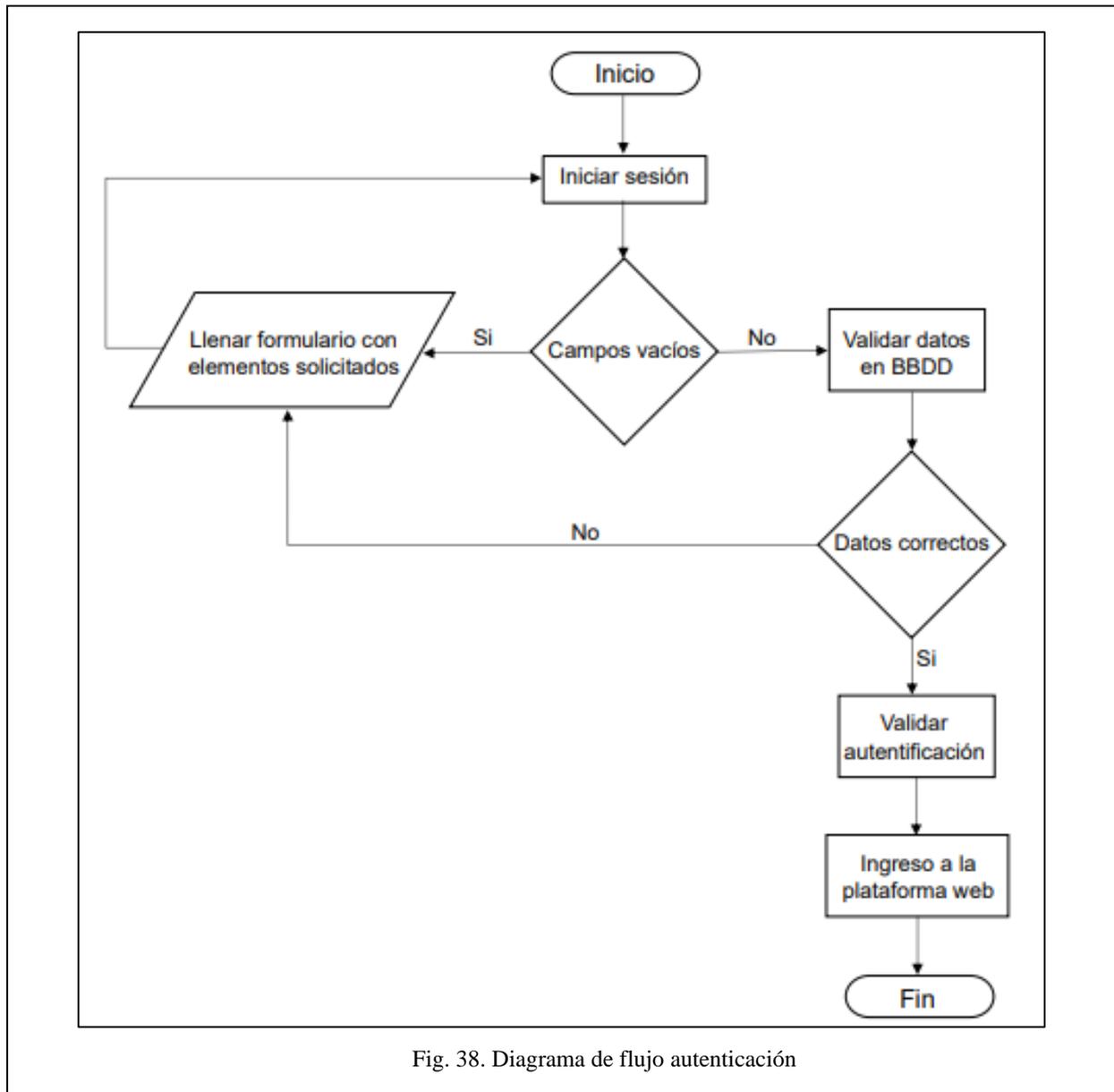
Esta funcionalidad se implementó con el objetivo de que el usuario, sin estar autenticado, introduce su correo electrónico y su contraseña de registro en la plataforma web, mediante el formulario de inicio de sesión (figura 23: Interfaz de iniciar sesión). Esta información es encriptada mediante la función `check_password_hash` de la librería Werkzeug de Python y la función `g` la cual permite verificar si un usuario se encuentra logeado o no o en la base de datos de predicción y en el caso que sea correcta valida la autenticación.

La codificación de esta funcionalidad se encuentra en el template `login.html`



Fig. 37. Formulario de autenticación

A continuación, se muestra en la figura 34 el respectivo diagrama de flujo de la funcionalidad:



- **Mostrar contenido**

Para cumplir con el requerimiento de accesibilidad a la plataforma web, se diseñó un sistema de contenido de menús estáticos. Este menú cambia su contenido dependiendo del usuario que ingrese

a la plataforma. De esta manera, solo mostrara únicamente aquellas funcionalidades a las que tiene acceso. La codificación de esta funcionalidad se encuentra en el template index.html



- **Agregar archivo.tar.gz**

La implementación de la funcionalidad de agregar archivos.tar.gz. al servidor, se usó la plantilla index.html del directorio templates. Los usuarios registrados podrán subir y enviar un archivo de imagen satelital de Landsat 8 directamente al servidor mediante el parámetro POST, el cual es fundamental en la creación de formularios y contenido web.

Para que un usuario registrado pueda agregar archivos.tar.gz. al servidor, es necesario crear un formulario HTML, el cual cuenta con tres (3) requisitos para el envío de archivos.

input:

HTML dispone de un campo especialmente creado para el envío de archivos, su sintaxis es la siguiente:

```
<input id="" type="file" name="file" accept=".tar.gz" required>
```

Su visualización por pantalla es la siguiente:

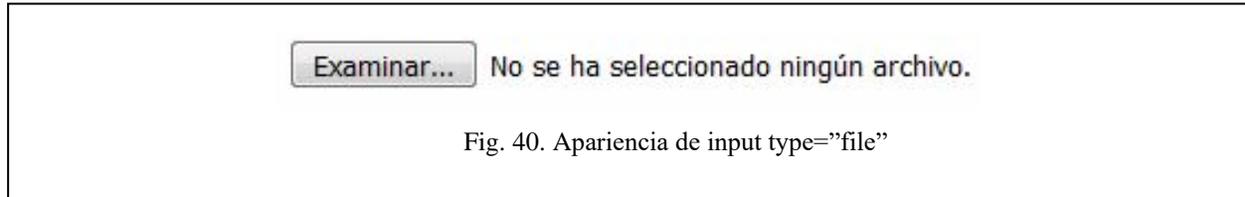


Fig. 40. Apariencia de input type="file"

Este campo permite al usuario seleccionar un archivo con el atributo type="file" desde su ordenador, además de eso, cuenta con dos (2) parámetros los cuales son: accept=".tar.gz" esto significa, que solo aceptara un solo tipo de archivo único y el atributo required de tipo booleano que significa que el campo es obligatorio diligenciarlo. De esta manera, el usuario podrá enviar archivos al servidor.

Method:

El envío de archivos a través de un formulario deber ser obligatoriamente POST.

```
<form method="POST" action="page_init">
```

El atributo action="page_init" indica la URL a la que se enviara los datos del formulario.

enctype:

Por último, para habilitar el envío de archivos, se requiere establecer un atributo adicional.

```
<form method="POST" action="page_init" enctype="multipart/form-data">
```

Este atributo indica, que el campo de tipo file debe enviar el archivo al servidor. De no establecer este atributo, se estaría enviando únicamente el nombre del archivo [127].

[127] ADR Formación, "Subir archivos a un servidor desde nuestra web - ADR Formación, Cursos online y plataformas eLearning - ADR Formación. [En línea]. Disponible: https://www.adrformacion.com/knowledge/programacion/subir_archivos_a_un_servidor_desde_nuestra_web.html



Fig. 41. Agregar archivo.tar.gz

- **Procesar archivo**

Para la implementación de la funcionalidad de procesar archivo, fue necesario diseñar un formulario de selección de archivos, con método de envío POST y que se encuentra en la plantilla index.html del directorio templates. El usuario registrado podrá seleccionar los archivos que previamente se hayan subido con anterioridad al servidor. A continuación, se muestra el código implementado.

```
<form method="POST" action="my-link">
  <p><input type="file" name="file" accept=".tar.gz" required></p>
  <input id="procesar" type="submit" value="Procesar archivo">
</form>
```

Una vez seleccionado el archivo a procesar, el usuario deberá dar clic en el botón procesar archivo e internamente se ejecutará el script de reflectancia, que se encuentra en el archivo auth.py del directorio views.



Fig. 42. Procesar archivo.tar.gz

- **Descargar archivos / Descargar archivos CSV**

Las funcionalidades de descargar archivos.tar.gz y descargar archivos CSV comparten gran parte sus funcionalidades. En ambos casos, el usuario contara con la opción de visualizar los archivos almacenados en el servidor y contara con la opción de realizar la descarga de dichos archivos a su ordenador.

El código para realizado para estas dos (2) funcionalidades se encuentra en el archivo index.html y indes.html del directorio templates.



Fig. 43. Descargar archivo.tar.gz

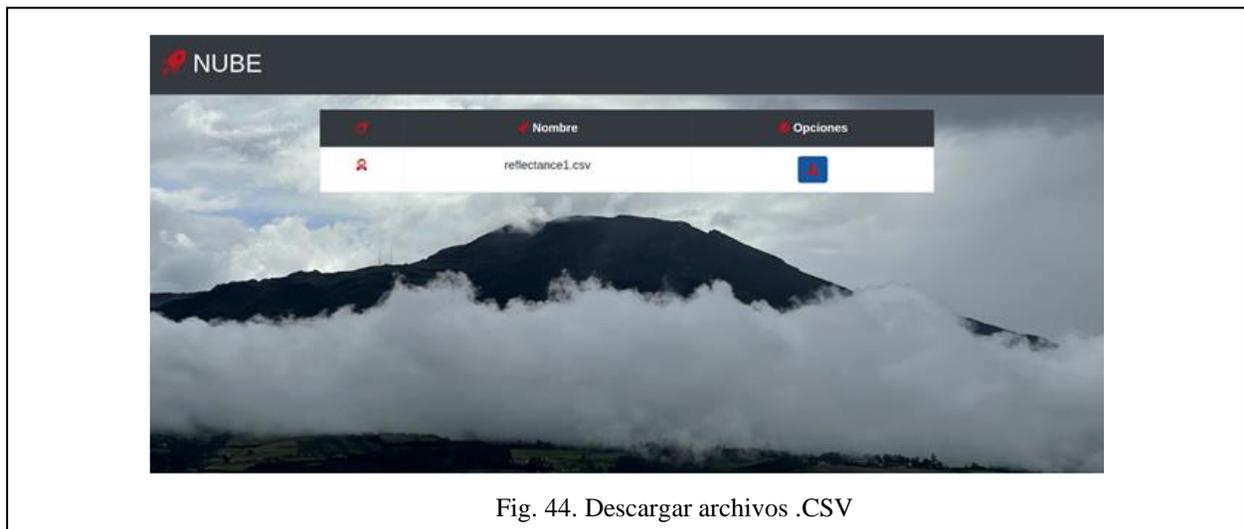


Fig. 44. Descargar archivos .CSV

- **Tutorial.**

El usuario dispondrá de un tutorial en formato PDF, el cual explica paso a paso las funcionalidades de la plataforma web.

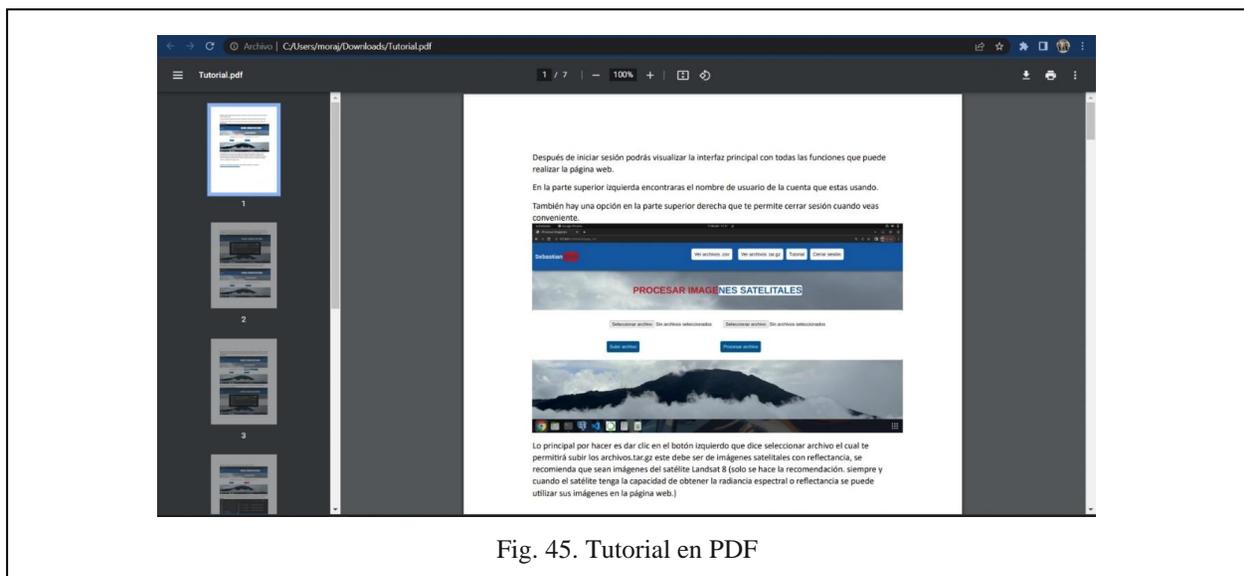


Fig. 45. Tutorial en PDF

En cuanto a la administración de los usuarios, se creó una interfaz que permite gestionar los datos de los usuarios registrados en la plataforma web cuando el usuario requiera soporte técnico. Esta

cuenta con 3 funcionalidades las cuales son: Agregar usuarios, modificar usuarios y eliminar usuarios.

La codificación de esta interfaz se encuentra en los archivos index.html y idit.html de del directorio templates.

3) *Capa de datos*

La capa de datos es la encargada de almacenar toda la información de la plataforma: registro de usuarios y datos de reflectancia. El acceso a la gestión de la información se realizará a través de consultas que puedan ser interpretadas por PostgreSQL.

Para almacenar toda esta información, se diseñaron dos (2) tablas tal y como se explica detalladamente en el apartado

4) *Estructura de la base de datos*

- **Conexión a la base de datos.**

La interacción con el motor de la plataforma y la capa de datos se realiza mediante la conexión a la base de datos. El archivo que permite la conexión se llama config.py que hace uso de las funciones de la librería psycopg2. Cuando se requiere la conexión a la base de datos, la plataforma ejecuta el código del archivo.

- **Consulta y gestión de la información.**

Una vez realizada la conexión, es momento de acceder a la información de la base de datos (BBDD). Este proceso se realiza mediante consultas SQL a través de las librerías que ofrece Python.

- **Guarda de datos de reflectancia.**

La tabla reflectancia, es la encargada de almacenar los datos de reflectancia enviados desde la funcionalidad procesar archivos. El código de envío de los datos se encuentra en el archivo auth.py del directorio views.

```
cursor = conexion.cursor()
cursor.execute("INSERT INTO reflectance
(id_Landsat,lat,lon,band1,band2,band3,band4,band5,band6,band7,band8,band9,tem) VALUES
(%s, %s,%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s,%s)",(point.idLandsat,
point.latitude,point.longitude,point.reflectance['1'],point.reflectance['2'],point.reflectance['3'],point.reflectance['4'],point.reflectance['5'],point.reflectance['6'],point.reflectance['7'],point.reflectance['8'],point.reflectance['9'], point.temp))
conexion.commit()
cursor.close()
```

- **Datos de usuario.**

La tabla usuarios, es la encargada de almacenar los datos del formulario de registro de usuarios de la plataforma. Además, la tabla usuarios será administrada por el usuario administrador para editar, modificar y eliminar datos de usuario.

A continuación, se muestra el código de envío de los datos de registro.

```
@auth.route('/registro', methods=('GET','POST'))
def registro():
    data = {
        'titulo':'Registro'
    }
    if request.method == 'POST':
        nombres = request.form.get('nombres')
        apellidos = request.form.get('apellidos')
        profesion = request.form.get('profesion')
```

```

pais = request.form.get('pais')
telefono = request.form.get('telefono')
correo= request.form.get('correo')
password = request.form.get('password')
user = User(nombres, apellidos, profesion, pais, telefono, correo,
generate_password_hash(password))
error = None
usu_nombres = User.query.filter_by(correo = correo).first()
if usu_nombres == None:
    db.session.add(user)
    db.session.commit()
    return redirect(url_for('auth.login'))
else:
    error = f'El {correo} ya está registrado'
    flash(error)
return render_template('auth/registro.html', data=data)

```

D. Pruebas

En esta etapa de la metodología, es momento de entregar el proyecto al equipo de calidad para que ellos revisen su funcionamiento y accesibilidad en búsqueda de errores con el fin de que cumpla los objetivos de la fase de análisis.

Estas pruebas permiten diagnosticar el buen funcionamiento de la plataforma web y serán descritas en este capítulo.

1) Registrarse en el sistema con sus datos personales

Se valida que la información suministrada por el usuario sea consistente con los campos definidos en el formulario de registro y si los datos son correctos estos serán guardados en la tabla users de

la base de datos. Si uno de estos campos se deja vacío, se muestra al usuario el campo que está solicitando el dato faltante.

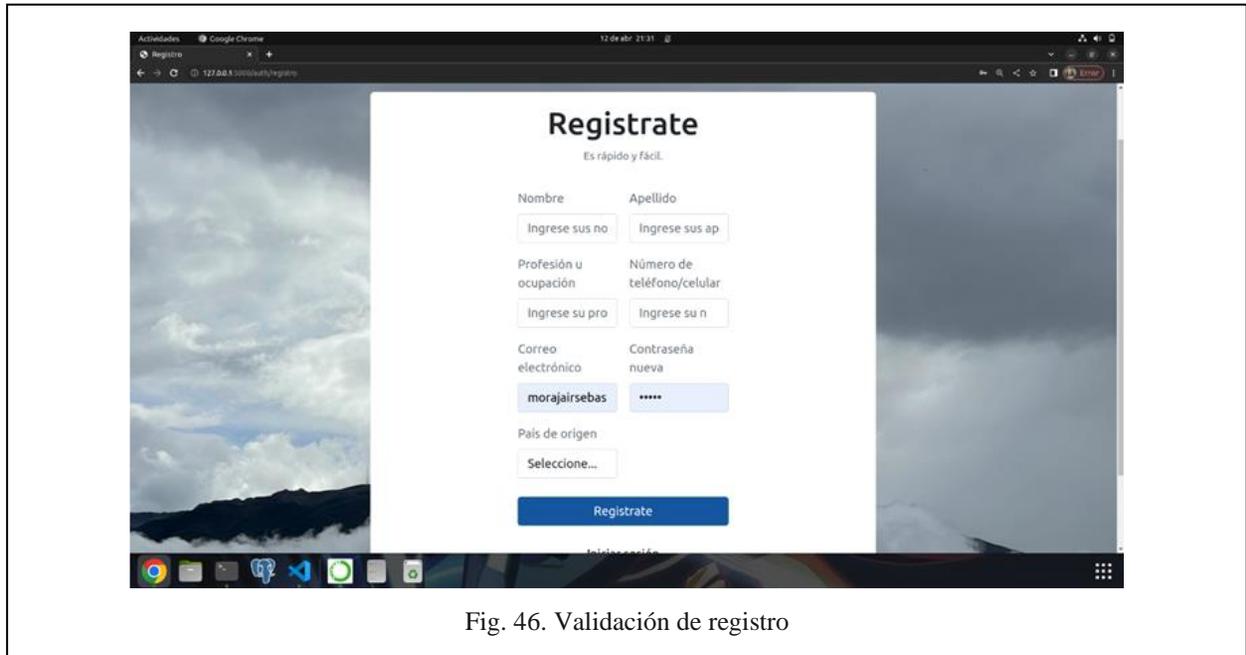


Fig. 46. Validación de registro

2) *Ingresar al sistema con su correo y contraseña*

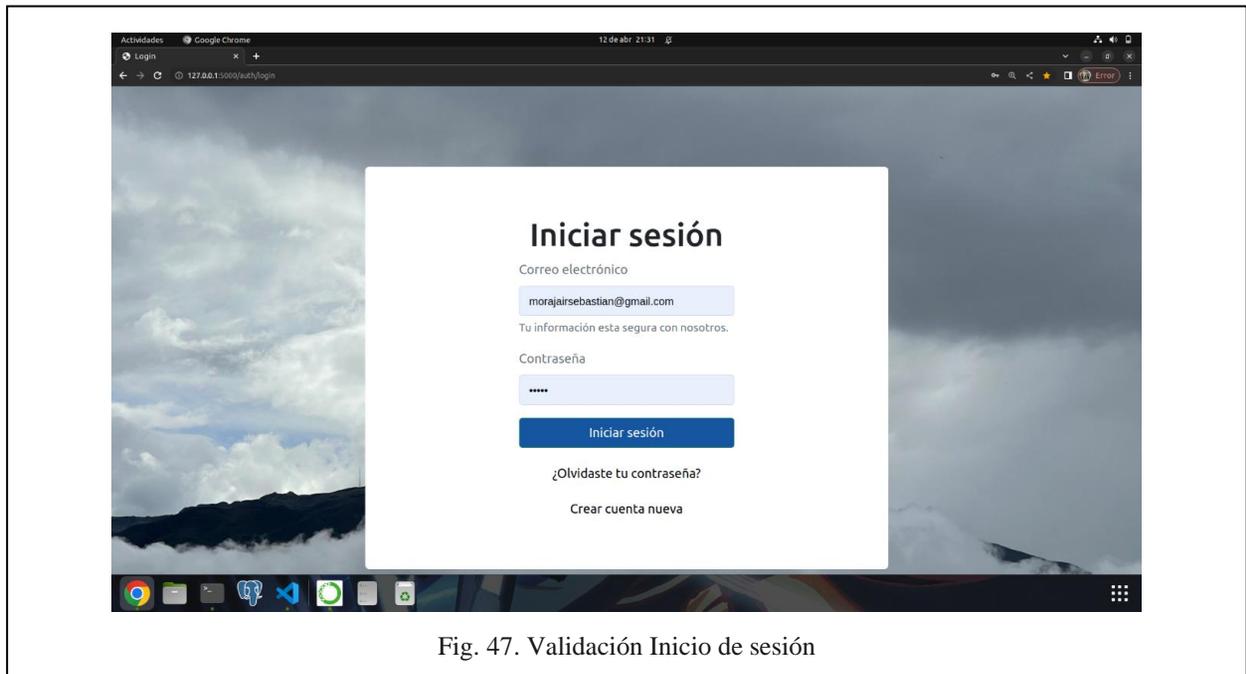


Fig. 47. Validación Inicio de sesión

Se valida que la información suministrada por el usuario en los campos correo y contraseña de iniciar sesión coincidan con la información de la tabla users de la base de datos. Si el inicio de sesión no es satisfactorio, este no permitirá dicho ingreso y mostrará un mensaje de error.

3) *Cargar imágenes satelitales de Landsat 8 en formato tar.gz*

Una vez que todos los datos del usuario hayan sido validados correctamente permitirán a dicho usuario ingresar al contenido principal. El usuario tendrá que dar clic en seleccionar archivo y después de esta acción, se mostraran todos los archivos.tar.gz que existan de manera local. Después de seleccionar el archivo deseado deberá dar clic en subir archivo. Cabe mencionar que los archivos se deben subir de manera individual y en orden cronológico para que facilite su uso al momento de procesar dichos archivos.



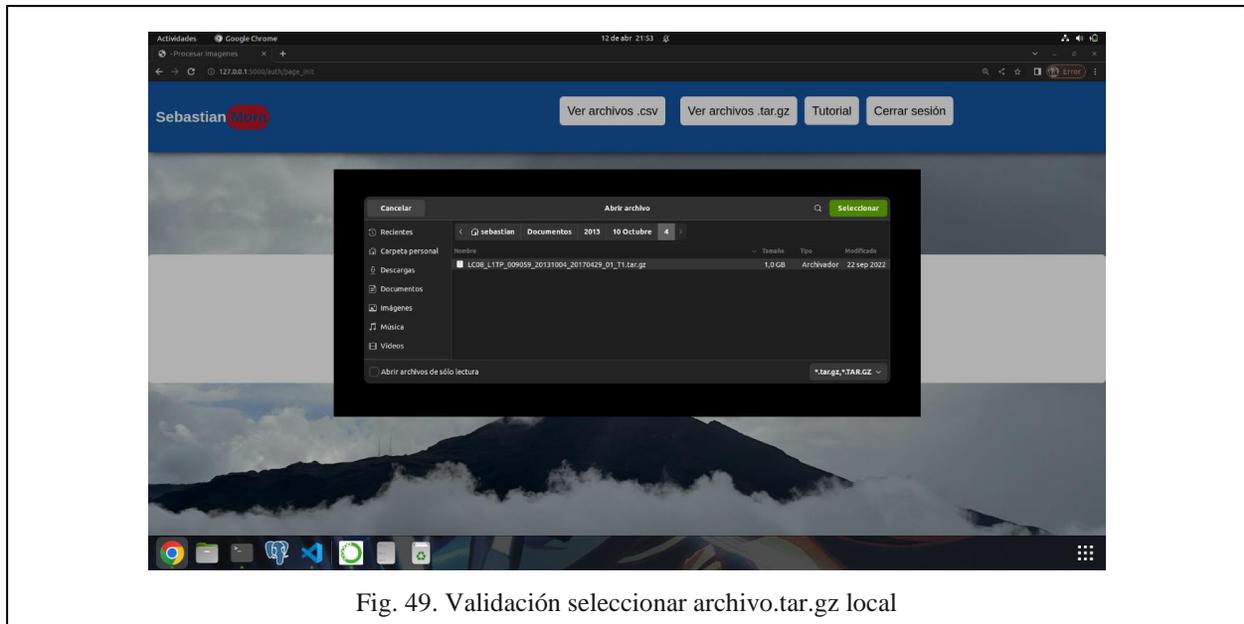


Fig. 49. Validación seleccionar archivo.tar.gz local

4) Procesar la reflectancia de las bandas de espectro electromagnéticos de las imágenes satelitales

Una vez que el usuario haya subido los archivos al servidor correctamente. Este deberá dar clic en seleccionar archivo y después de esta acción, se mostrarán todos los archivos.tar.gz que existan subidos en el servidor local. Después de seleccionar el archivo deseado deberá dar clic procesar archivo. Es importante tener en cuenta que los archivos deben subirse de manera individual y en orden cronológico para que estos se suban a la tabla reflectance de la base de datos y se cree un archivo.CSV. es interesante resaltar que en la figura 46 se muestra el proceso interno de esta funcionalidad.

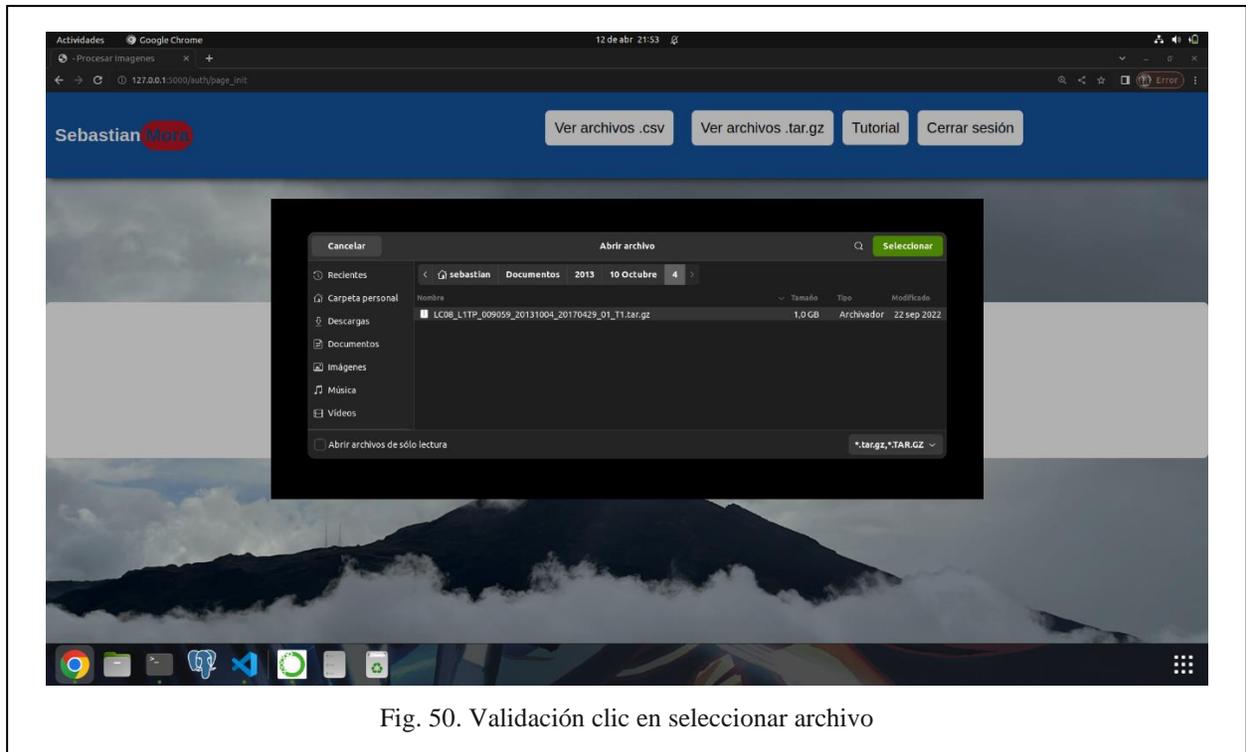


Fig. 50. Validación clic en seleccionar archivo

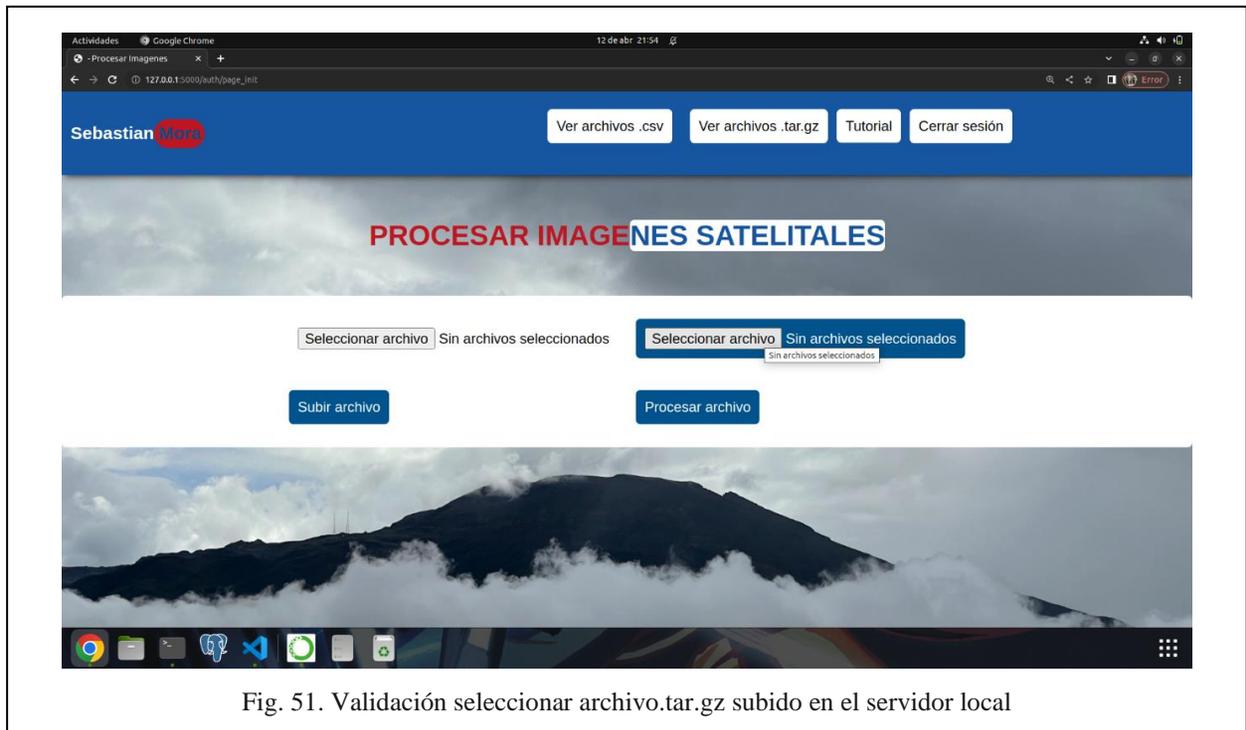


Fig. 51. Validación seleccionar archivo.tar.gz subido en el servidor local

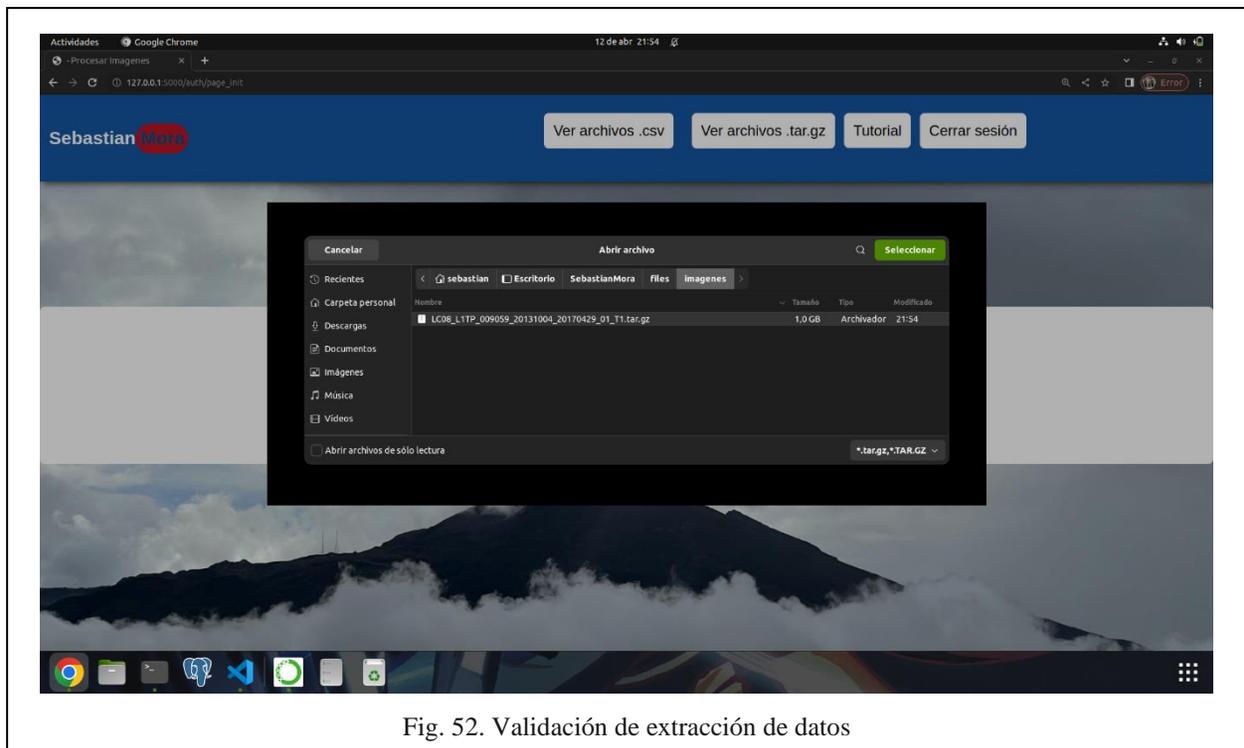


Fig. 52. Validación de extracción de datos

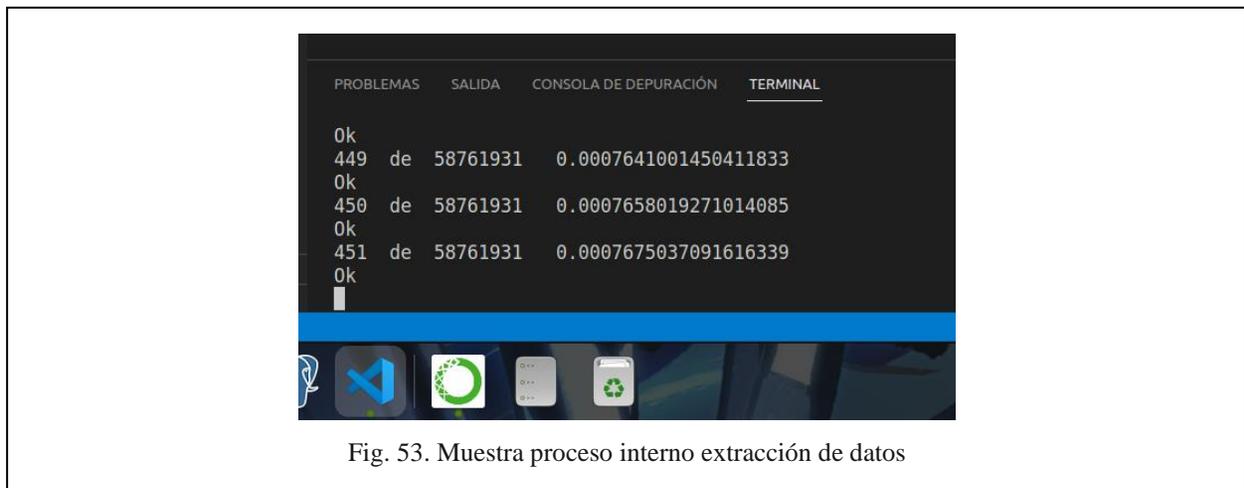


Fig. 53. Muestra proceso interno extracción de datos

5) Subir los datos de reflectancia a la tabla designada de la base de datos y generar archivo.CSV

La figura 48 muestra cómo se genera el archivo.CSV y se guardan los datos en tabla reflectanse. En la figura 49 se evidencia los datos extraídos del archivo.tar.gz.

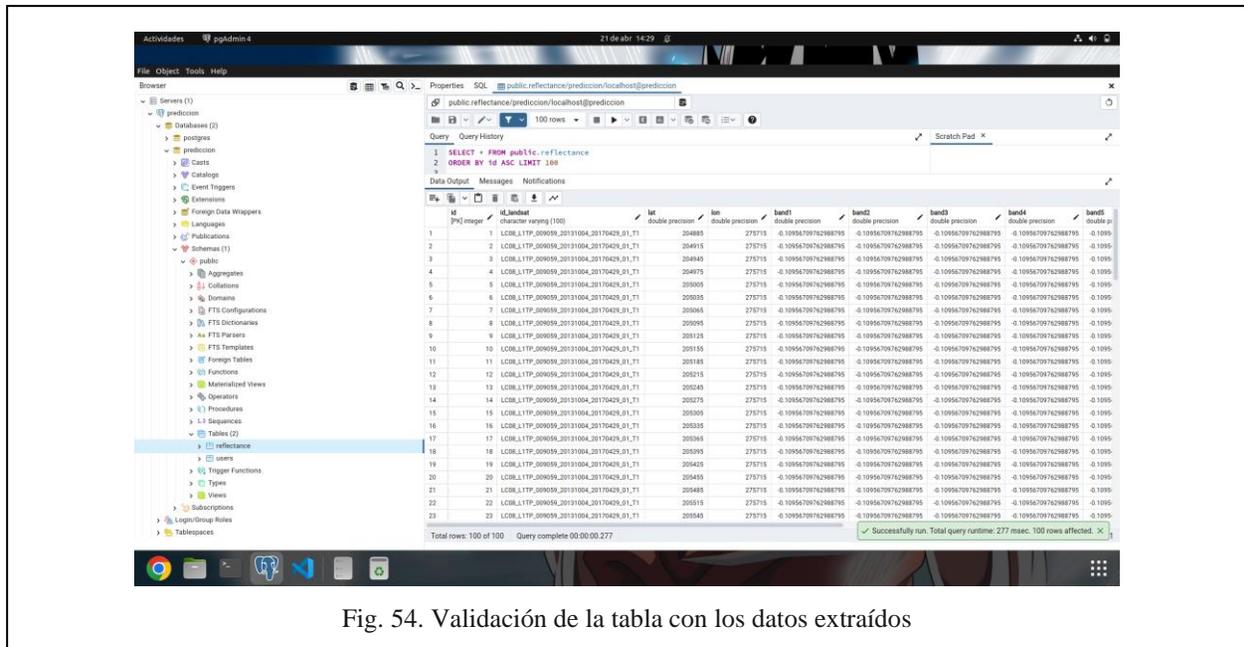


Fig. 54. Validación de la tabla con los datos extraídos

6) *Mostrar imágenes satelitales del sistema y opción descargar*

Esta funcionalidad muestra instantáneamente todos los archivos.tar.gz almacenados en el servidor local. Además, el usuario tendrá la opción de descargar el archivo con el icono que se encuentra en la parte derecha de cada archivo.

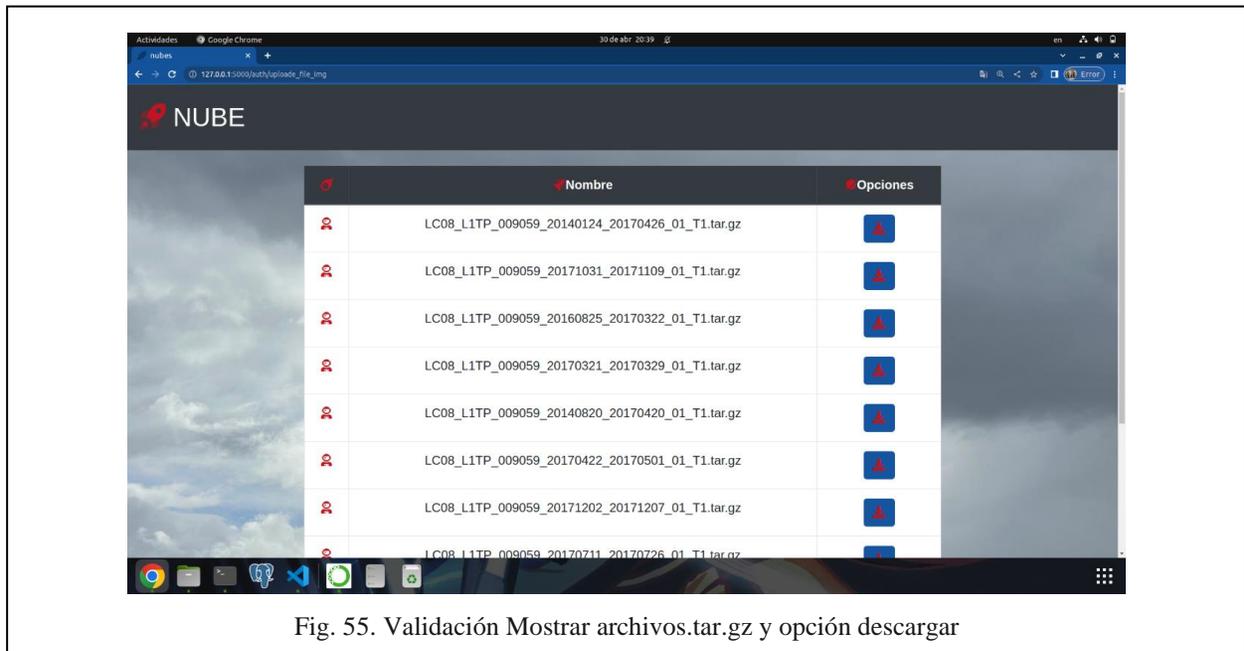


Fig. 55. Validación Mostrar archivos.tar.gz y opción descargar

7) *Mostrar los archivos CSV de reflectancia de las imágenes satelitales y opción descargar*

Esta funcionalidad muestra instantáneamente todos los archivos.CSV almacenados en el servidor local. Además, el usuario tendrá la opción de descargar el archivo con el icono que se encuentra en la parte derecha de cada archivo.

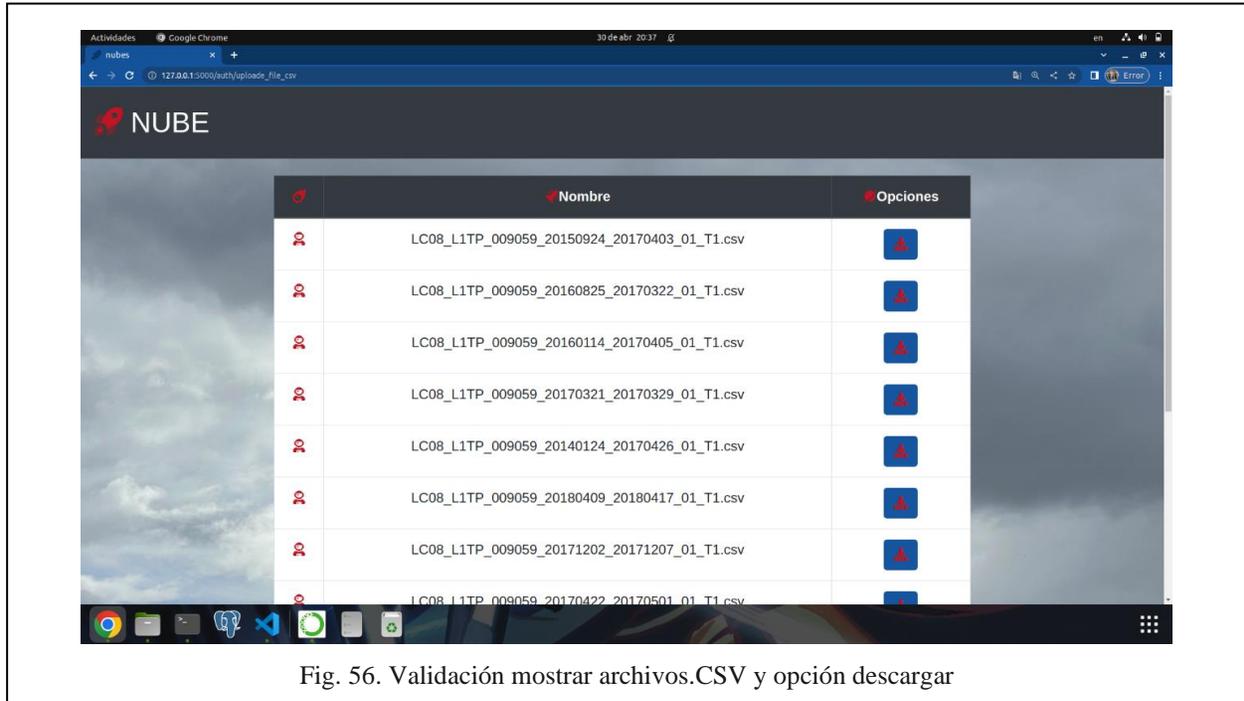
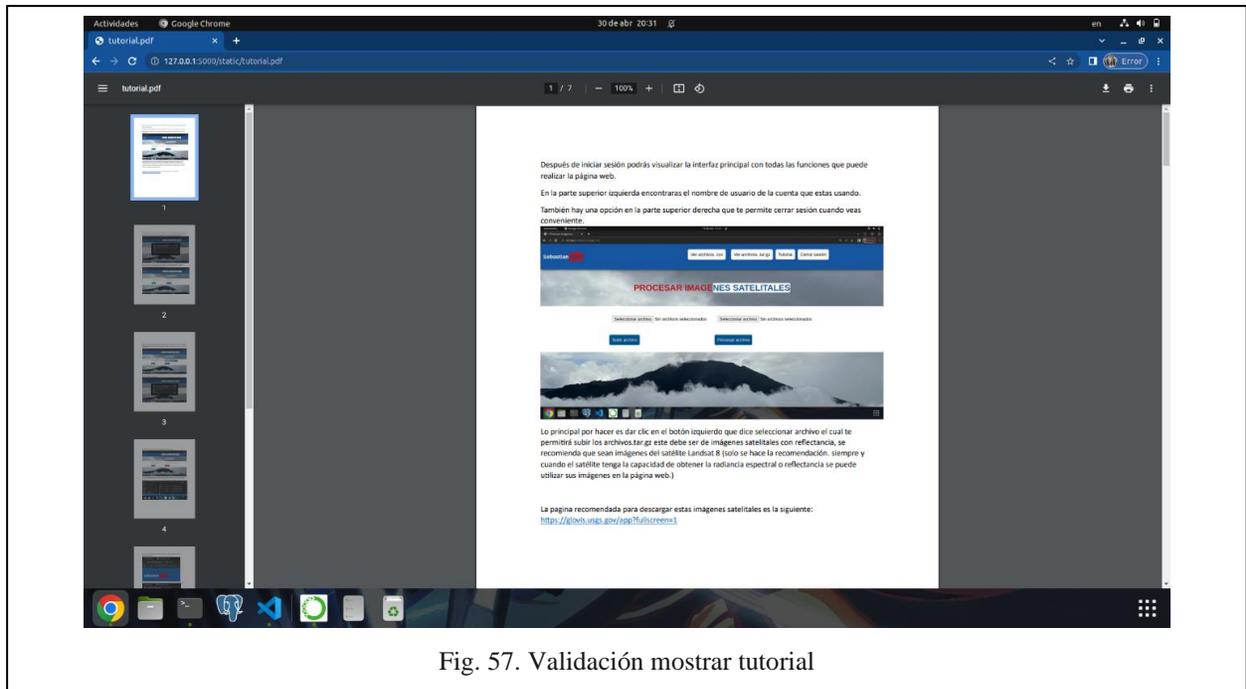


Fig. 56. Validación mostrar archivos.CSV y opción descargar

8) *Presentar tutorial del funcionamiento de la aplicación*

Este apartado dará la opción de desplegar un tutorial en PDF el cual se descargará de manera local para ser visualizado y encargarse de responder las dudas del usuario.



V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis y los resultados finales del trabajo de grado “sistema para la generación de un conjunto de datos de la cobertura vegetal caso: frontera periurbana santuario de flora y fauna Galeras – pasto.” fueron los siguientes:

A. Descargar un conjunto de imágenes satelitales de Landsat 8.

Para desarrollar la investigación, se debía descargar un conjunto de imágenes satelitales aptas para la generación de un conjunto de datos de la cobertura vegetal caso: frontera periurbana santuario de flora y fauna Galeras – Pasto.

Para ello, en primera instancia, después de realizar el registro GloVis e ingresar coordenadas las cuales captaban parte de la frontera entre el santuario de flora y fauna y la ciudad de Pasto; a una distancia de 500 metros, la cual se tomó de esa forma para solo capturar la zona de estudio; Se obtuvieron diferentes descargas de imágenes del satélite Landsat 8, de la fecha 1 de abril del 2013 hasta el 29 de diciembre del 2021, cada imagen tomó en promedio 6 h de descarga, las cuales tenían un tamaño aproximado de 1 GB.

En cuanto al satélite, se descartaron los otros satélites Landsat, debido a que en la actualidad están fuera de servicio. Muchos de ellos presentaba errores en las descargas y mostraba imágenes con líneas negras que no dejaban ver con claridad la zona [128, 129] y están fuera de servicio. Y ya mediante la matriz de muestras se logró obtener como resultado 333 imágenes, cantidad significativa durante ese periodo de tiempo, de esta cantidad se seleccionaron las imágenes que tuvieron un nivel de nubosidad menor al 70%, aplicando este filtro en GloVis, dando como resultado 23 imágenes que cumplieron este requisito, todo esto con el fin de ejemplificar un resultado real; de las cuales solo fue posible procesar 13 imágenes, por motivos de almacenamiento

[128] Yale University, *Cómo llenar los vacíos en las imágenes de Landsat ETM*, Centro de observación de la Tierra. [En línea]. Disponible: <https://yceo.yale.edu/how-fill-gaps-landsat-etm-images>

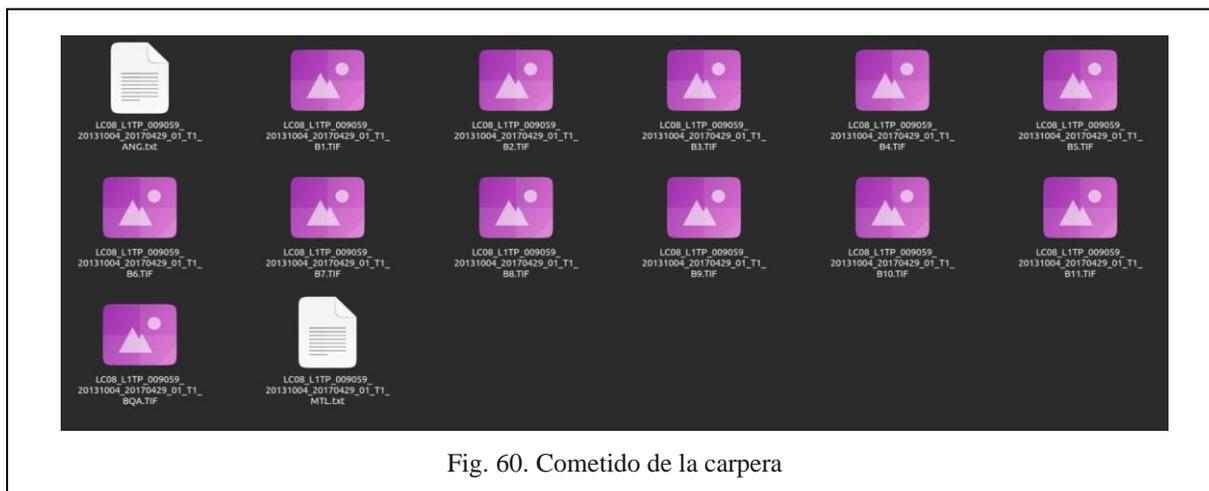
[129] USGS, *¿Qué son los datos sin SLC de Landsat 7 ETM+?*. [en línea]. Disponible: <https://www.usgs.gov/faqs/what-landsat-7-etm-slc-data>

en el servidor local, sin embargo es importante aclarar que de contar con mayor almacenamiento se pudieron haber procesado las 23 imágenes e inclusive más.

Imágenes que estaban compuesta por lo siguiente: LC08 código que hace alusión al satélite Landsat 8 y 20131004 que hace alusión a la fecha en la que el satélite tomó los datos la cual organizándola sería 4 de octubre del 2013, también cabe mencionar que los archivos están comprimidos en .tar.gz, como se muestra a continuación:



Dentro de la carpeta se encuentran en total 12 imágenes de la zona, las cuales son archivos .TIF, además de dos archivos de texto que contienen un archivo de metadato y el otro de chequeo; la cantidad de imágenes obtenidas son las capturas realizadas por las diferentes bandas que tiene el satélite:



La visualización de las imágenes satelitales se presenta en la figura 61; en cuanto a los archivos .txt que contienen información y datos de las imágenes los cuales están en un orden donde no se pueden aplicar formulas, ya que los datos numéricos están combinados con datos de texto y no en forma de tabla, para ejemplificar lo anterior se presenta una visualización en la figura 62:

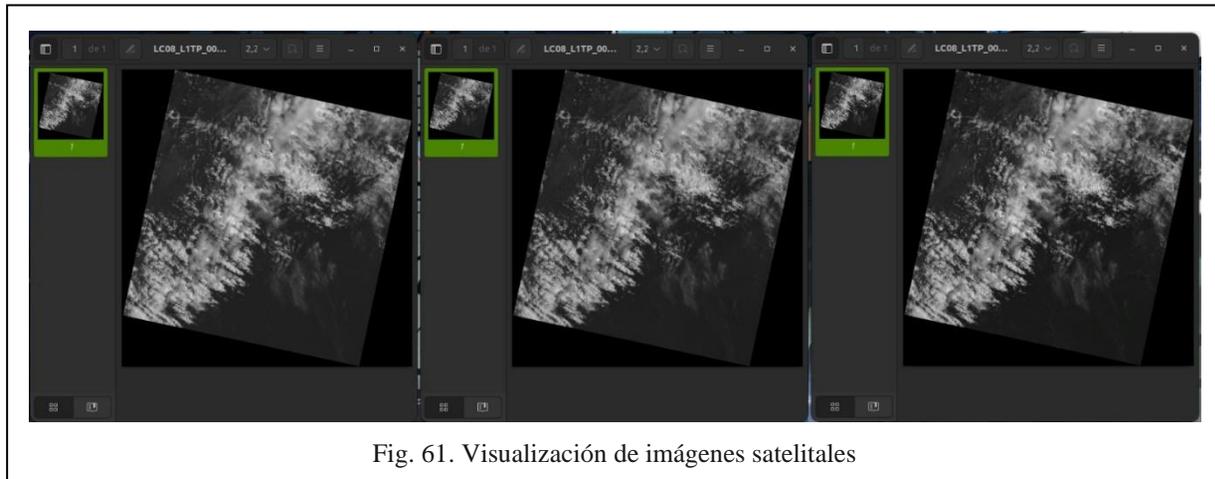


Fig. 61. Visualización de imágenes satelitales

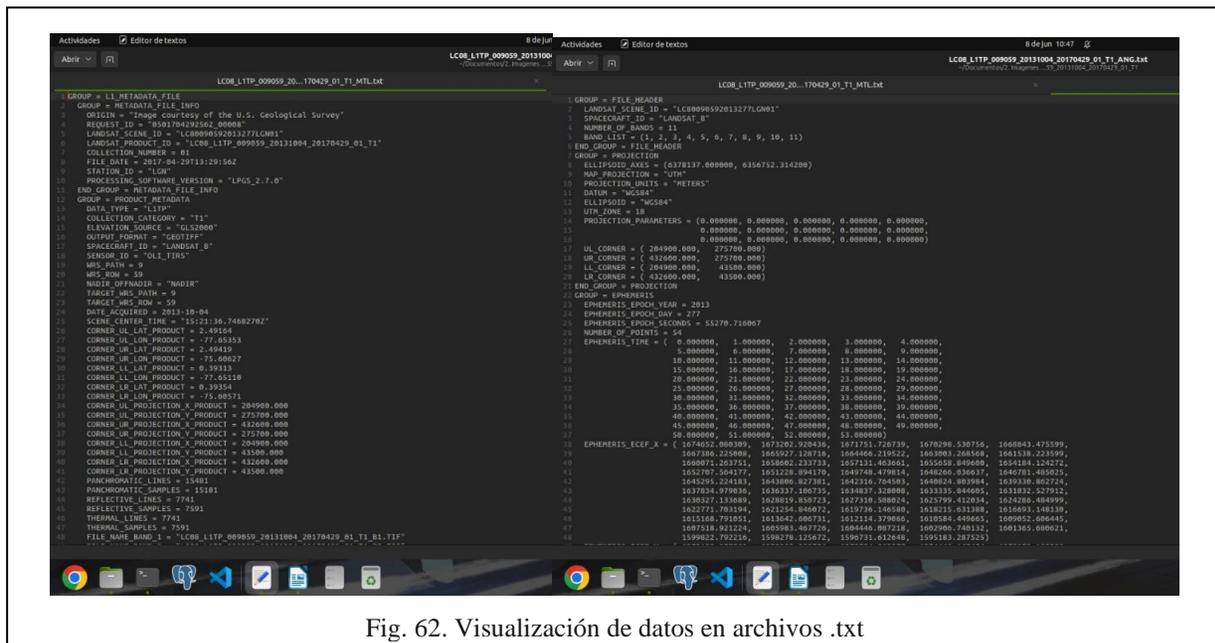


Fig. 62. Visualización de datos en archivos .txt

Y finalmente para el almacenamiento de las imágenes satelitales se crearon carpetas por año, las cuales contenían carpetas nombradas por los meses de ese año, y consiguiente a ello se organizaron carpetas por días.

B. Generar un Script para extracción de datos de reflectancia en bandas de aspecto electromagnético de imágenes satelitales.

Al utilizar el Script, se logró extraer la información de las 9 bandas y la temperatura de la zona elegida. A continuación, se muestra una parte del código que ejecuto esta tarea:

```
200 ##### Bluprin asignado para crear el archivo reflectancia #
201
202 @auth.route('/my-link', methods=['GET', 'POST'])
203 def my_link():
204     bandList = ['1','2','3','4','5','6','7','8','9','10', 'QUALITY']
205     class Landsat(object):
206         def __init__(self, nameFolder):
207             self.idLandsat = nameFolder
208             self.metadata = self.readMetadata(self.idLandsat)
209             self.getMetadata()
210         def readMetadata(self, idLandsat):
211             fileMTL = os.popen('ls '+idLandsat+'/*_MTL.txt').read().split('\n')[0]
212             metadataFile = open(fileMTL, 'r')
213             metadata = {}
214             for line in metadataFile:
215                 if not line.strip() == "END":
216                     val = line.strip().split('=')
217                     metadata [val[0].strip()] = val[1].strip().strip('\"')
218                 else:
219                     break
220             metadataFile.close()
221             return metadata
222         def acquireMetadata(self, band):
223             metadatalist = []
224             BANDFILE = "FILE_NAME_BAND " + band
225             ML = "RADIANCE_MULT_BAND_" + band
226             AL = "RADIANCE_ADD_BAND_" + band
227             Mp = "REFLECTANCE_MULT_BAND_" + band
228             Ap = "REFLECTANCE_ADD_BAND_" + band
229             metadatalist = [BANDFILE, ML, AL, Mp, Ap]
230             return metadatalist
231         def getMetadata(self):
232             self.band = {}
233             self.SE = self.metadata['SUN_ELEVATION']
234             self.K1 = self.metadata['K1_CONSTANT_BAND_10']
```

Fig. 63. Código encargado de extraer datos

Después de ser extraídos los datos de reflectancia, estos fueron enviados a la base de datos de PostgreSQL utilizando el código mostrado a continuación:

```

370     for i in range(len(nameFolders)-1):
371         print("Lectura de folders ",i," folders de ",len(nameFolders))
372         if os.path.isfile(nameFolders[i]):
373             os.system('rm -R '+nameFolders[i].split('.')[0])
374             os.system('mkdir '+nameFolders[i].split('.')[0])
375             os.system('tar -xvf '+nameFolders[i]+' -C '+nameFolders[i].split('.')[0])
376             landsat = Landsat(nameFolders[i].split('.')[0])
377             date_landsat = '{0}\t{1}'.format(landsat.idLandsat, landsat.DATE)
378             print(date_landsat)
379             #db.copyToTable('date_landsat',io.StringIO(date_landsat)) #conexion a la tabla 'date_landsat'()
380             reflectance = []
381             discarded = []
382             total=landsat.band['1'].rows*landsat.band['1'].cols
383             k =0
384             for x in range(0,landsat.band['1'].rows,1):
385                 for y in range(0,landsat.band['1'].cols,1):
386                     #if(landsat.band['3'].array[x][y]==0 or landsat.band['4'].array[x][y]==0 or
387                     # landsat.band['5'].array[x][y]==0 or landsat.band['6'].array[x][y]==0 or
388                     # landsat.band['10'].array[x][y]==0):
389                         # continue
390                     point = Point(landsat, x, y)
391                     #acca = point.acca()
392                     bqa = point.qualityAssessmentBand()
393                     k +=1
394                     print(k," de ",total," ",100*k /total)
395                     if(bqa[0]!='Yes' and bqa[1]!='Yes' and bqa[2]!='Yes' and bqa[3]!='No' and bqa[4]!='Yes' and bqa[5]!='Yes'):
396                         cursor = conexion.cursor()
397                         cursor.execute("INSERT INTO reflectance (id_landsat,lat,lon,band1,band2,band3,band4,band5,band6,band7,band8,band9,tem)
398                         conexion.commit()
399                         cursor.close()
400                         reflectance.append('{0}\t{1}\t{2}\t{3}\t{4}\t{5}\t{6}\t{7}\t{8}\t{9}\t{10}\t{11}\t{12}'.format(point.idLandsat,
401

```

Fig. 64. Código encargado de enviar información a base de datos

Y también fueron enviados a archivo.CSV los cuales tendrá la misma información de la base de datos. Con la diferencia de que se creara un archivo.CSV por cada imagen procesada a diferencia de la base de datos que solo tendrá una tabla y se ira retroalimentando en el orden en el que se procesen las imágenes.

```

399         cursor.close()
400         reflectance.append('{0}\t{1}\t{2}\t{3}\t{4}\t{5}\t{6}\t{7}\t{8}\t{9}\t{10}\t{11}\t{12}'.format(point.idLandsat,
401                                                     point.latitude,
402                                                     point.longitude,
403                                                     point.reflectance['1'],
404                                                     point.reflectance['2'],
405                                                     point.reflectance['3'],
406                                                     point.reflectance['4'],
407                                                     point.reflectance['5'],
408                                                     point.reflectance['6'],
409                                                     point.reflectance['7'],
410                                                     point.reflectance['8'],
411                                                     point.reflectance['9'],
412                                                     point.temp))
413         print('Ok')
414         df=pd.DataFrame(reflectance)
415         df.to_csv('../Csv/reflectance1.csv', sep = ';') #Se colocó sep = ';' para separar #se crea el csv
416     else:
417         print('Bad')
418         discarded.append('{0};{1};{2};{3}'.format(point.idLandsat, point.latitude, point.longitude, point.DN['QUALITY']))
419         #print("Reflec "+reflectance[-1]) (comento el PROFESOR)
420         #print("Discar "+discarded[-1]) (comento el PROFESOR)
421     df=pd.DataFrame(reflectance)
422     df.to_csv('../Csv/reflectance1.csv', sep = ';') # guarda los datos en formato .CSV ()
423     reflectance = '\n'.join(reflectance)
424     discarded = '\n'.join(discarded)
425     #db.copyToTable('reflectance',io.StringIO(reflectance))(comento el PROFESOR)
426     #db.copyToTable('discarded',io.StringIO(discarded))(comento el PROFESOR)
427     os.system('rm -R '+nameFolders[i].split('.')[0])
428     conexion.close()
429     #####
430     path = os.getcwd()
431     path = '/home/sebastian/Escritorio/SebastianMora/files/imagenes#Directorio donde se encuentra la imagen a procesar. ()
432     os.chdir(path)
433     print(path)
434     tiempo1 = time.time()

```

Fig. 65. Código encargado de enviar información a los archivos.CSV

C. Implementar una plataforma web para gestionar todas las funcionalidades tales como extracción y generación de archivos .CSV del conjunto de imágenes satelitales

En cuanto a los resultados del funcionamiento de la plataforma web se logró cumplir con la función de procesar imágenes satelitales de espectro electromagnético de Landsat 8, es decir, que se implementó una herramienta para extraer los datos de reflectancia. Así mismo, cumplió con la función de generar los archivos en formato .CSV de cada una de las imágenes procesadas y almacenadas en el servidor, estando disponible para su descarga.

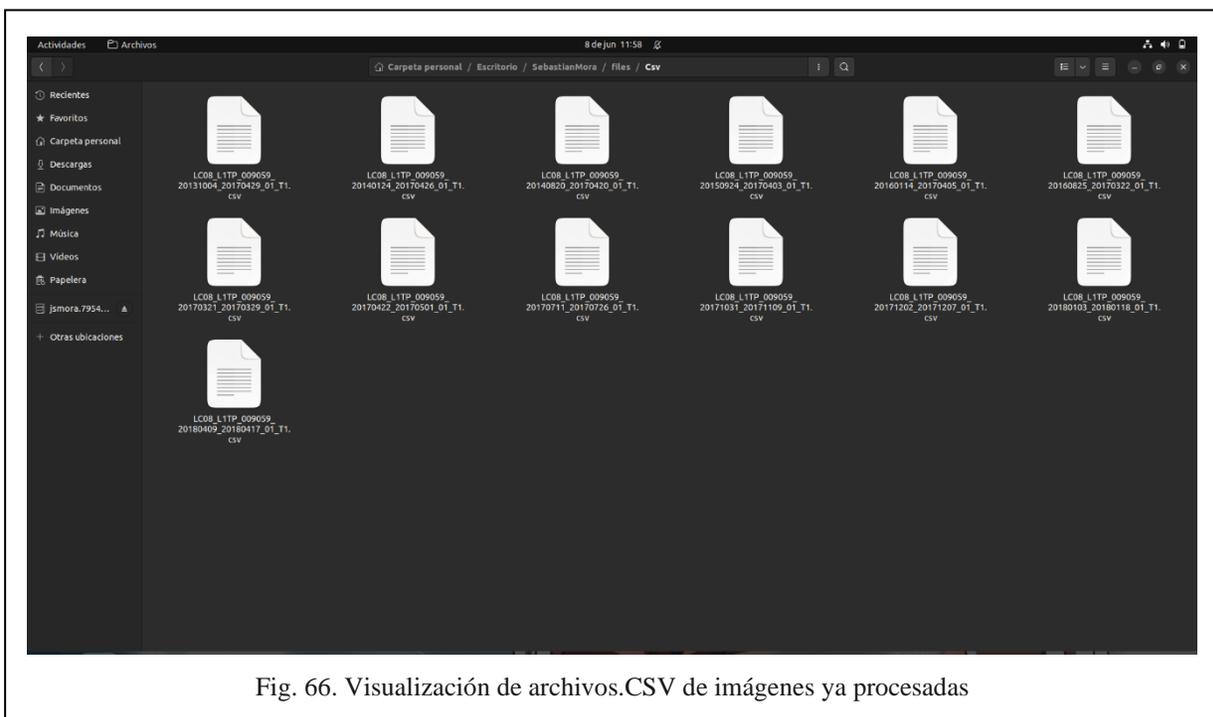


Fig. 66. Visualización de archivos.CSV de imágenes ya procesadas

Los archivos .CSV almacenaron internamente una tabla con los datos de id_landsat el cual es el nombre de la imagen, lat (latitud), lon (Longitud), datos de reflectancia de las bandas band1, band2, band3, band4, band5, band6, band7, band8, band9 y la temperatura (temp).

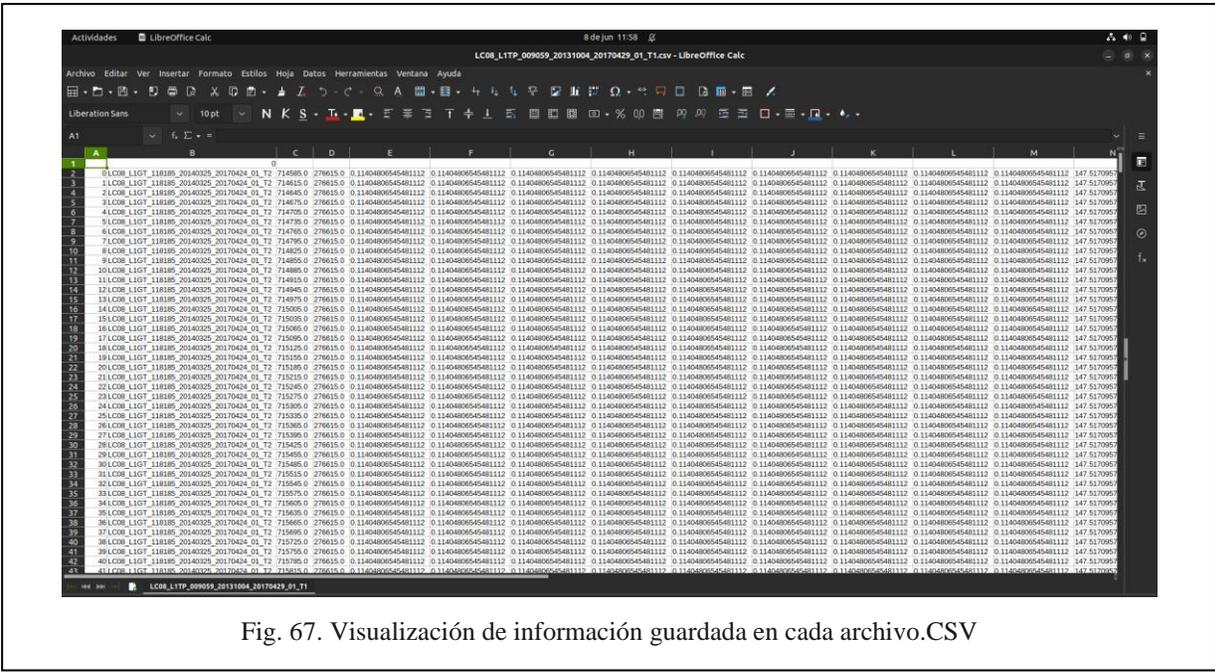


Fig. 67. Visualización de información guardada en cada archivo.CSV

En cuanto a la base de datos, su funcionamiento fue eficiente, ya que se almacenó en una sola tabla toda la información de reflectancia de las 13 imágenes procesadas de las bandas 1 hasta la banda 9, así como también, el nombre de la imagen, latitud, longitud y la temperatura.

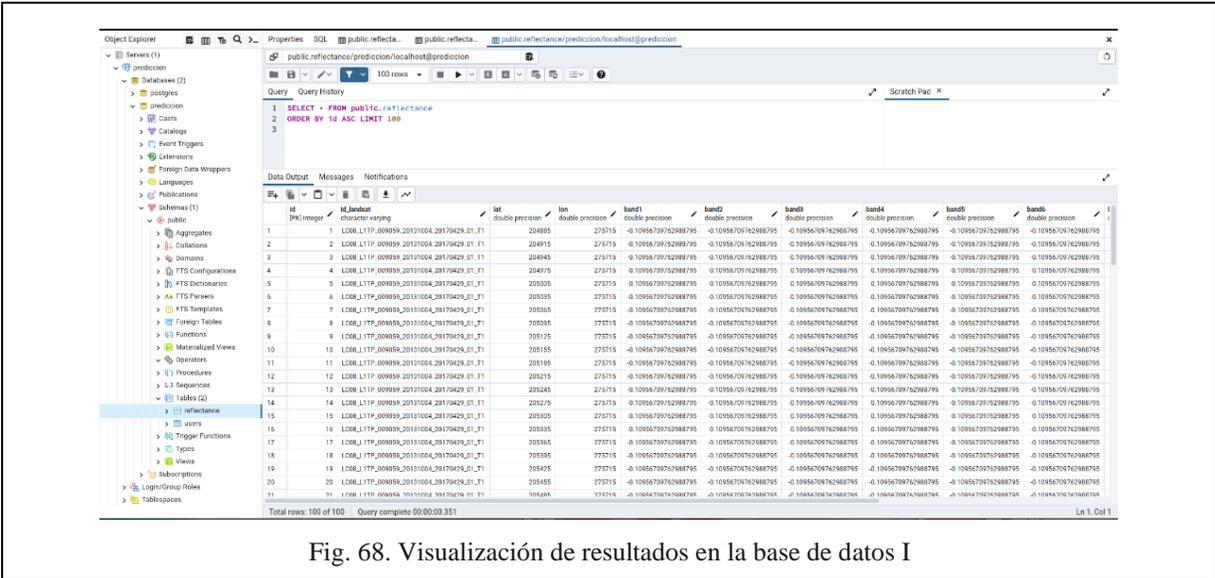


Fig. 68. Visualización de resultados en la base de datos I

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que las entidades gubernamentales ambientales fueron de gran ayuda. Dado que estas brindaron información relevante para realizar el proceso investigativo. Esto se debe tener en cuenta debido a que el mantenimiento de la producción agropecuaria juega un importante papel en la provisión de alimentos e ingresos a la población.

La metodología Waterfall se constituye en un gran recurso, que facilita el desarrollo de etapas de planeación, técnicas y de tipo ingenieril en este proyecto, permitiendo alcanzar los objetivos de la investigación.

Las 333 imágenes descargadas no fueron usadas en su totalidad, por nubosidad solo fueron aptas 23 imágenes, de las cuales, se procesaron 13 para demostrar que el script funciona. La nubosidad se puede revisar antes de la descarga de las imágenes, pero de todas maneras el script filtra las imágenes y los datos que se vean afectados.

Se puede afirmar que, el código usado para la extracción de datos realiza con éxito su función, al igual que la plataforma web en general, pero cabe resaltar que con un equipo con mayor capacidad se presentarían resultados más amplios, por ejemplo, instalando el sistema operativo directamente en un equipo y no en una máquina virtual, puesto que el uso de una máquina virtual agiliza espacios de simulación, sin embargo la utilización de una máquina real permite utilizar todos los recursos del equipo.

La georreferenciación de imágenes satelitales y data base (base de datos) existente son un medio eficaz para la recolección de datos geoespaciales.

Por último, se concluye que la plataforma web cumple con los requisitos esperados. Este proyecto es una buena muestra del conocimiento que se adquirió con el paso del tiempo en la carrera de ingeniería de sistemas en la universidad CESMAG. Por otra parte, realizar un proyecto similar a este puede ser una buena primera experiencia siempre y cuando haya un acompañamiento de el mismo nivel. por último, este tipo de proyectos supone el fin de una etapa y el comienzo de otra.

VII. RECOMENDACIONES

El presente proyecto de grado brinda muchas posibilidades de continuación ya que se pueden realizar mejoras en cuanto a código. Con los datos que extrae se puede predecir la cobertura vegetal o también ver el comportamiento que ha tenido de una manera más grafica. Por ende, una de las principales recomendaciones seria aplicar el NDVI y el AVI los cuales se explican a continuación:

-

- Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI): La variable se utiliza en numerosas aplicaciones como la determinación de la fenología de los cultivos, la identificación del tipo y salud de los cultivos, el seguimiento forestal, etc. Para calcular el índice se presentan las siguientes fórmulas:

Ecuación 1. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) Landsat 8 OLI

$$NDVI_{L8} = \frac{Band_5 - Band_4}{Band_5 + Band_4} \rightarrow Landsat\ 8\ OLI$$

Ecuación 2. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) Landsat 5 TM

$$NDVI_{L5} = \frac{Band_4 - Band_3}{Band_4 + Band_3} \rightarrow Landsat\ 5\ TM$$

- Índice de vegetación avanzada (AVI): Usado para determinar los cambios de vegetación en el tiempo y se puede calcular el índice de vegetación avanzado mediante las siguientes fórmulas:

Ecuación 3. Índice de vegetación avanzado Landsat 5 TM

$$AVI_{L5} = (Band_4 * (1 - Band_3) * (Band_4 - Band_3))^{\frac{1}{3}} \rightarrow Landsat\ 5\ TM$$

Ecuación 4. Índice de vegetación avanzado Landsat 8 OLI

$$AVI_{L8} = (Band_5 * (1 - Band_4) * (Band_5 - Band_4))^{\frac{1}{3}} \rightarrow Landsat\ 8\ OLI$$

Se recomienda tener en cuenta el tiempo ya que trabajos como este necesitan de mucha dedicación y tiempo para obtener resultados óptimos.

Se aconseja trabajar en un equipo directamente y no en una máquina virtual debido a que dicha máquina virtual no utiliza todos los recursos del ordenador, de igual manera el uso de equipos con buenas capacidades, dado que esto reducirá el tiempo que tarda el script en procesar una imagen.

Se sugiere trabajar este tipo de proyectos donde se maneja gran cantidad de datos con un servidor y base de datos de distribución, aunque, es posible trabajar con limitaciones en un servidor y base de datos de desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Gonzales, *Ingeniería de Sistemas*. Colombia. 2018
- [2] La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, “*Los bosques, la biodiversidad y las personas*”, El estado de los bosques del mundo (SOFO), p.224, Dic. 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- [3] A. J. Paz Cardona, *El 76 % de los parques nacionales en Colombia tiene ecosistemas con algún grado de amenaza, Mongabay periodismo ambiental independiente en Latinoamérica*, Sep. 2021. [En línea]. Disponible: <https://es.mongabay.com/2021/09/parques-nacionales-colombia-amenazas-informe/>
- [4] Y. Diaz, “*El caso del Santuario de Flora y Fauna Galeras: un modelo de gobernanza compartida*”. *Solutions for a healthy planet*. Abr. 1, 2021. [En línea]. Disponible: <https://panorama.solutions/es/solution/el-caso-del-santuario-de-flora-y-fauna-galeras-un-modelo-de-gobernanza-compartida>
- [5] M. A. Arteaga Benavides, “Análisis de la expansión de la frontera agrícola y la deforestación de cerro negro y san francisco de los municipios de Córdoba y Puerres del departamento de Nariño”, Especialización, Univ., Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2019. [En línea]. Disponible: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7709/Anteproyecto%20de%20grado.PDF?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Factores%20tales%20como%20la%20ejecución,megaproyectos,%20el%20desarrollo%20de%20infraestructura>
- [6] F. V. Sánchez Calderón, J. V. Feo Basto, Ó. J. Linares Londoño, N. León Rodríguez, V. Melo Moreno, F. H. Riveros, C. A. Rodríguez Tinjacá, J. D. Cortés, M. E. Vargas Poo, A. F. Gordillo Restrepo, D. F. Arias Escobar, Y. Oviedo Correa y B. I. Robayo Vásquez, *La explotación forestal – problemas ambientales*, Bogotá, Editorial Nomos.S.A. p.1-63, 2020. [En línea]. Disponible: https://www.reddeapoyodigital.com/normalab/files/clic/normapack/ser%20competentes/sociales/ser_soc09_est/23/#zoom=z
- [7] Unidad de Planificación Rural Agropecuaria y Ministerio de Agricultura, *Identificación general de la frontera agrícola en Colombia Ministerio de Agricultura* Ene. 31, 2018. [En línea]. Disponible:

https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Projects_Documents/IDENTIFICACION%20GENERAL%20DE%20LA%20FRONTERA%20.PDF

[8] M. A. Espinoza Borrero, *Desaparición de los cultivos, una alerta en el campo de Colombia*, *El Tiempo*, Jul. 15, 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/situacion-del-campo-en-colombia-millones-de-hectareas-sin-cultivar-387276#:~:text=La%20región%20de%20Montes%20de,armado%20en%20la%20población%20civil.&text=La%20violencia%20paramilitar%20que%20sacudió,de%20este%20tipo%20de%20aguacate>.

[9] J. E. Quitiaquez Segura, "Incidencias de las actividades humanas sobre los recursos naturales y la cobertura vegetal en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG) (Nariño)", Tesis de grado para maestría, Fac. de Ciencias Contables Económicas y Administrativas, Univ., de Manizales, Manizales, May. 2017. [En línea]. Disponible: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3262/QUITIAQUEZ%20%20%20JAVIER->

[ENTREGA%20FINAL%20DE%20TESIS%202017.PDF?sequence=1&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3262/QUITIAQUEZ%20%20%20JAVIER-ENTREGA%20FINAL%20DE%20TESIS%202017.PDF?sequence=1&isAllowed=y)

[10] Grupo Banco Mundial, *Medio ambiente*, *World Bank*, Oct. 5, 2022. [En línea]. Disponible: <https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/overview#1>

[13] Sistema de Posicionamiento Global, *Agricultura*, *GPS.GOV*. [En línea]. Disponible: <https://www.gps.gov/applications/agriculture/spanish.php>

[14] Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, *Frontera agrícola colombiana abre las puertas a nuevos caminos de desarrollo rural sostenible*, *Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible*. Jun. 21, 2018. [En línea]. Disponible: <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3966-frontera-agricola-colombiana-abre-las-puertas-a-nuevos-caminos-de-desarrollo-rural-sostenible>

[15] N. Montero Solís y G. Cortés Muñoz, "La frontera agrícola en las áreas aledañas al Humedal Nacional Térraba Sierpe y sus implicaciones en la sostenibilidad de los sistemas productivos", *e-Agronegocios*, vol. 7, no. 1, p. 56–77, Dic. 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18845/ea.v7i1.5317>

[17] J. F. Reyes Barros, "Georreferenciación del humedal la tembladera empleando la herramienta SIG en el sistema operativo Windows 10", *Examen Complexivo Gestión Ambiental*, p.1-30, Dic. 2020. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16045>

- [19] A. Santillán Fernández, I. I. Vargas Cabrera, L. M. Pelcastre Ruiz, E. Carrillo Ávila, F. Alatorre Cobos y J. Bautista Ortega, "*Resiliencia de la cobertura vegetal en el Suroeste de México ante los efectos del cambio climático*", Revista Peruana de Biología, vol. 28, no. 2, May. 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.15381/rpb.v28i2.18187>
- [21] N. Collazos, "Desarrollo de una Aplicación web para la administración, trazabilidad y georreferenciación de la finca la pradera ubicada en la vereda el progreso municipio de Garzón - AdmiFinc@". Tesis de grado, Esc. de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, UNAD, Pitalito, 2020. [En línea]. Disponible: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39271>
- [23] A. P. Duvan Arley y D. S. Juan Camilo, "Análisis temporal de la cobertura vegetal y la degradación en la extensión de la cobertura de páramo subcuena San José páramo Rabanal". Tesis de grado, Fac. de Ingeniería Civil, Univ. Santo Tomas, Tunja, p. 1-84. 2021. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/11634/33722>
- [25] L. Martínez y L. M. Ruiz. "Análisis de la Pérdida en la Cobertura Vegetal a Partir de un Estudio Multitemporal 2007 - 2013 Parque Nacional Natural Alto Fragua Indi Wasi". Tesis de grado, Fac. Medio ambiente, Univ. Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, p. 1-89. 2016. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/11349/3275>
- [27] M. E. Sevillano Rodríguez y L. C. Bravo Peña, "*Análisis multitemporal de la expansión física en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia*", Revista interdisciplinaria sobre estudios urbanos, vol. 3, no. 3, p. 28-43, Oct. 2018. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.20983/decumanus.2018.1.2>
- [29] N. A. Patiño Narváz, "Clasificación de la cobertura de la tierra en el suelo rural del municipio de Pupiales - Nariño mediante aplicación de herramientas SIG", Tesis de grado para especialización, Univ. de Manizales, Manizales, 2016. [En línea]. Disponible: <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2510>
- [31] E. Bastidas González y L. T. Naranjo Moreno, "Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal y su efecto en los caudales máximos para la cuenca del río Guaguí en el municipio de Barbacoas", Tesis de grado, Univ. Católica, Bogotá, p. 1-68, 2020. [En línea]. Disponible: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/21fb7f1c-1d8d-4a9d-b64f-4b54b889d767>
- [33] J. E. Quitiaquez Segura, "Incidencias de las actividades humanas sobre los recursos naturales y la cobertura vegetal en el Santuario de Flora y Fauna Galeras (SFFG) (Nariño)", Tesis de grado para maestría, Universidad de Manizales, Manizales, 2017. [En línea]. Disponible:

<https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3262/QUITIAQUEZ%20S%20%20JAVIER->

<ENTREGA%20FINAL%20DE%20TESIS%202017.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

[35] M. Rodríguez. Becerra, “*Ingeniería y medio ambiente*”, Revista de ingeniería, no. 26, p. 1-9, Dic. 2007. [En línea]. Disponible:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000200008

[36] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *Cobertura de tierra, IDEAM*, 2012. [En línea]. Disponible: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>

[37] A. del C. Javier y A. C. Gustavo Adolfo, “*Pérdida de la cobertura vegetal y de oxígeno en la media montaña del trópico andino, caso cuenca urbana San Luis (Manizales)*”, Revista Luna Azul, no. 37, May. 2, 2013. [En línea]. Disponible:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742013000200004

[38] Sistema de Estímulos Académicos, *Órbita, SEA*. [En línea]. Disponible: <https://www.sea-astronomia.es/glosario/orbita>

[39] CNICE, *Introducción a la orbitografía, Concurso.cnice*, [En línea]. Disponible: <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad3/orbitas.htm>

[40] Axess Networks, *¿Qué son y para qué sirven los satélites geoestacionarios?*, Axess Networks, Mar. 2022. [En línea]. Disponible: <https://axessnet.com/que-son-y-para-que-sirven-los-satelites-geoestacionarios/>

[41] M. García Comas y C. Deller, *Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, USA Gov*. [En línea]. Disponible: <https://www.usa.gov/es/agencias/administracion-nacional-de-aeronautica-y-el-espacio>

[42] C. Duarte Muñoz, “*Introducción a los satélites de observación de la Tierra*”. Agencia espacial Mexicana. 123 Ed. [En línea]. Disponible: <https://haciaelespacio.aem.gob.mx/revistadigital/articul.php?interior=77>.

[43] De la Peña, Luis, “*La naturaleza de la luz*”, *Revista Digital Universitaria*. vol.19, no. 3, p. 1-9, May. 2018. México. [En línea]. Disponible: <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n3.a1>

[44] *Teoría de la iluminación, BEGA*. [En línea]. Disponible: <https://www.bega.com/es-es/conocimientos/teoria-de-la-iluminacion/naturaleza-fisica-de-la-luz/>

[45] *Que es la luz, Significados*. [En línea]. Disponible: <https://www.significados.com/luz/>

- [46] J. Luque Ordoñez, “*Espectro electromagnético y espectro radioeléctrico*”, Acta.es, p. 1-15, 2017. [En línea]. Disponible: https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/062017.PDF
- [48] E. Chuvieco, *Fundamentos de teledetección espacial*, 2da Ed., Madrid: Ediciones Rialp, 1995, p. 1-449. [En línea]. Disponible: <http://cursosihlla.bdh.org.ar/Sist.%20Cart.%20y%20Teledet./Bibliografia/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.PDF>
- [50] O, Bustos, *Introducción a los procesos markovianos en el análisis y procesamiento de imágenes*, Univ nacional de Córdoba, p. 1-46. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Componentes-de-un-sistema-de-teledeteccion-espacial-A-Fuente-de-energia-B_fig1_228635353
- [51] S. Villajos Ormeño, *Teledetección fundamental*. 3ra Ed., 2006. [En línea]. Disponible: <http://pdi.topografia.upm.es/santi/download/FunTeled.PDF>
- [53] A. García Alonso, “Estudio de la reflectancia espectral y modelos de predicción de color en mosaicos de vítreos”, Tesis de grado, Fac. de ciencias, Univ. de Cantabria. Santander. 2018. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/10902/9203>
- [55] *Resolución de las imágenes satélite*, CNICE, 2006. [En línea]. Disponible: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/i_resolucion.htm
- [58] *Caracterización de las imágenes de satélite*, UM.es, 2006. [En línea]. Disponible: https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node71_mn.html
- [59] N. Borotkanych, *Resolución Espacial En Teledetección Y Sus Usos Reales*, EOS Data Analytics. Mar. 3, 2023. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>
- [61] F. Ochoa, *Tipos de resolución*, ArcGeek. Feb. 9, 2023. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>
- [63] *Resoluciones de teledetección*, Cursosihlla. [En línea]. Disponible: http://cursosihlla.bdh.org.ar/Geo_UNS_2014/3_Bonus/2%20Resoluciones%20en%20Teledetecci%C3%B3n.PDF
- [64] *Resolución temporal*, IDECA. [En línea]. Disponible: <https://www.ideca.gov.co/recursos/glosario/resolucion-temporal>
- [65] N. Borotkanych, *Resolución Espacial En Teledetección Y Sus Usos Reales*, EOS Data Analytics. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/resolucion-espacial/>

- [66] P. M. Sánchez Jara, “Teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales”, Tesis de grado, Univ. de Cuenca, Ecuador, 2012. [En línea]. Disponible: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1109083>
- [68] C. A. Sergio, "Procesamiento de imágenes multiespectrales para el análisis del estado de la vegetación", Tesis de grado, Univ. Abierta de Catalunya, Barcelona, 2018. [En línea]. Disponible: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/81436/6/scanalejocTFM0618memoria.PDF>
- [69] P. M. Sánchez Jara, “Teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales”, Tesis de grado, Univ. de Cuenca, Ecuador, 2012. [En línea]. Disponible: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1109083>
- [71] B. Ramos López, Las imágenes hiperespectrales, Cursos teledetección.com, Feb. 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.cursosteledeteccion.com/las-imagenes-hiperespectrales/>
- [72] Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, *Landsat Science*, NASA, [En línea]. Disponible: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-6/>
- [73] Earth Observing System, *Landsat 8*, NASA, [En línea]. Disponible: <https://eos.com/find-satellite/landsat-8/>
- [74] Servicio geológico de Estados Unidos, *Landsat 8*, USGS.gov, [En línea]. Disponible: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>
- [75] A. Araque Ibáñez. “Sistema de Información Geográfica para la mejora de la gestión y la toma de decisiones difusa en entornos oleícolas”, Tesis de grado, Univ. de Jaén, Dep. Informática, Andalucía, 2012. [En línea]. Disponible: https://sinbad2.ujaen.es/sites/default/files/publications/TTII_AntonioAraque.PDF
- [76] Geoinnova, *Imágenes satelitales gratuitas: principales sitios web de descarga*, Geoinnova, Jun. 2022. [En línea]. Disponible: <https://geoinnova.org/blog-territorio/imagenes-satelitales-gratuitas/>
- [77] GloVis, *Glovis*, Servicio geológico de Estados Unidos. [En línea]. Disponible: <https://glovis.usgs.gov/>.
- [78] EOS Data Analytics, *Imágenes De Satélite Gratis: Las Mejores Fuentes*. [En línea]. Disponible: <https://eos.com/es/blog/imagenes-de-satelite-gratis/>
- [79] Gisandbeers, *Sentinel Playground: el visor de imágenes Sentinel*, Mar. 2017. [En línea]. Disponible: <http://www.gisandbeers.com/sentinel-playground-visor-imagenes-sentinel/>

- [81] Esero, *Utilizando imágenes de los satélites Sentinel*, EseroSp. [En línea]. Disponible: http://esero.es/practic-as-en-abierto/observa-la-tierra-desde-el-espacio-14-18/sabes_qu_es_eo_browser.html#:~:text=El%20navegador%20EO%20Browser%20permite,del%20hombre%20como%20los%20incendios.
- [82] Medium, *El navegador EO con nuevas funciones se vuelve gratuito*, Medium. Oct. 2017. [En línea]. Disponible: http://esero.es/practic-as-en-abierto/observa-la-tierra-desde-el-espacio-14-18/sabes_qu_es_eo_browser.html#:~:text=El%20navegador%20EO%20Browser%20permite,del%20hombre%20como%20los%20incendios.
- [83] Google Earth Engine, *¿En qué se diferencia Earth Engine de Google Earth?*, earthengine. [En línea]. Disponible: <https://earthengine.google.com/faq/>
- [84] Copernicus. *Centro de acceso abierto de Copernicus*. [En línea]. Disponible: <https://scihub.copernicus.eu/>
- [85] R. B. Reyes Atanacio, *Ventajas, desventajas, dificultades del uso del software para crear modelos digitales de terrenos y los usos en la industria minera*, Escuela de Ingeniería de Minas. [En línea]. Disponible: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-daniel-alcides-carrion/seguridad-minera/ventajas-desventajas-dificultades-del-uso-de-software-para-crear-modelos-digitales-y-los-usos-en-la-industria-minera/26836308>
- [86] Earthdata, *Cosmovisión*. [En línea]. Disponible: <https://www.earthdata.nasa.gov/worldview>
- [87] S. Montoya, *Tutorial para descargar Imágenes Satelitales de Elevación ASTER de NASA Earthdata*, Gidahatari, May. 2016. [En línea]. Disponible: <https://gidahatari.com/ih-es/tutorial-para-descargar-imagenes-satelitales-de-elevacion-aster-de-nasa-earthdata>
- [88] R. B. Reyes Atanacio, *Ventajas, desventajas, dificultades del uso del software para crear modelos digitales de terrenos y los usos en la industria minera*, Escuela de Ingeniería de Minas. [En línea]. Disponible: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-daniel-alcides-carrion/seguridad-minera/ventajas-desventajas-dificultades-del-uso-de-software-para-crear-modelos-digitales-y-los-usos-en-la-industria-minera/26836308>
- [89] Geoinnova, *Imágenes satelitales gratuitas: principales sitios web de descarga*, Geoinnova, Jun. 2022. [En línea]. Disponible: <https://geoinnova.org/blog-territorio/imagenes-satelitales-gratuitas/>
- [90] PYPL, *Popularidad PYPL del lenguaje de programación*, Jun. 2023. [En línea]. Disponible: <https://pypl.github.io/PYPL.html>

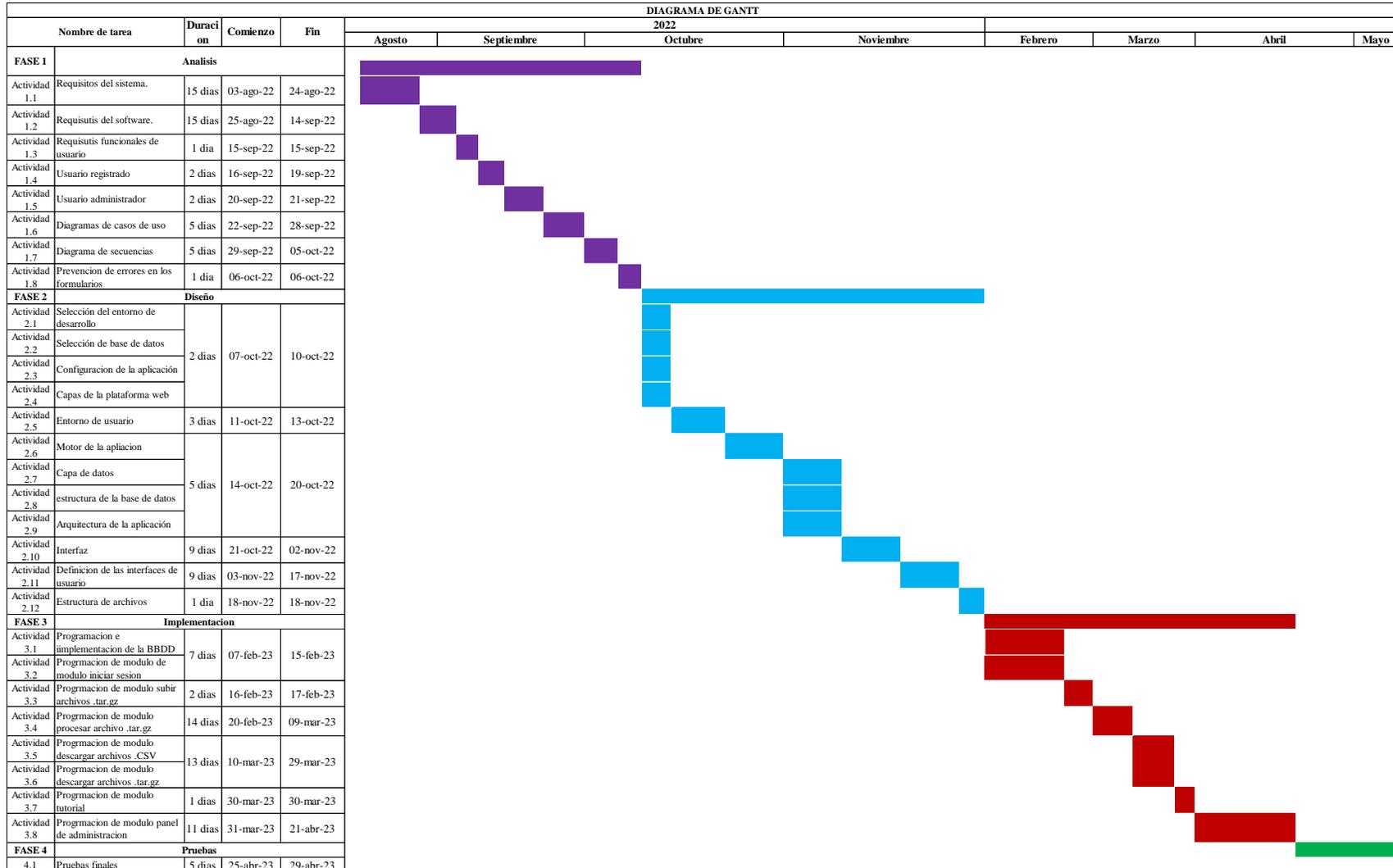
- [100] Coursera, *¿Es C++ o Python mejor para el desarrollo de software?*. [En línea]. Disponible: <https://www.developers.dev/tech-talk/es/technology/is-c-or-python-better-for-software-development.html>
- [101] Desarrolladorweb, *C#*. [en línea]. Disponible: <https://desarrolloweb.com/home/c#:~:text=C%23%20es%20uno%20de%20los,aunque%20principalmente%20orientado%20a%20objetos>.
- [102] Abundiz, *Ventajas de C# y desventajas*, Sep. 2009. [En línea]. Disponible: <http://programacionlabundiz.blogspot.com/2009/09/ventajas-del-c-y-desventajas.html>
- [102] C. Herrera, *Ventajas y desventajas de usar C++ en la programación web*, Nov. 2020. [En línea]. Disponible: <https://blogueroopro.com/blog/ventajas-y-desventajas-de-usar-c-en-la-programacion-web>
- [104] Studocu, *Diferencia entre Python y C++ para sus clases*, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. [En línea]. Disponible: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-honduras/programacion-i/diferencia-entre-python-y-c-para-sus-clases/25359249>
- [105] Mozilla, *JavaScript*. [En línea]-. Disponible: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>
- [106] AWS Amazon, *¿Qué es JavaScript?*. [En línea]. Disponible: <https://aws.amazon.com/es/what-is/javascript/#:~:text=JavaScript%20es%20un%20lenguaje%20de,usuario%20de%20un%20sitio%20web>.
- [108] Developers, *Python vs. Java: ¿Cuál debo aprender?*, Desarrollo, May. 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.developers.dev/tech-talk/es/technology/is-c-or-python-better-for-software-development.html>
- [109] Universidad de Santander. *¿Qué es y para qué sirve Python?*, Becas Santander. [En línea]. Disponible: <https://www.becas-santander.com/es/blog/python-que-es.html>
- [112] Coursera, *Python vs. Java: ¿Cuál debo aprender?*. [En línea]. Disponible: <https://www.coursera.org/articles/python-vs-java>
- [113] Ticjob, *¿qué es anaconda?*, 2011. [En línea]. Disponible: <https://blog.ticjob.es/descubre-que-es-anaconda/>
- [114] GDAL documentation, [En línea]. Disponible: <https://gdal.org/>

- [115] PLATZI, [En línea]. Disponible: <https://platzi.com/>
- [116] ORACLE. *Base de datos definida*, 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.oracle.com/co/database/what-is-database/>
- [117] R. S. Pressman, *Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico*, 7a Ed., México, The McGraw-Hill, 2010. [En línea]. Disponible: <http://www.javier8a.com/itc/bd1/Id-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- [119] N. Estruga. *Diferencias entre la metodología Waterfall y Agile en proyectos*, EALDE Business School, 2010. [En línea]. Disponible: <https://www.ealde.es/metodologia-Waterfall-y-agile/>
- [120] *Metodologías de Gestión de Proyectos*, dtagency.tech. [En línea]. Disponible: https://www.dtagency.tech/cursos/metodologias_gestion_proyectos/tema_1-ModeloWaterfall.PDF.
- [121] J. Jorba Esteve, *Introducción al sistema operativo GNU/Linux*, Openaccess, 2010. [En línea]. Disponible: https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/61286/1/Administración%20de%20sistemas%20GNU_Linux_Módulo1_Introducción%20al%20sistema%20operativo%20GNU_Linux.PDF
- [123] Real academia española. *Dato*, [En línea]. Disponible: <https://dle.rae.es/dato>
- [124] Real academia española. *Imagen*, [En línea]. Disponible: <https://dle.rae.es/imagen>
- [125] Real academia española. *Sistema informático*, [En línea]. Disponible: <https://dpej.rae.es/lema/sistema-inform%C3%A1tico#:~:text=Dispositivo%20aislado%20o%20conjunto%20de,23%20de%20noviembre%20de%202001>.
- [126] Q. V, Armando José. *Guía de investigación cuantitativa*, 2009. [En línea]. Disponible: http://repositorio.unicesmag.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/17/guia_de_investigacion_cuantitativa.PDF?sequence=3&isAllowed=y
- [127] O. O., Alfredo. *Enfoques de investigación*, researchgate, p.1-85, Colombia, 2018. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION
- [128] G. C., Mauro. *Metodología de la investigación*. Universidad CESMAG. 1999. p.1-95.

- [129] C. A. Monje Álvarez, *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*", Neiva, p.1-217, 2011. [En línea]. Disponible: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.PDF>
- [130] Lucidchart, *Análisis del modelo de cascada para la gestión de tus proyectos, Intelligent Diagramming*. [En línea]. Disponible: <https://www.lucidchart.com/blog/es/metodologia-gestion-proyectos-cascada>
- [140] J. D. Muñoz, *Qué es Flask y ventajas que ofrece, OpenWebinars.net*, Nov. 17, 2017. [En línea]. Disponible: <https://openwebinars.net/blog/que-es-flask/>
- [141] PostgreSQL.org, *PostgreSQL: The world's most advanced open source database*. [En línea]. Disponible: <https://www.postgresql.org/about/>.
- [142] "Patrón modelo-vista-controlador". PLEDIN 3.0. [En línea] disponible en: <https://plataforma.josedomingo.org/pledin/cursos/flask/curso/u03/>.
- [143] *Tutorial Flask - Lección 6: Estructura de un proyecto Flask Blueprints, J2LOGO*. [En línea]. Disponible: <https://j2logo.com/tutorial-flask-leccion-6-estructura-proyecto-flask-blueprints/>
- [144] ADR Formación, *"Subir archivos a un servidor desde nuestra web - ADR Formación, Cursos online y plataformas eLearning - ADR Formación*. [En línea]. Disponible: https://www.adrformacion.com/knowledge/programacion/subir_archivos_a_un_servidor_desde_nuestra_web.html
- [145] Yale University, *Cómo llenar los vacíos en las imágenes de Landsat ETM, Centro de observación de la Tierra*. [En línea]. Disponible: <https://yceo.yale.edu/how-fill-gaps-landsat-etm-images>
- [146] USGS, *¿Qué son los datos sin SLC de Landsat 7 ETM+?*. [en línea]. Disponible: <https://www.usgs.gov/faqs/what-landsat-7-etm-slc-data>

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades



Anexo 3. Registro de información de imágenes satelitales

Universidad Cesmag Programa de Ingeniería de Sistemas Bitacora de registro de imágenes satelitales Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.						
No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Abri/01/2013	15:21:23	15:21:52	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130401_20170505_01_T1	No apta para estudio
2	May/13/2013	15:21:25	15:21:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20130513_20170504_01_T2	No apta para estudio
3	May/29/2013	15:21:31	15:22:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130529_20170504_01_T1	No apta para estudio
4	Jun/14/2013	15:21:27	15:21:57	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130614_20170503_01_T1	No apta para estudio
5	Jun/30/2013	15:21:21	15:21:27	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130630_20170503_01_T1	No apta para estudio
6	Jul/16/2013	15:21:26	15:21:57	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130716_20170503_01_T1	No apta para estudio
7	Agos/01/2013	15:21:27	15:21:59	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130801_20170503_01_T1	No apta para estudio
8	Agos/17/2013	15:21:28	15:22:00	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130817_20170502_01_T1	No apta para estudio
9	Sept/02/2013	15:21:30	15:22:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130902_20170502_01_T1	No apta para estudio
10	Sept/18/2013	15:21:24	15:21:56	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20130918_20170502_01_T1	No apta para estudio
11	Octu/04/2013	15:21:20	15:21:52	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20131004_20170429_01_T1	No apta para estudio
12	Octu/20/2013	15:21:16	15:21:48	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20131020_20170429_01_T1	Apta para Estudio
13	Nov/05/2013	15:21:12	15:21:44	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20131105_20170428_01_T1	No apta para estudio
14	Nov/17/2013	3:25:06	3:25:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20131117_20170428_01_T2	No apta para estudio
15	Dic/03/2013	3:25:02	3:25:24	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20131203_20170428_01_T2	No apta para estudio
16	Dic/07/2013	15:21:04	15:21:36	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20131207_20170428_01_T1	No apta para estudio
17	Dic/19/2013	3:24:53	3:25:25	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20131219_20170427_01_T2	No apta para estudio
18	Dic/23/2013	15:20:54	15:21:26	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20131223_20170427_01_T1	No apta para estudio
19	Ene/04/2014	3:24:46	3:25:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140104_20170427_01_T2	No apta para estudio
20	Ene/08/2014	15:20:44	15:21:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140108_20170426_01_T1	No apta para estudio
21	Ene/20/2014	3:24:33	3:25:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140120_20170426_01_T2	No apta para estudio
22	Ene/24/2014	15:20:35	15:21:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140124_20170426_01_T1	Apta para Estudio
23	Feb/05/2014	3:24:25	3:24:57	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140205_20170426_01_T2	No apta para estudio
24	Feb/09/2014	15:20:23	15:20:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140209_20170426_01_T1	No apta para estudio
25	Feb/21/2014	3:24:12	3:24:44	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140221_20170425_01_T2	No apta para estudio
26	Feb/25/2014	15:20:10	15:20:42	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140225_20170425_01_T1	No apta para estudio
27	Marz/09/2014	3:23:59	3:24:30	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140309_20170425_01_T2	No apta para estudio
28	Marz/13/2014	15:19:54	3:20:30	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140313_20170425_01_T1	No apta para estudio
29	Marz/25/2014	3:23:44	3:24:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140325_20170424_01_T2	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Marz/29/2014	15:19:41	15:20:13	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140329_20170424_01_T1	No apta para estudio
2	Abri/10/2014	3:23:30	3:24:02	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140410_20170423_01_T2	No apta para estudio
3	Abri/14/2014	15:19:26	15:19:58	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140414_20170423_01_T1	No apta para estudio
4	Abri/26/2014	3:23:15	3:23:46	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140426_20170423_01_T2	No apta para estudio
5	May/12/2014	3:23:00	3:23:32	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140512_20170422_01_T2	No apta para estudio
6	May/28/2014	3:22:58	3:23:30	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140528_20170422_01_T2	No apta para estudio
7	Jun/01/2014	15:19:04	15:19:35	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140601_20170422_01_T1	No apta para estudio
8	Jun/13/2014	3:23:07	3:23:39	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140613_20170422_01_T2	No apta para estudio
9	Jun/17/2014	15:19:10	15:19:42	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140617_20170421_01_T1	No apta para estudio
10	Jun/29/2014	3:23:09	3:23:41	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140629_20170421_01_T2	No apta para estudio
11	Jul/03/2014	15:19:15	15:19:47	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140703_20170421_01_T1	No apta para estudio
12	Jul/15/2014	3:23:17	3:23:49	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140715_20170421_01_T2	No apta para estudio
13	Jul/19/2014	15:19:20	15:19:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140719_20170421_01_T1	No apta para estudio
14	Jul/31/2014	3:23:22	3:23:54	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140731_20170420_01_T2	No apta para estudio
15	Agos/04/2014	15:19:27	15:19:59	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140804_20170420_01_T1	No apta para estudio
16	Agos/16/2014	3:23:29	3:24:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140816_20180205_01_T2	No apta para estudio
17	Agos/20/2014	15:19:32	15:20:03	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140820_20170420_01_T1	Acpta para Estudio
18	Sept/01/2014	3:23:31	3:24:03	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140901_20170420_01_T2	No apta para estudio
19	Sept/05/2014	15:19:35	15:20:07	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140905_20170419_01_T1	No apta para estudio
20	Sept/17/2014	3:23:33	3:24:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20140917_20170419_01_T2	No apta para estudio
21	Sept/21/2014	15:19:33	15:20:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20140921_20170419_01_T1	No apta para estudio
22	Octu/03/2014	3:23:25	3:24:07	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20141003_20170418_01_T2	No apta para estudio
23	Octu/07/2014	15:19:39	15:20:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20141007_20170418_01_T1	No apta para estudio
24	Octu/19/2014	3:23:39	3:24:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20141019_20170418_01_T2	No apta para estudio
25	Octu/23/2014	15:19:41	15:20:12	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20141023_20170418_01_T1	No apta para estudio
26	Nov/04/2014	3:23:37	3:24:09	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20141104_20170417_01_T2	No apta para estudio
27	Nov/08/2014	15:19:41	15:20:13	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20141108_20170417_01_T1	No apta para estudio
28	Nov/20/2014	3:23:34	3:24:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20141120_20170417_01_T2	No apta para estudio
29	Nov/24/2014	15:19:38	15:20:10	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20141124_20170417_01_T1	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Dic/06/2014	3:23:34	3:24:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20141206_20170416_01_T2	No apta para estudio
2	Dic/10/2014	15:19:33	15:20:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20141210_20170416_01_T1	No apta para estudio
3	Dic/22/2014	3:23:32	3:24:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20141222_20170416_01_T2	No apta para estudio
4	Dic/26/2014	15:19:32	15:20:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20141226_20170415_01_T1	No apta para estudio
5	Ene/07/2015	3:23:28	3:24:00	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150107_20170415_01_T2	No apta para estudio
6	Ene/11/2015	15:19:30	15:20:02	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150111_20180130_01_T1	No apta para estudio
7	Ene/23/2015	3:23:22	3:23:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150123_20170413_01_T2	No apta para estudio
8	Ene/27/2015	15:19:24	15:19:56	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150127_20170413_01_T2	No apta para estudio
9	Feb/08/2015	3:23:19	3:23:50	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150208_20170413_01_T2	No apta para estudio
10	Feb/12/2015	15:19:17	15:19:48	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150212_20170413_01_T1	No apta para estudio
11	Feb/24/2015	3:23:13	3:23:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150224_20170412_01_T2	No apta para estudio
12	Feb/28/2015	15:19:14	15:19:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150228_20180130_01_T1	No apta para estudio
13	Marz/12/2015	3:23:02	3:23:33	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150312_20170412_01_T2	No apta para estudio
14	Marz/16/2015	15:19:03	15:19:34	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150316_20170412_01_T1	No apta para estudio
15	Abri/01/2015	15:18:51	15:19:23	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150401_20170411_01_T1	No apta para estudio
16	Abri/13/2015	3:22:48	3:23:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150413_20180205_01_T2	No apta para estudio
17	Abri/17/2015	15:18:50	15:19:22	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150417_20170409_01_T1	No apta para estudio
18	Abri/29/2015	3:22:41	3:23:12	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150429_20170409_01_T2	No apta para estudio
19	May/03/2015	15:18:38	15:19:10	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150503_20170409_01_T1	No apta para estudio
20	May/19/2015	15:18:30	15:19:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150519_20170408_01_T1	No apta para estudio
21	May/31/2015	3:22:31	3:23:03	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150531_20170408_01_T2	No apta para estudio
22	Jun/04/2015	15:18:37	15:19:09	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150604_20170408_01_T1	No apta para estudio
23	Jun/16/2015	3:22:42	3:23:14	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150616_20170407_01_T2	No apta para estudio
24	Jun/20/2015	15:18:46	15:19:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150620_20170407_01_T1	No apta para estudio
25	Jul/02/2015	3:22:49	3:23:21	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150702_20170407_01_T2	No apta para estudio
26	Jul/06/2015	15:18:55	15:19:27	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150706_20170407_01_T1	No apta para estudio
27	Jul/18/2015	3:22:59	3:23:31	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150718_20170406_01_T2	No apta para estudio
28	Jul/22/2015	15:19:03	15:19:34	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150722_20170406_01_T1	No apta para estudio
29	Agos/07/2015	15:19:05	15:19:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150807_20180130_01_T1	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Agos/19/2015	3:23:09	3:23:41	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150819_20180205_01_T2	No apta para estudio
2	Agos/23/2015	15:19:13	15:19:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150823_20170405_01_T1	No apta para estudio
3	Sept/04/2015	3:23:14	3:23:46	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150904_20180205_01_T2	No apta para estudio
4	Sept/08/2015	15:19:19	15:19:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150908_20170404_01_T1	No apta para estudio
5	Sept/20/2015	3:23:23	3:23:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20150920_20170404_01_T2	No apta para estudio
6	Sept/24/2015	15:19:27	15:19:58	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20150924_20170403_01_T1	Apta para Estudio
7	Octu/10/2015	15:19:28	15:20:00	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20151010_20180130_01_T1	No apta para estudio
8	Octu/26/2015	15:19:33	15:20:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20151026_20170402_01_T1	No apta para estudio
9	Nov/11/2015	15:19:33	15:20:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20151111_20170402_01_T1	No apta para estudio
10	Nov/23/2015	3:23:34	3:24:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20151123_20170401_01_T2	No apta para estudio
11	Nov/27/2015	15:19:36	15:20:08	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20151127_20170401_01_T1	No apta para estudio
12	Dic/27/2015	15:19:35	15:20:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20151213_20170401_01_T1	Apta para Estudio
13	Dic/25/2015	3:23:33	3:24:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20151225_20170331_01_T2	No apta para estudio
14	Dic/29/2015	15:19:34	15:20:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20151229_20170331_01_T1	No apta para estudio
15	Ene/10/2016	3:23:29	3:24:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160110_20170405_01_T2	No apta para estudio
16	Ene/14/2016	15:19:32	15:20:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160114_20170405_01_T1	Apta para Estudio
17	Ene/26/2016	3:23:29	3:24:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160126_20170330_01_T2	No apta para estudio
18	Ene/30/2016	15:19:31	15:20:02	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160130_20170330_01_T1	No apta para estudio
19	Feb/11/2016	3:23:24	3:23:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160211_20170330_01_T2	No apta para estudio
20	Feb/15/2016	15:19:23	15:19:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160215_20170329_01_T1	No apta para estudio
21	Feb/27/2016	3:23:19	3:23:50	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160227_20170329_01_T2	No apta para estudio
22	Mar/02/2016	15:19:21	15:19:52	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160302_20170328_01_T1	No apta para estudio
23	Mar/14/2016	3:23:15	3:23:47	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160314_20170328_01_T2	No apta para estudio
24	Mar/18/2016	15:19:15	15:19:47	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160318_20170328_01_T1	No apta para estudio
25	Mar/30/2016	3:23:05	3:23:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160330_20170327_01_T2	No apta para estudio
26	Abri/03/2016	15:19:06	15:19:38	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160403_20170327_01_T1	No apta para estudio
27	Abri/15/2016	3:23:00	3:23:32	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160415_20170326_01_T2	No apta para estudio
28	Abri/19/2016	15:19:00	15:19:32	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160419_20170326_01_T1	No apta para estudio
29	May/01/2016	3:23:01	3:23:33	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160501_20170325_01_T2	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	May/05/2016	15:19:04	15:19:35	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160505_20170325_01_T1	No apta para estudio
2	May/17/2016	3:22:59	3:23:31	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160517_20170324_01_T2	No apta para estudio
3	May/21/2016	15:19:03	15:19:35	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160521_20170324_01_T1	No apta para estudio
4	Jun/02/2016	3:23:05	3:23:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160602_20170324_01_T2	No apta para estudio
5	Jun/06/2016	15:19:08	15:19:40	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160606_20180130_01_T1	No apta para estudio
6	Jun/18/2016	3:23:08	3:23:39	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160618_20170323_01_T2	No apta para estudio
7	Jun/22/2016	15:19:13	15:19:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160622_20170323_01_T1	No apta para estudio
8	Jul/04/2016	3:23:17	3:23:49	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160704_20170323_01_T2	No apta para estudio
9	Jul/08/2016	15:19:22	15:19:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160708_20170323_01_T1	No apta para estudio
10	Jul/20/2016	3:23:24	3:23:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160720_20170323_01_T2	No apta para estudio
11	Jul/24/2016	15:19:27	15:19:59	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160724_20170322_01_T1	No apta para estudio
12	Agos/05/2016	3:23:26	3:23:58	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160805_20170322_01_T2	No apta para estudio
13	Agos/09/2016	15:19:29	15:20:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160809_20170322_01_T1	No apta para estudio
14	Agos/09/2016	3:23:32	3:24:03	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160821_20170322_01_T2	No apta para estudio
15	Agos/25/2016	15:19:36	15:20:08	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160825_20170322_01_T1	Apta para Estudio
16	Sept/06/2016	3:23:37	3:24:09	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160906_20170321_01_T2	No apta para estudio
17	Sept/10/2016	15:19:40	15:20:12	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160910_20170321_01_T1	No apta para estudio
18	Sept/22/2016	3:23:39	3:24:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20160922_20170321_01_T2	No apta para estudio
19	Sept/26/2016	15:19:41	15:20:13	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20160926_20180130_01_T1	No apta para estudio
20	Octu/08/2016	3:23:42	3:24:14	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20161008_20170320_01_T2	No apta para estudio
21	Octu/12/2016	15:19:46	15:20:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20161012_20170319_01_T1	No apta para estudio
22	Octu/24/2016	3:23:46	3:24:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20161024_20170318_01_T2	No apta para estudio
23	Octu/28/2016	15:19:48	15:20:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20161028_20170319_01_T1	No apta para estudio
24	Nov/09/2016	3:23:45	3:24:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20161109_20180205_01_T2	No apta para estudio
25	Nov/13/2016	15:19:47	15:20:19	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20161113_20170318_01_T1	No apta para estudio
26	Nov/25/2016	3:23:45	3:24:17	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20161125_20170317_01_T2	No apta para estudio
27	Nov/29/2016	15:19:47	15:20:19	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20161129_20170317_01_T2	No apta para estudio
28	Dic/11/2016	3:23:43	3:24:14	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20161211_20170316_01_T2	No apta para estudio
29	Dic/15/2016	15:19:43	15:20:15	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20161215_20170316_01_T1	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Dic/27/2016	3:23:39	3:24:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20161227_20170314_01_T2	No apta para estudio
2	Dic/31/2016	15:19:41	15:20:13	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20161231_20170314_01_T1	No apta para estudio
3	Ene/16/2017	15:19:36	15:20:08	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170116_20170311_01_T1	No apta para estudio
4	Feb/01/2017	15:19:29	15:20:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170201_20170215_01_T1	No apta para estudio
5	Feb/17/2017	15:19:23	15:19:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170217_20170228_01_T1	No apta para estudio
6	Marz/05/2017	15:19:16	15:19:48	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20170305_20170316_01_T2	No apta para estudio
7	Marz/21/2017	15:19:06	15:19:38	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170321_20170329_01_T1	Apta para Estudio
8	Abri/06/2017	15:18:59	15:19:31	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170406_20170414_01_T1	No apta para estudio
9	Abri/22/2017	15:18:50	15:19:21	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170422_20170501_01_T1	Apta para Estudio
10	May/04/2017	3:22:42	3:23:14	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20170504_20170515_01_T2	No apta para estudio
11	May/08/2017	15:18:48	15:19:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20170508_20170515_01_T2	No apta para estudio
12	May/20/2017	3:22:54	3:23:26	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20170520_20170525_01_T2	No apta para estudio
13	May/24/2017	15:18:54	15:19:31	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170524_20170614_01_T1	No apta para estudio
14	Jun/09/2017	15:19:07	15:19:39	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20170609_20170616_01_T2	No apta para estudio
15	Jun/21/2017	3:23:09	3:23:41	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20170621_20170630_01_T2	No apta para estudio
16	Jun/25/2017	15:19:13	15:19:44	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170625_20170713_01_T1	No apta para estudio
17	Jul/07/2017	3:23:13	3:23:44	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20170707_20170716_01_T2	No apta para estudio
18	Jul/11/2017	15:19:15	15:19:47	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170711_20170726_01_T1	Apta para Estudio
19	Jul/27/2017	15:19:23	15:19:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170727_20170810_01_T1	No apta para estudio
20	Agos/08/2017	3:23:26	3:23:57	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20170808_20170813_01_T2	No apta para estudio
21	Agos/12/2017	15:19:29	15:20:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170812_20170824_01_T1	No apta para estudio
22	Agos/28/2017	15:19:33	15:20:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170828_20170914_01_T1	No apta para estudio
23	Sept/13/2017	15:19:33	15:20:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170913_20170928_01_T1	No apta para estudio
24	Sept/29/2017	15:19:41	15:20:12	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20170929_20171013_01_T1	No apta para estudio
25	Octu/11/2017	3:23:42	3:24:13	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20171011_20171024_01_T2	No apta para estudio
26	Octu/15/2017	15:19:45	15:20:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20171015_20171024_01_T1	No apta para estudio
27	Octu/31/2017	15:19:45	15:20:17	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20171031_20171109_01_T1	Apta para Estudio
28	Nov/16/2017	15:19:42	15:20:13	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20171116_20171122_01_T1	No apta para estudio
29	Dic/02/2017	15:19:36	15:20:08	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20171202_20171207_01_T1	Apta para Estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Dic/14/2017	3:23:55	3:24:07	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20171214_20171223_01_T2	No apta para estudio
2	Dic/18/2017	15:19:39	15:20:10	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20171218_20171224_01_T1	No apta para estudio
3	Ene/03/2018	15:19:35	15:20:07	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180103_20180118_01_T1	Apta para Estudio
4	Ene/19/2018	15:19:28	15:20:00	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180119_20180206_01_T1	No apta para estudio
5	Feb/04/2018	15:19:19	15:19:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180204_20180220_01_T1	No apta para estudio
6	Feb/11/2018	3:25:28	3:25:59	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20180211_20180222_01_T1	No apta para estudio
7	Feb/20/2018	15:19:13	15:19:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180220_20180308_01_T2	No apta para estudio
8	Marz/08/2018	15:19:05	15:19:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180308_20180320_01_T1	No apta para estudio
9	Marz/15/2018	15:25:12	15:25:43	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20180315_20180320_01_T1	No apta para estudio
10	Marz/24/2018	15:18:57	15:19:29	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180324_20180404_01_T1	No apta para estudio
11	Abri/09/2018	15:18:49	15:19:21	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180409_20180417_01_T1	Apta para Estudio
12	Abri/25/2018	15:18:40	15:19:12	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180425_20180502_01_T1	No apta para estudio
13	May/11/2018	15:18:31	15:19:02	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180511_20180517_01_T1	No apta para estudio
14	May/23/2018	3:22:20	3:22:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20180523_20180605_01_T2	No apta para estudio
15	May/27/2018	15:18:18	15:18:50	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20180527_20180605_01_T2	No apta para estudio
16	Jun/08/2018	3:22:13	3:22:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20180608_20180615_01_T2	No apta para estudio
17	Jun/12/2018	15:18:19	15:18:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180612_20180615_01_T1	No apta para estudio
18	Jun/24/2018	3:22:24	3:22:56	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20180624_20180704_01_T2	No apta para estudio
19	Jun/28/2018	15:18:29	15:19:01	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180628_20180704_01_T1	No apta para estudio
20	Jul/10/2018	3:22:33	3:23:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20180710_20180717_01_T2	No apta para estudio
21	Jul/14/2018	15:18:37	15:19:09	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180714_20180730_01_T1	No apta para estudio
22	Jul/26/2018	3:22:39	3:23:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20180726_20180731_01_T2	No apta para estudio
23	Jul/30/2018	15:18:44	15:19:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20180730_20180814_01_T2	No apta para estudio
24	Agos/11/2018	3:22:49	3:23:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20180811_20180815_01_T2	No apta para estudio
25	Agos/15/2018	15:18:53	15:19:25	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180815_20180828_01_T1	No apta para estudio
26	Agos/31/2018	15:19:00	15:19:32	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20180831_20180912_01_T1	No apta para estudio
27	Sept/12/2018	3:23:02	3:23:33	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20180912_20180927_01_T2	No apta para estudio
28	Sept/16/2018	15:19:05	15:19:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20180916_20180928_01_T2	No apta para estudio
29	Octu/02/2018	15:19:12	15:19:44	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20181002_20181010_01_T1	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Octu/18/2018	15:19:12	15:19:50	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20181018_20181031_01_T1	No apta para estudio
2	Nov/03/2018	15:19:22	15:19:54	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20181103_20181115_01_T1	No apta para estudio
3	Nov/19/2018	15:19:23	15:19:55	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20181119_20181129_01_T1	Apta para Estudio
4	Dic/05/2018	15:19:21	15:19:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20181205_20181211_01_T2	No apta para estudio
5	Dic/17/2018	3:23:17	3:23:49	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20181217_20181227_01_T2	No apta para estudio
6	Dic/21/2018	15:19:20	15:19:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20181221_20181227_01_T1	No apta para estudio
7	Ene/06/2019	15:19:19	15:19:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190106_20190130_01_T1	Apta para Estudio
8	Ene/22/2019	15:19:15	15:19:47	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190122_20190205_01_T1	No apta para estudio
9	Ene/29/2019	15:25:25	15:25:56	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20190129_20190206_01_T1	No apta para estudio
10	Feb/07/2019	15:19:13	15:19:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190207_20190221_01_T1	No apta para estudio
11	Feb/14/2019	15:25:23	15:25:54	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20190214_20190222_01_T1	No apta para estudio
12	Feb/19/2019	3:23:09	3:23:40	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190219_20190222_01_T2	No apta para estudio
13	Feb/23/2019	15:19:10	15:19:41	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190223_20190308_01_T1	No apta para estudio
14	Marz/02/2019	15:25:18	15:25:50	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20190302_20190309_01_T1	No apta para estudio
15	Marz/07/2019	3:23:04	3:23:35	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190307_20190324_01_T2	No apta para estudio
16	Marz/11/2019	15:19:04	15:19:36	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190311_20190325_01_T1	No apta para estudio
17	Marz/18/2019	15:25:13	15:25:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20190318_20190325_01_T2	No apta para estudio
18	Marz/23/2019	3:22:59	3:23:31	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190323_20190403_01_T2	No apta para estudio
19	Marz/27/2019	15:19:01	15:19:33	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190327_20190404_01_T1	Apta para Estudio
20	Abri/08/2019	3:22:55	3:23:27	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190408_20190422_01_T2	No apta para estudio
21	Abri/12/2019	15:18:56	15:19:28	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190412_20190422_01_T1	No apta para estudio
22	Abri/24/2019	3:22:49	3:23:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190424_20190508_01_T2	No apta para estudio
23	Abri/28/2019	15:18:51	15:13:23	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190428_20190508_01_T1	No apta para estudio
24	May/10/2019	3:22:56	3:23:28	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190510_20190521_01_T2	No apta para estudio
25	May/14/2019	15:19:01	15:19:33	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190514_20190521_01_T1	No apta para estudio
26	May/26/2019	3:23:05	3:23:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190526_20190605_01_T2	No apta para estudio
27	May/26/2019	15:19:10	15:19:42	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20190530_20190605_01_T2	No apta para estudio
28	Jun/11/2019	3:23:13	3:23:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190611_20190619_01_T2	No apta para estudio
29	Jun/15/2019	15:19:17	15:19:49	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190615_20190620_01_T1	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Jun/27/2019	3:23:18	3:23:50	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190627_20190705_01_T2	No apta para estudio
2	Jul/01/2019	15:19:21	15:19:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190701_20190706_01_T1	No apta para estudio
3	Jul/13/2019	3:23:21	3:23:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190713_20190719_01_T2	No apta para estudio
4	Jul/17/2019	15:19:24	15:19:56	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190717_20190731_01_T1	No apta para estudio
5	Jul/29/2019	3:23:27	3:23:59	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190729_20190801_01_T2	No apta para estudio
6	Agos/02/2019	15:19:31	15:20:03	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190802_20190819_01_T1	No apta para estudio
7	Agos/02/2019	3:23:33	3:24:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190814_20190820_01_T2	No apta para estudio
8	Agos/18/2019	15:19:36	15:20:08	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190818_20190902_01_T1	Apta para Estudio
9	Agos/30/2019	3:23:37	3:24:08	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190830_20190903_01_T2	No apta para estudio
10	Sept/03/2019	15:19:39	15:20:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190903_20190917_01_T1	No apta para estudio
11	Sept/15/2019	3:23:41	3:24:13	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20190915_20190925_01_T2	No apta para estudio
12	Sept/19/2019	15:19:45	15:20:17	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20190919_20190926_01_T1	No apta para estudio
13	Octu/01/2019	15:23:46	15:24:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20191001_20191018_01_T2	No apta para estudio
14	Octu/05/2019	15:19:49	15:20:21	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20191005_20191018_01_T1	No apta para estudio
15	Octu/17/2019	3:23:48	3:24:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20191017_20191029_01_T2	No apta para estudio
16	Octu/21/2019	15:19:51	15:20:23	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20191021_20191030_01_T1	No apta para estudio
17	Nov/02/2019	3:23:48	3:24:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20191102_20191114_01_T2	No apta para estudio
18	Nov/06/2019	15:19:50	15:20:22	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20191106_20191115_01_T1	No apta para estudio
19	Nov/18/2019	3:23:45	3:24:17	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20191118_20191202_01_T2	No apta para estudio
20	Nov/22/2019	15:19:46	15:20:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20191122_20191203_01_T2	No apta para estudio
21	Dic/04/2019	3:23:44	3:24:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20191204_20191217_01_T2	No apta para estudio
22	Dic/08/2019	15:19:46	15:20:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20191208_20200824_02_T1	No apta para estudio
23	Dic/24/2019	15:19:43	15:20:14	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20191224_20200824_02_T2	No apta para estudio
24	Dic/31/2019	15:25:51	15:26:23	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20191231_20200824_02_T1	No apta para estudio
25	Ene/05/2020	3:23:37	3:24:04	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200105_20200113_01_T2	No apta para estudio
26	Ene/09/2020	15:19:39	15:20:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200109_20200114_01_T1	No apta para estudio
27	Ene/16/2020	15:25:48	15:26:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20200116_20200128_01_T1	No apta para estudio
28	Ene/21/2020	3:23:34	3:24:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200121_20200128_01_T2	No apta para estudio
29	Ene/25/2020	15:19:35	15:20:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200125_20200210_01_T1	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Feb/01/2020	15:25:43	15:26:15	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_010059_20200201_20200211_01_T2	No apta para estudio
2	Feb/06/2020	3:23:38	3:24:00	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200206_20200211_01_T2	No apta para estudio
3	Feb/10/2020	15:19:30	15:20:02	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200210_20200224_01_T1	No apta para estudio
4	Feb/22/2020	3:23:25	3:23:57	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200222_20200225_01_T2	No apta para estudio
5	Feb/26/2020	15:19:26	15:19:58	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20200226_20200313_01_T2	No apta para estudio
6	Marz/09/2020	3:23:19	3:23:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200309_20200314_01_T2	No apta para estudio
7	Marz/13/2020	15:19:19	15:19:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200313_20200325_01_T1	No apta para estudio
8	Marz/25/2020	3:23:11	3:23:43	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200325_20200409_01_T2	No apta para estudio
9	Marz/29/2020	15:19:10	15:19:42	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200329_20200409_01_T1	No apta para estudio
10	Abri/10/2020	3:23:03	3:23:35	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200410_20200422_01_T2	No apta para estudio
11	Abri/14/2020	15:19:03	15:19:35	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200414_20200423_01_T1	No apta para estudio
12	Abri/26/2020	3:22:56	3:23:27	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200426_20200509_01_T2	No apta para estudio
13	Abri/30/2020	15:18:55	15:19:27	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200430_20200509_01_T1	No apta para estudio
14	May/12/2020	3:22:49	3:23:21	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200512_20200526_01_T2	No apta para estudio
15	May/16/2020	15:18:53	15:14:24	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200516_20200527_01_T1	No apta para estudio
16	May/28/2020	3:22:52	3:23:24	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200528_20200608_01_T2	No apta para estudio
17	Jun/01/2020	15:18:57	15:19:29	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200601_20200608_01_T2	No apta para estudio
18	Jun/13/2020	3:22:02	3:22:34	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200613_20200625_01_T2	No apta para estudio
19	Jun/17/2020	15:19:07	15:19:39	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200617_20200626_01_T1	No apta para estudio
20	Jun/29/2020	3:23:11	3:23:43	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200629_20200708_01_T2	No apta para estudio
21	Jul/03/2020	15:19:15	15:19:47	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20200703_20200708_01_T2	No apta para estudio
22	Jul/15/2020	3:23:17	3:23:49	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200715_20200722_01_T2	No apta para estudio
23	Jul/19/2020	15:19:21	15:19:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200719_20200807_01_T1	No apta para estudio
24	Jul/31/2020	3:23:22	3:23:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200731_20200807_01_T2	No apta para estudio
25	Agos/04/2020	15:19:25	15:19:56	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200804_20200821_01_T1	Apta para Estudio
26	Agos/11/2020	15:25:36	15:26:08	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20200811_20200822_01_T1	No apta para estudio
27	Agos/16/2020	3:23:26	3:23:58	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200816_20200822_01_T2	No apta para estudio
28	Agos/20/2020	15:19:31	15:20:03	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200820_20200905_01_T1	No apta para estudio
29	Sept/01/2020	3:23:34	3:24:06	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200901_20200906_01_T2	No apta para estudio

Universidad Cesmag
Programa de Ingenieria de Sistemas



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Sept/05/2020	15:19:38	15:20:10	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200905_20200917_01_T1	No apta para estudio
2	Sept/17/2020	3:23:40	3:24:12	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20200917_20201006_01_T2	No apta para estudio
3	Sept/21/2020	15:19:44	15:20:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20200921_20201006_01_T1	No apta para estudio
4	Octu/03/2020	3:23:44	3:24:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20201003_20201015_01_T2	No apta para estudio
5	Octu/07/2020	15:19:47	15:20:19	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20201007_20201016_01_T1	Apta para Estudio
6	Octu/19/2020	3:23:45	3:24:17	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20201019_20201106_01_T2	No apta para estudio
7	Octu/23/2020	15:19:47	15:20:19	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20201023_20201105_01_T1	No apta para estudio
8	Nov/08/2020	15:19:44	15:20:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20201108_20201120_01_T1	No apta para estudio
9	Nov/15/2020	15:25:55	15:26:27	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20201115_20210314_01_T1	No apta para estudio
10	Nov/20/2020	3:23:44	3:24:15	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20201120_20210315_01_T2	No apta para estudio
11	Nov/24/2020	15:19:47	15:20:19	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20201124_20210315_01_T1	No apta para estudio
12	Dic/06/2020	3:23:46	3:24:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20201206_20210313_01_T2	No apta para estudio
13	Dic/10/2020	15:19:48	15:20:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20201210_20210313_01_T1	Apta para Estudio
14	Dic/22/2020	3:23:44	3:24:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20201222_20210310_01_T2	No apta para estudio
15	Dic/26/2020	15:19:46	15:20:17	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20201226_20210311_01_T2	No apta para estudio
16	Ene/07/2021	3:23:39	3:24:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20210107_20210307_01_T2	No apta para estudio
17	Ene/11/2021	15:19:39	15:20:11	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20210111_20210307_01_T2	No apta para estudio
18	Ene/18/2021	15:25:47	15:26:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_010059_20210118_20210306_01_T1	No apta para estudio
19	Ene/23/2021	3:23:33	3:24:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_118185_20210123_20210305_01_T2	No apta para estudio
20	Ene/27/2021	15:19:35	15:20:07	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210127_20210305_01_T1	No apta para estudio
21	Feb/28/2021	15:19:27	15:19:58	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210228_20210311_01_T1	No apta para estudio
22	Marz/16/2021	15:19:17	15:19:49	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210316_20210328_01_T1	No apta para estudio
23	Abri/01/2021	15:19:13	15:19:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210401_20210409_01_T1	Apta para Estudio
24	Abri/17/2021	15:19:07	15:19:39	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20210417_20210424_01_T2	No apta para estudio
25	May/03/2021	15:18:58	15:19:30	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20210503_20210508_01_T2	No apta para estudio
26	May/19/2021	15:19:05	15:19:37	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210519_20210528_01_T1	No apta para estudio
27	Jun/04/2021	15:19:13	15:19:45	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210604_20210614_01_T1	No apta para estudio
28	Jun/20/2021	15:19:19	15:19:51	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210620_20210628_01_T1	No apta para estudio
29	Jul/06/2021	15:19:21	15:19:53	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210706_20210713_01_T1	No apta para estudio



Bitacora de registro de imágenes satelitales

Proyecto: Sistema para la generación de un conjunto de datos de la Cobertura Vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto.

No.	Fecha	Hora Inicio	Hora Final	Lugar (Ciudad, sector, Coordenadas UTM)	Codigo Imagen Satelital	Observaciones
1	Jul/22/2021	15:19:26	15:19:58	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210722_20210729_01_T1	No apta para estudio
2	Agos/07/2021	15:19:33	15:20:05	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210807_20210818_01_T1	No apta para estudio
3	Agos/23/2021	15:19:38	15:20:10	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210823_20210901_02_T1	No apta para estudio
4	Sept/08/2021	15:19:43	15:20:15	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1GT_009059_20210908_20210916_02_T2	No apta para estudio
5	Sept/24/2021	15:19:46	15:20:18	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20210924_20210930_02_T1	No apta para estudio
6	Octu/10/2021	15:19:52	15:20:23	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20211010_20211019_02_T1	No apta para estudio
7	Octu/26/2021	15:19:53	15:20:25	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20211026_20211104_02_T1	No apta para estudio
8	Nov/01/2021	15:25:02	15:25:34	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC09_L1TP_010059_20211101_20220118_02_T1	No apta para estudio
9	Nov/11/2021	15:19:50	15:20:21	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20211111_20211117_02_T1	No apta para estudio
10	Nov/27/2021	15:19:49	15:20:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20211127_20211208_01_T1	Apta para Estudio
11	Dic/05/2021	15:19:51	15:20:23	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC09_L1TP_009059_20211205_20220120_02_T1	No apta para estudio
12	Dic/13/2021	15:19:48	15:20:20	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20211213_20211222_02_T1	No apta para estudio
13	Dic/21/2021	15:19:44	15:20:16	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC09_L1TP_009059_20211221_20220121_02_T1	No apta para estudio
14	Dic/29/2021	15:19:42	15:20:14	Longitud:1.2123 Latitud:-77.3315	LC08_L1TP_009059_20211229_20220105_02_T1	No apta para estudio

Anexo 4. Tutorial

Después de iniciar sesión podrás visualizar la interfaz principal con todas las funciones que puede realizar la página web.

En la parte superior izquierda encontraras el nombre de usuario de la cuenta que estas usando.

También hay una opción en la parte superior derecha que te permite cerrar sesión cuando veas conveniente.

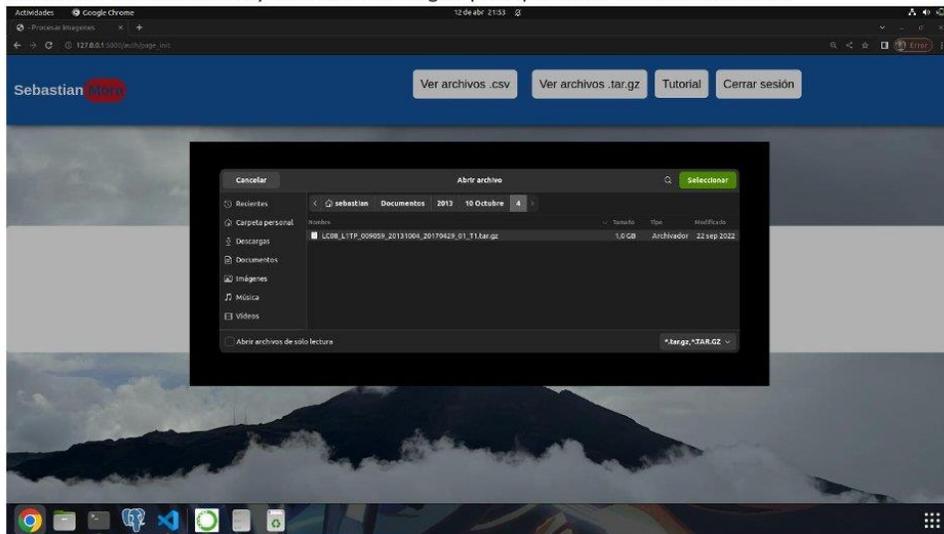


Lo principal por hacer es dar clic en el botón izquierdo que dice seleccionar archivo el cual te permitirá subir los archivos.tar.gz este debe ser de imágenes satelitales con reflectancia, se recomienda que sean imágenes del satélite Landsat 8 (solo se hace la recomendación. siempre y cuando el satélite tenga la capacidad de obtener la radiancia espectral o reflectancia se puede utilizar sus imágenes en la página web.)

La página recomendada para descargar estas imágenes satelitales es la siguiente:

<https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=1>

Después de dar clic en seleccionar archivos debes buscar el archivo.tar.gz que deseas subir desde tu ordenador a los servidores para después procesarlas. puedes subir todas las imágenes que vas a necesitar. Pero una a la vez y en orden cronológico para que te sea más fácil utilizarlas.



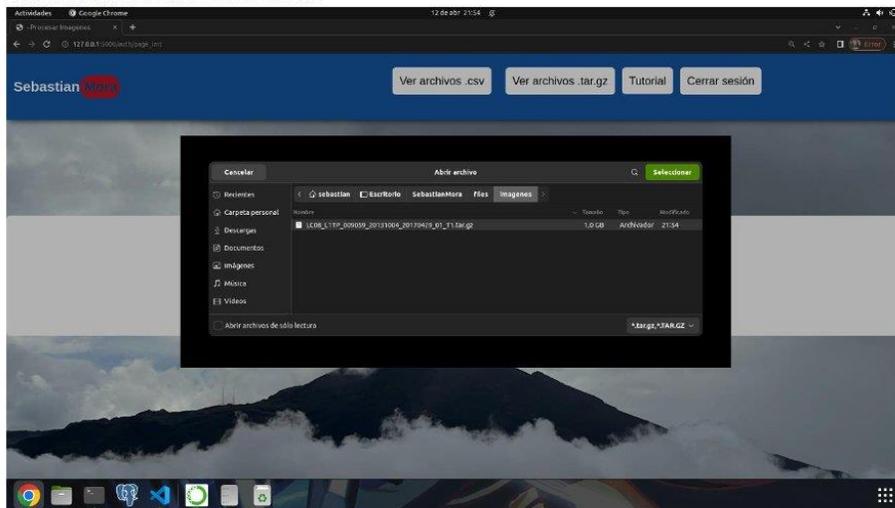
Cabe repetir que es necesario seleccionar una imagen a la vez para después dar clic en subir archivo para subir el archivo.tar.gz seleccionado a los servidores (este proceso se repetirá dependiendo de cuantos archivos.tar.gz desees subir).



Después de subir los archivos deberás dar clic en seleccionar archivos que se encuentra en la parte derecha de la interfaz. (cabe decir que este proceso también se debe hacer uno a la vez y en orden cronológico).



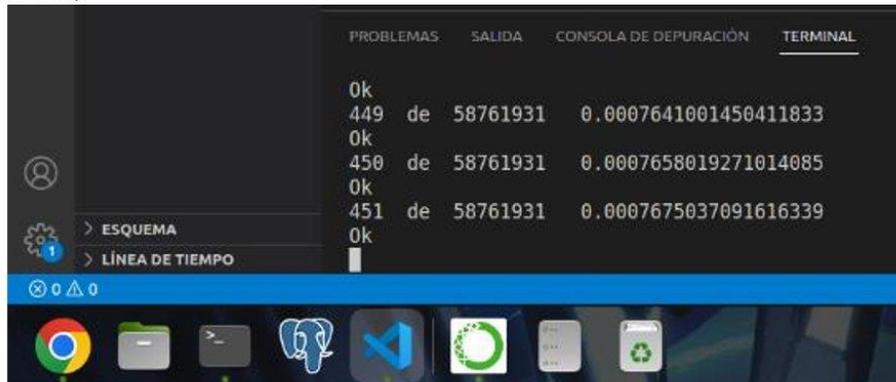
Después de dar clic en seleccionar archivo este abrirá una carpeta la cual mostrará todos los archivos subidos con anterioridad.



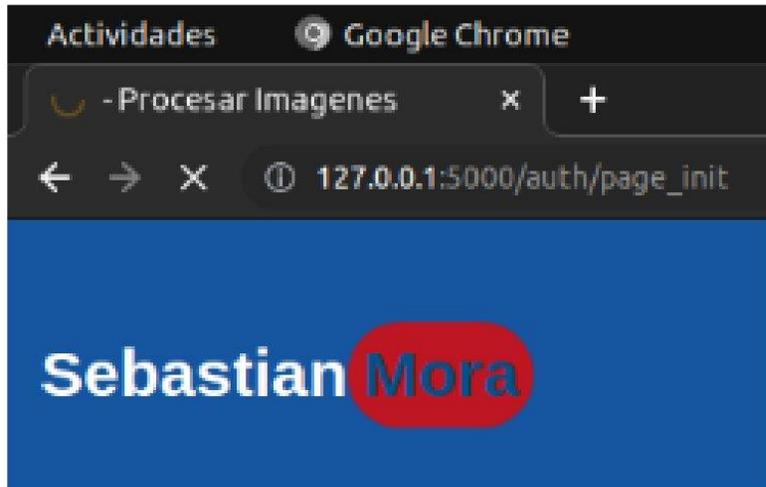
Después de seleccionar el archivo se debe dar clic en procesar archivo.



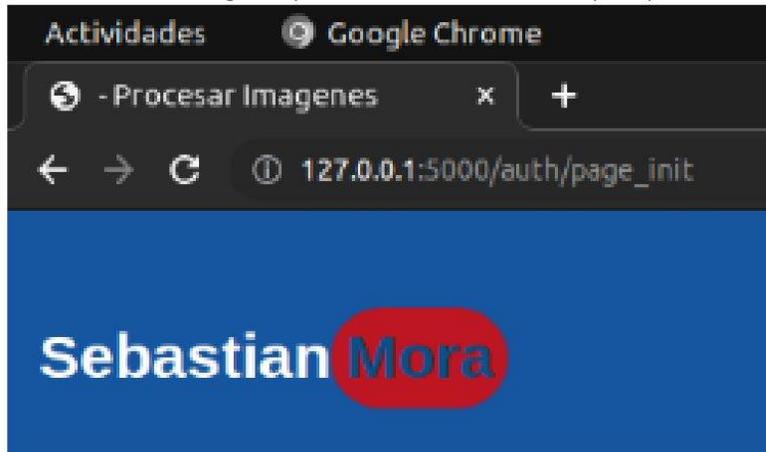
Y esto ara un proceso interno el cual dará como resultado un archivo .csv y a la ves subirá todos los archivos a la tabla reflectancia de la base de datos. (esto no se mostrará ya que es un proceso interno).



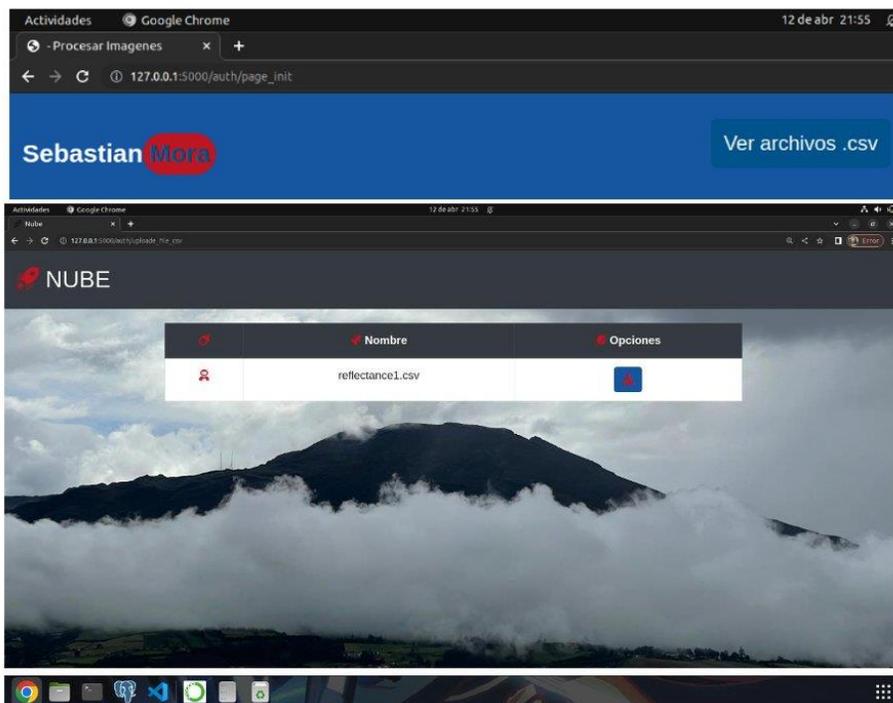
En la parte superior izquierda mostrará un círculo el cual te dará a entender que se está procesando un archivo.



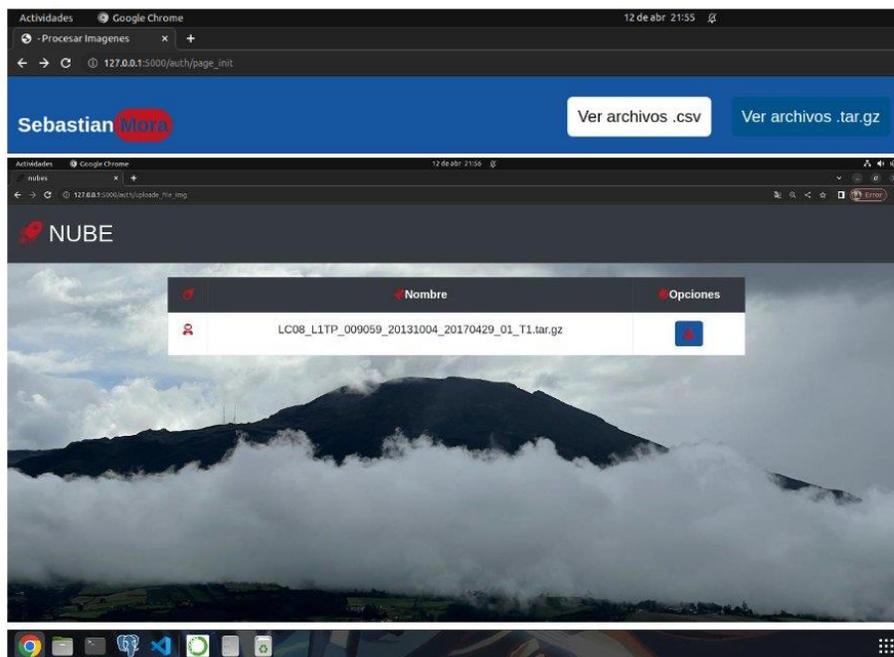
Cuando el círculo de carga desaparezca esto te dará a entender que el proceso ha terminado



En la parte superior hay un botón que dice ver archivos .csv este mostrará los datos de reflectancia extraídos con anterioridad también te permitirá descargar dichos archivos .csv.



En la parte superior hay un botón que dice ver archivos.tar.gz este mostrara los archivos subidos al servidor. También te permitirá descargar dichos archivos.



San Juan de Pasto, 8 de junio de 2023

Señores
COMITÉ CURRICULAR
Programa de Ingeniería de Sistemas
UNIVERSIDAD CESMAG
La ciudad

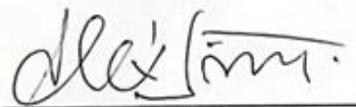
Ref. Visto bueno tercera entrega de documento final de proyecto de grado.

Cordial saludo:

Por medio de la presente autorizo presentar el **Documento final** del proyecto de grado denominado: "**Sistema para la generación de un conjunto de datos de la cobertura vegetal caso: Frontera periurbana Santuario de Flora y Fauna Galeras - Pasto**", realizado por los estudiantes **Miller Andrés Salas Álvarez** y **Jair Sebastián Mora Córdoba** de décimo semestre de la jornada diurna del programa de Ingeniería de Sistemas.

Cabe resaltar que los estudiantes han asistido a las respectivas asesorías programadas y luego de revisar el documento final, los estudiantes han acatado las recomendaciones. El documento final se encuentra en un **100%** para la entrega a jurados.

Atentamente,



Alex Gilberto Urbina Gamboa
Docente asesor
Programa Ingeniería de Sistemas
Universidad CESMAG



UNIVERSIDAD
CESMAG

NIT: 800.109.367-7
VIGILANCIA INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADO O TRABAJOS DE APLICACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL

CÓDIGO: AAC-BL-FR-031

VERSIÓN: 1

FECHA: 16/JUN/2023

INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)	
Nombres y apellidos del autor: Jair Sebastian Mora cordoba	Documento de identidad: 1.192.717.954
Correo electrónico: Jsmora.7954@unicesmag.edu.co morajirsebastian@gmail.com	Número de contacto: 317 - 444 - 2192
Nombres y apellidos del autor: Miller Andrés Salas Álvarez	Documento de identidad: 1.085.306.638
Correo electrónico: Masalas.6638@unicesmag.edu.co	Número de contacto: 311 - 793 - 5700
Título del trabajo de grado: SISTEMA PARA LA GENERACIÓN DE UN CONJUNTO DE DATOS DE LA COBERTURA VEGETAL CASO: FRONTERA PERIURBANA SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA GALERAS - PASTO.	
Facultad y Programa Académico: Facultad de Ingeniería, programa de Ingeniería de Sistemas.	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve (mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje (mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.
- Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.



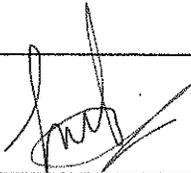
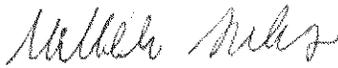
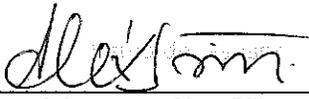
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
- e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

NOTA: En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permiso(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 16 días del mes de junio del año 2023.

	
Nombre del autor: Jair Sebastian Mora Cordoba	Nombre del autor: Miller Andrés Salas Álvarez
 Nombre del asesor: Alex Gilberto Urbina G.	