



Escuela de Ingeniería
Ingeniería Civil en Computación

**Desarrollo frontend móvil de GeoBuscador:
Aplicación para el estudio de rocas y minerales**

Diego Alejandro Valdés Olguín
Profesor guía: Gonzalo Muñoz Martínez

Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Civil en Computación

Rancagua, Chile
Enero, 2023

Agradecimientos

Tras 5 años de estudios, no tengo más que palabras de agradecimiento por la constante orientación y apoyo de las distintas personas que me han acompañado a lo largo de mi formación. En primer lugar, me gustaría agradecer a mi docente guía Gonzalo Muñoz M., Ingeniero Matemático de la Universidad de Chile. Desde el primer día mostró gran interés por guiarme en el desarrollo de este proyecto/memoria, apoyándome con comentarios oportunos y detallados. También quisiera agradecer a los docentes Rodrigo Delgado V. y Cristóbal Quiñinao M. que han sido parte importante de mi formación profesional, especialmente en las áreas de “Desarrollo de aplicaciones” y “Programación Orientado a Objetos”, temas que me apasionan y en los cuales, me desenvuelvo a diario de forma profesional.

También me gustaría agradecer a mis compañeros de universidad, especialmente a uno de ellos y mi actual colega Orlando Cavieres C., amigo cercano con quien aprendí mucho durante mis años de pregrado.

El desarrollo de este proyecto/memoria nace de una necesidad plasmada por los futuros Ingenieros Geológicos Pablo Rodríguez G. y Manuel Romero E., en apoyo de la docente Laura Becerril C.; por lo cual, sin ellos, esta idea no hubiera nacido.

Finalmente, me gustaría agradecer a mi familia, novia y amigos por todo su apoyo. Sin ellos no estaría en este momento de mi vida. Siempre fueron y serán mi apoyo fundamental.

Índice

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS.....	7
OBJETIVOS GENERALES	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
DESARROLLO.....	8
PROBLEMÁTICA	8
<i>Antecedentes</i>	8
<i>Justificación</i>	8
COMUNICACIÓN	9
REQUISITOS.....	9
<i>Estado del arte</i>	9
<i>Identificación de Usuarios</i>	11
<i>Requisitos funcionales</i>	12
<i>Requisitos no funcionales</i>	15
<i>Historias de usuario</i>	15
ANÁLISIS DEL SISTEMA	17
<i>Diagrama de contexto de la arquitectura</i>	18
<i>Planificación</i>	18
DISEÑO	20
<i>Diagramas UML</i>	20
<i>Prototipo</i>	23
CODIFICACIÓN	27
<i>Tecnologías y metodología de trabajo</i>	27
<i>Vistas, componentes y funcionamientos</i>	29
INTEGRACIÓN	32

<i>Comunicación cliente – servidor</i>	<i>33</i>
<i>Visualización en 3D</i>	<i>34</i>
PRUEBAS	38
RESULTADOS.....	39
CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS	44

Resumen

Palabras clave: GeoBuscador, ReactNative, Aplicación, Fotogrametría, Rocas y Minerales.

A razón de variadas carencias y deficiencias en la entrega de información en sitios móviles y webs sobre rocas y minerales, estudiantes de Ingeniería Civil Geológica de la Universidad de O'Higgins se reúnen para evaluar la viabilidad de crear un software en ayuda a la investigación de las Ciencias de la Tierra, en busca de una aplicación capaz de proveer completa información en español de rocas y minerales, capaz de identificar las muestras geológicas por medio de fotografías y la posibilidad de visualizar las muestras en un formato 3D, naciendo así la biblioteca de rocas y minerales en español GeoBuscador.

El proyecto se dividió en un desarrollo paralelo de dos partes: Lo correspondiente a desarrollo de la plataforma web para la administración de información, backend y sistema de identificación de rocas y minerales por medio de fotografía, a cargo de Orlando Cavieres C. Por otra parte, lo correspondiente a la creación de diseños de las distintas soluciones (UI/UX), desarrollo frontend de la aplicación móvil y visualización de las muestras geológicas dentro de la aplicación, a cargo de Diego Valdés O. Mostrando el desarrollo de esto último en este documento.

El desarrollo del frontend para la aplicación móvil se realizó con lenguaje JavaScript en el entorno de trabajo React Native (Meta and community, 2013), por otra parte, para la visualización 3D, el proceso de fotogrametría se realizó con los programas Metashape (Agisoft) y Adobe Substance 3D Sampler (Adobe Inc., 2022). Para el proceso de renderización se uso Unity® software (Unity Technologies, 2005) y la solución para visualización en streaming Furioos (Unity Technologies, 2020).

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron pruebas del software en la feria de ciencias (FECI) realizada en la Universidad O'Higgins y Pichilemu, con el objetivo de encontrar errores en la aplicación y recopilar comentario/sugerencias del público. Culminando el proyecto en una versión mínimo viable, la cual se compone de una aplicación móvil para Android e IOS y una plataforma web de administración. Este software posee un total de 10 minerales, 4 rocas y 16 palabras técnicas del mundo geológico.

Introducción

Las Ciencias de la Tierra son un conjunto de disciplinas destinadas a estudiar la Tierra y sus interacciones. Estos campos son entre otros la geología, la geofísica, la geoquímica.

La geología, es la ciencia que estudia la composición interna y superficial, la tectónica de placas, los yacimientos de minerales, etc. del planeta Tierra, con el fin de comprender su evolución. Para llevar a cabo estas investigaciones, se requiere información detallada sobre materiales terrestres sólidos, como rocas y minerales.

Un mineral es una sustancia natural con una composición química definida y tiene una estructura cristalina específica, mientras que una roca es un complejo o agregado de minerales y no tiene una composición química específica. A nivel mundial, hasta la fecha, se han descubierto un total estimado de 5.514 minerales (International Mineralogical Association (IMA), 2022) y 3.054 rocas (Hudson Institute of Mineralogy, 2000). Así, ambas cifras suman más de 8.000 muestras de materiales sólidos analizadas en todo el mundo. Además, que cada año se descubren nuevos elementos.

Con un volumen tan grande de datos, en su mayoría en inglés, y con sitios online que presentan información desactualizada e incompleta, existe la necesidad diaria de mejores sistemas de muestreo geológico que puedan presentar esta información a los usuarios hispanos de manera detallada, confiable, ordenada y llamativa.

Para esta memoria, nos adentraremos específicamente en ¿Cómo se puede mejorar el acceso a la información de esta disciplina?, presentando así la aplicación GeoBuscador. Un desarrollo, compuesto de una aplicación móvil y una plataforma de administración web para el estudio de muestras geológicas, destinados a mejorar la experiencia de estudiantes, académicos y público en general. Esto por medio de una extensa base de información, en español, de rocas y minerales, posibilidades de filtros por medio de fotografías y visualización detallada de muestras en 3D.

Objetivos

Objetivos generales

Analizar, desarrollar e implementar un conjunto de softwares que formen una enciclopedia geológica virtual, proporcionando a los usuarios de habla hispana información actualizada de manera intuitiva y llamativa, sobre rocas y minerales, certificada por expertos.

Objetivos específicos

El proyecto contempla un trabajo dividido en dos memorias, las cuales, el objetivo específico de ambas es:

- Analizar los usuarios y sus requerimientos, para identificar y caracterizar el problema.
- Presentar la arquitectura de la solución y desarrollar un plan de trabajo.

Luego, los objetivos específicos que abarcará esta memoria en el desarrollo frontend, son:

- Generar para los distintos softwares a desarrollar:
 - Flujo de navegación
 - Mockup y prototipo de diseño
- Generar la infraestructura de trabajo de frontend, integrando el diseño creado, las conexiones al backend y finalmente, incorporar las funcionalidades de la aplicación móvil.
- Integrar la arquitectura para la representación gráfica de la roca, estableciendo un flujo de fotogrametría y la renderización de estos modelos 3D dentro de la aplicación.
- Realizar pruebas con estudiantes y público, y finalmente desplegar la aplicación para su descarga y uso.

Desarrollo

Se utilizó el “*Ciclo de vida del desarrollo de software*”, una secuencia estructurada y definida que contiene los procesos de desarrollo adecuado para un producto. El propósito de apegarse a esta estructura es producir un software de la más alta calidad en el menor tiempo y costo posible (ISO/IEC/IEEE 12207:2017 – Systems and software engineering -- Software life cycle processes, 2017)

Problemática

Primero, se deben entender los problemas que enfrentan los usuarios actualmente con las alternativas existentes de enciclopedias geológicas online.

Antecedentes

La mayoría de los sitios online dedicados a proporcionar información sobre rocas y minerales se encuentran en inglés. Los sitios que se encuentran en habla hispana muestran información incorrecta y desactualizada, debido a sitios mal mantenidos y algunos sitios con información muy general. Como resultado, los estudiantes e investigadores deben consultar múltiples fuentes de información, lo cual puede consumir mucho tiempo. Finalmente, leer información sobre rocas y minerales en estos sitios resulta poco atractivo visualmente para los usuarios, ya que se presenta en un formato tabla y en su mayoría solo texto.

Justificación

Debido a todas estas deficiencias presentadas, los usuarios que desean aprender o profundizar sobre estos temas pueden perder interés y valioso tiempo.

Cabe destacar que los recursos más utilizados son las páginas webs, porque brindan la mayor cantidad de información. Sin embargo, el uso de estos sitios se convierte en un factor limitante a la hora de utilizar teléfonos móviles debido a la accesibilidad, capacidad y rendimiento, además de la nula opción de poder descargar datos para visualizar más adelante, por lo que resulta

conveniente considerar el desarrollo de una aplicación móvil (Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación, 2022) capaz de transmitir esta información geológica de los sitios webs a los usuarios.

Comunicación

Después de recopilar los antecedentes de la problemática y definir los primeros indicios para abordarlo, se inician discusiones con los futuros Ingenieros Geológicos de la Universidad O'Higgins, quienes expresan sus necesidades específicas y presentan la solicitud para el desarrollo de software. Ellos, definidos como *Expertos* en este documento, serán los responsables de otorgar el conocimiento y los requisitos de la aplicación. Los expertos son: Pablo Rodríguez G. y Manuel Romero E. con el apoyo de la Dra. Laura Becerril C.

Requisitos

A través de reuniones y entrevistas se analizaron los softwares que actualmente usan (Estado del arte), se identificaron los usuarios objetivos y se recopilaron los requisitos de los *Expertos*. Estos requisitos se clasifican como requisitos del usuario, requisitos funcionales y requisitos del sistema (Larman, 2002).

Estado del arte

Se buscaron páginas o aplicaciones con el mismo propósito y público de interés, con el objetivo de analizar lo existente, y con ello responder la siguiente pregunta: ¿Qué se puede ofrecer para diferenciar la aplicación del resto de aplicaciones o webs?

Primero, se realizó una búsqueda en Google Play Store, analizando el rating, número de opiniones y deficiencias presentes en las aplicaciones, más importantes, publicadas. (Ver Tabla 1)

Titulo	Empresa	Rating	Opiniones	Deficiencia
Rock Identifier: Escanear Roca ¹	Next Vision Limited	4.8	28.100	Se requiere pagar para identificar muestras por fotografía y posee poca información
Guía de minerales: Geología ²	99 Dictionaries: The world of terms	4.7	1.006	Se limita solo a muestras minerales, tiene anuncios y es poco atractiva visualmente
Gemius: Rock Identifier ³	Codeway Dijital	2.2	922	Mal sistema de identificación de muestras por fotografía y posee poca información

Tabla 1: Ratings y opiniones de las aplicaciones geológicas más importantes en Google Play Store

Por otro lado, se investigaron los sitios web especializados en petrología y mineralogía como MinDat⁴ y GeoVirtual⁵. Finalmente, se revisó la enciclopedia de uso general Wikipedia.

Todas las aplicaciones y sitios webs muestran el mismo formato de presentar la información: Una 'Tabla de Datos' sin diseño y con colores sobrios, poco llamativa para los usuarios hoy en día (Ver Ilustración 1 e Ilustración 2). Además, para varios de estos sitios, la cantidad de información sobre muestras geológicas no es la misma, sumándose a que muchas de estas muestras geológicas tienen información incompleta.

Physical Properties of Lapis lazuli	
Lustre:	Sub-Vitreous, Greasy
Transparency:	Opaque
Comment:	Takes a good polish
Fracture:	Irregular/Uneven

Ilustración 1: Propiedades físicas del Lapislázuli (*Hudson Institute of Mineralogy, 2000*)

Datos generales: Lapislázuli, Lazurita
Formula: (Na, Ca) ₈ [SO ₄ , Cl ₂]/(AlSiO ₄) ₆
Dureza MOHS: 5 ½
Peso específico: 2,4 g /cm ³
Color: azul oscuro
Color de la raya: azul claro
Brillo: vítreo
Cristales: : escaso
Fracturamiento: perfecto, concoide
Sistema cristalino: cúbico
Origen: Chile, Afganistán
La Lazurita es un feldespatóide
Minerales parecidos: <i>Sodalita</i> , <i>Noseana</i>

Ilustración 2: Datos generales del Lapislázuli (*Dr. Wolfgang Griem, 2011*)

¹ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.picturerock.rock&hl=es_CL&gl=US

² https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dictionary.MineralsGuide.Geology&hl=es_CL&gl=US

³ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.codeway.rockidentifier&hl=en_AU&gl=US

⁴ <https://www.mindat.org/>

⁵ <https://www.geovirtual2.cl/index.htm>

Finalmente, ciertas aplicaciones móviles tienen sistemas de pago incorporados para realizar algunas acciones como, por ejemplo, identificar con una fotografía la roca o mineral con uso de inteligencia artificial. Esta modalidad puede limitar el acceso a la información, y por ende al aprendizaje.

Identificación de Usuarios

El proyecto considera un total de 4 tipos de usuarios. Expertos que generan datos en la aplicación que son Administradores, Encargados de plataforma web y Diseñadores 3D. Y los usuarios finales que visualizarán esta información (Estudiantes, académicos y público general).

Ya establecidos los usuarios, se procede a definir sus requisitos para el proyecto. En conjunto con los geólogos *Expertos*, que compartieron sus expectativas, requisitos y oportunidades para el proyecto. Los roles y sus interacciones son:

- Administrador: Usuario responsable de administrar a otros usuarios existentes, realizando operaciones de crear, leer, actualizar y borrar sobre éstos. También tendrá el rol y acceso de funciones de Encargado de plataforma y Diseñador 3D.
- Encargados de plataforma: Usuarios con acceso a la plataforma web con la posibilidad de agregar, modificar y eliminar información sobre rocas y minerales, y también las entradas del glosario.
- Diseñadores 3D: Usuarios encargados de realizar el proceso de fotogrametría y generación del modelo 3D para luego subirlo a la plataforma. También dedicados a la información visual (Colores e imágenes), que tendrá cada una de las muestras en la plataforma web.
- Estudiantes/Académicos/Público general (Usuario final): Usuarios que leerán y visualizarán la información de la aplicación móvil. Podrán crear una cuenta y tener acceso a información personalizada.

Requisitos funcionales

Enunciados simples y concisos de cómo debe reaccionar el sistema completo y específico, y qué información debe procesar. Estos requisitos son:

Aplicación Móvil (Usuarios finales):

1. La aplicación permitirá al usuario crear una cuenta.
2. El usuario podrá acceder a una cuenta mediante un correo y una contraseña, previamente registrada.
3. En caso que el usuario no recuerde la contraseña, la aplicación tendrá un apartado, donde éste podrá recuperarla con uso de su correo. El sistema le enviará un enlace para restablecerla.
4. La aplicación no le pedirá al usuario que escriba sus datos cada vez que ingrese a ésta, por lo tanto, mantendrá su sesión iniciada a lo largo del tiempo si su inactividad no supera los 7 días.
5. El usuario podrá acceder a una página de inicio donde se le mostrará un mensaje de bienvenida, sus rocas y minerales favoritos y sus últimas visitas a fichas de mineral o roca, entre otra información de su interés. También el usuario podrá acceder a su perfil desde la página de inicio.
6. La aplicación móvil tendrá una vista perfil, desde donde el usuario podrá cerrar sesión, editar toda su información personal e incluso deshabilitar/eliminar su cuenta.
7. En la aplicación móvil se podrá acceder a una pantalla de búsqueda, la cual desplegará un listado de rocas y minerales. El usuario podrá filtrar esta lista y acceder a estos elementos.
8. Mediante el uso de una fotografía, el usuario podrá buscar la roca o mineral y se le desplegará un listado con mayor probabilidad de identificación. El usuario podrá acceder a estos elementos.
9. Al acceder a una roca/mineral, el usuario podrá visualizar todos los detalles, propiedades, categoría e información respectiva de éste. Además, podrá descargar su información para usar más adelante cuando no tenga conexión a internet.

10. Al visualizar una ficha de mineral o roca, el usuario podrá acceder a otras rocas o minerales asociados a éste.
11. Cada mineral o roca podrá tener asociado un modelo 3D, siendo este modelo interactivo.
12. El usuario podrá agregar o quitar de favoritos una roca o un mineral.
13. Se hará seguimiento de las últimas 10 fichas visitadas por el usuario, generando un historial de visitas en la pantalla principal.
14. Dentro de la ficha de un mineral o roca se podrá realizar búsqueda de categorías de interés o palabras claves.
15. Desde la ficha mineral o roca, el usuario podrá acceder a visualizar palabras técnicas siempre y cuando estas se encuentren definidas en el glosario geológico.
16. Se tendrá un apartado de glosario, donde el usuario podrá visualizar palabras técnicas geológicas presentes en la aplicación junto a una descripción e imagen.
17. Se mostrará una pantalla de carga cada vez que la aplicación necesite obtener información o realizar un procedimiento, entregando mensajes y alertas oportunas al usuario.

Plataforma Web (Administradores, Encargados de plataforma y Diseñadores 3D):

1. El usuario podrá acceder a una cuenta mediante un correo y una contraseña, previamente registrada.
2. En caso de que el usuario no recuerde la contraseña, la plataforma web tendrá un apartado, donde el usuario podrá recuperarla con uso de su correo. El sistema le enviará un enlace para restablecerla.
3. La plataforma web no le pedirá al usuario que escriba sus datos cada vez que ingrese a ésta, por lo tanto, mantendrá su sesión iniciada a lo largo del tiempo si su inactividad no supera los 7 días.
4. El usuario podrá acceder a una página de inicio donde se le mostrará una barra de navegación con ciertas opciones según el tipo de privilegio que el administrador le haya otorgado.

5. Para cualquier tipo de usuario, se podrá acceder a una pantalla de búsqueda, la cual desplegará un listado de rocas y minerales. El usuario podrá filtrar esta lista y podrá acceder a estos elementos.
6. Un usuario de tipo Encargados de Plataforma, podrá agregar y eliminar rocas y/o minerales desde la pantalla de búsqueda.
7. En el caso de ser un usuario de tipo Encargados de plataforma, al acceder a una roca o mineral, podrá agregar, editar y visualizar todos los detalles, atributos, categoría e información respectiva a éste.
8. En el caso de ser un usuario de tipo Diseñador 3D, al acceder a una roca o mineral, podrá agregar, editar y visualizar las imágenes, colores y modelo 3D asociado.
9. Para cualquier tipo de usuario, se podrá acceder a una pantalla de glosario, la cual desplegará un listado de palabras técnicas geológicas. El usuario podrá filtrar esta lista y podrá acceder a estos elementos.
10. Un usuario de tipo Encargados de Plataforma, podrá agregar y eliminar palabras técnicas geológicas desde la pantalla de glosario.
11. En el caso de ser un usuario de tipo Encargados de Plataforma, al acceder a una palabra técnica geológica, podrá agregar, editar y visualizar información respectiva.
12. En el caso de ser un usuario de tipo Diseñador 3D, al acceder a una palabra técnica geológica, podrá agregar, editar y visualizar imágenes y colores asociados.
13. Un usuario de tipo Administrador podrá acceder a una pantalla de usuarios, la cual desplegará un listado de usuarios Encargados de Plataforma y Diseñador 3D. Este usuario podrá filtrar esta lista y podrá acceder a cada uno de ellos.
14. Un usuario de tipo Administrador podrá agregar y eliminar usuarios desde la pantalla de búsqueda.
15. Un usuario de tipo Administrador podrá acceder a editar y visualizar información respectiva de un usuario.
16. Un usuario de tipo Administrador tendrá los permisos de realizar las mismas acciones que un usuario Encargado de Plataforma y Diseñador 3D.

17. Se mostrará una pantalla de carga cada vez que la aplicación necesite obtener información o realizar un procedimiento, entregando mensajes y alertas oportunas al usuario.
18. Para todo tipo de usuario, desde la barra de navegación podrá cerrar sesión.

Requisitos no funcionales

Los requerimientos no funcionales definen las características que tendrá el sistema de manera completa, siendo limitantes sobre éste y ofreciendo estándares de calidad. Estos son:

1. La aplicación funcionará de manera rápida y fluida, teniendo un tiempo de espera máximo de 2 segundos para realizar una acción.
2. El sistema debe proporcionar mensajes de error que sean informativos y orientados al usuario final.
3. Las aplicaciones deben poseer un diseño adaptativo, con el fin de garantizar la adecuada visualización en múltiples resoluciones de dispositivos.
4. El sistema debe ser seguro para evitar filtración de datos de los usuarios.
5. La arquitectura debe estar pensada para que sea escalable a lo largo del tiempo.

Historias de usuario

Las historias de usuarios son una forma de expresar los requisitos de los usuarios en un lenguaje técnico y orientado al equipo de desarrollo. Debe estar escrito desde el punto de vista del usuario final y especificar los requisitos para cumplir una tarea determinada.

Algunas de estas historias de usuarios con las cuales se trabajarán son el proceso para acceder a una roca o mineral (Ver Tabla 2), filtrar una roca o mineral del listado total (Ver Tabla 3) y las acciones que debe realizar el usuario para visualizar un modelo 3D de una roca o mineral (Ver Tabla 4).

Nombre Historia:	Acceder a una roca o mineral	Código historia:	de AM05
Descripción:	Como usuario quiero acceder a visualizar la información de una roca o un mineral.		
Criterios de Aceptación:	AC 1: Dado un usuario al ingresar a la aplicación y estar en la pantalla de búsqueda de roca y minerales.		
	AC 2: Al seleccionar algún elemento roca o mineral, en el listado de la pantalla, podrá acceder a visualizar su información.		

Tabla 2: Historia de usuario AM05. Detalle entradas y salidas de la acción de Acceder a una roca y mineral en la aplicación móvil

Nombre Historia:	Filtrar una roca o mineral	Código historia:	de AM06
Descripción:	Como usuario quiero poder filtrar una roca o mineral de mi interés.		
Criterios de Aceptación:	AC 1: Dado un usuario al ingresar a la aplicación y estar en la pantalla de búsqueda de roca y minerales.		
	AC 2: Al seleccionar el botón para filtrar, se deberá desplegar una serie de opciones para poder filtrar y encontrar la búsqueda solicitada.		
	AC 3: El usuario podrá filtrar si desea visualizar sólo rocas, sólo minerales o ambas. En el caso de elegir alguna podrá filtrar luego el tipo de roca o la clasificación del mineral. Tendrá la opción de filtrar por región conocida que se presente el elemento y por el color o alguna otra propiedad y/o característica.		
	AC 4: Sin seleccionar el botón filtrar, el usuario podrá usar un cuadro de búsqueda de texto el cual, por cada carácter que ingrese, aparecerá el listado de elementos que coincidan con su búsqueda.		
	AC 5: Finalmente, si el usuario lo desea podrá sacar una fotografía a la muestra, subirla al sistema y esté deberá responder en probabilidades que roca o mineral es la que tiene.		

Tabla 3: Historia de usuario AM06. Detalle entradas y salidas de la acción Filtrar una roca o mineral en la aplicación móvil

Nombre Historia:	Visualizar un modelo 3D de la roca o mineral seleccionado	Código historia:	de AM09
Descripción:	Como usuario quiero poder acceder a visualizar un modelo 3D de la roca o mineral seleccionado con anterioridad. Además, quiero poder rotarlo, acercarlo y alejarlo para verlo en mayor detalle.		
Criterios de Aceptación:	AC 1: Dado un usuario al seleccionar previamente una roca o mineral y seleccionar el botón para visualizar el modelo 3D, se le debe desplegar una pantalla la cual cargará el modelo 3D asociado a la muestra.		
	AC 2: El usuario utilizando distintos gestos como arrastrar, deslizar y separar/juntar los dedos sobre su pantalla, podrá interactuar con este modelo 3D, el cual rotará, escalará y moverá.		

Tabla 4: Historia de usuario AM09. Detalle entradas y salidas de la acción Visualizar un modelo 3D de la roca o mineral seleccionado en la aplicación móvil

Análisis del sistema

Luego de un análisis detallado de los requerimientos, se propone como solución desarrollar una aplicación móvil que permita a los usuarios, con cuenta registrada, acceder, navegar, leer información detallada sobre rocas y minerales, filtrar muestras y la posibilidad de utilizar una fotografía para ello. Además, el acceso a un glosario geológico, visualizar modelos 3D detallados de las rocas o minerales seleccionados y la posibilidad de descargar la información de una roca o mineral para visualizarlo cuando no tenga conexión de internet. En este contexto, también, se ha propuesto desarrollar una plataforma web que permite a los usuarios expertos del área (Trabajadores de la plataforma) ingresar información de rocas y minerales, y palabras del glosario geológico para que toda esta información se muestre dentro de la aplicación móvil.

Diagrama de contexto de la arquitectura

A continuación, se presenta una estructura global de la solución planteada junto a los usuarios (Ver Ilustración 3).

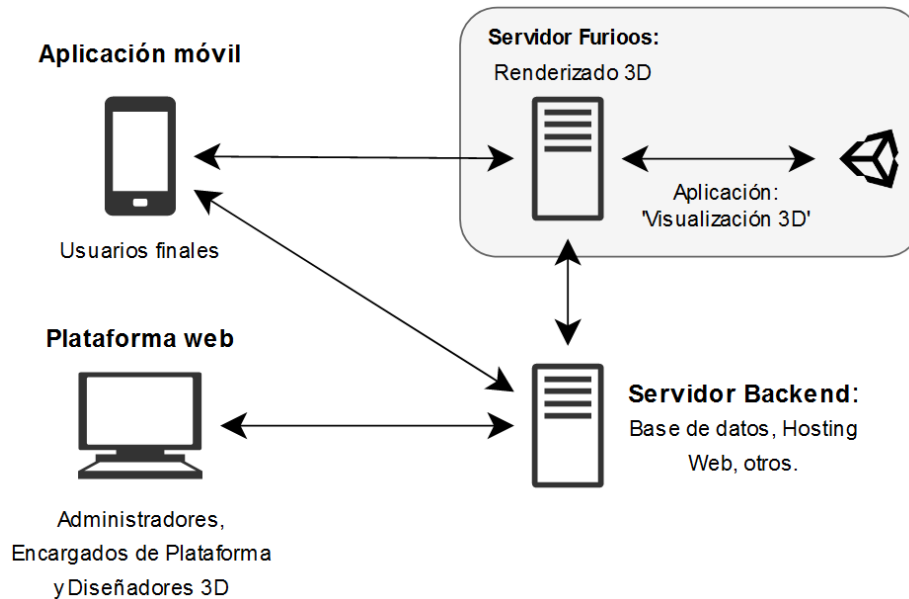


Ilustración 3: Propuesta de arquitectura de desarrollo de GeoBuscador

- La plataforma web se comunicará directamente con el servidor backend, para que pueda mostrar los datos y permita actualizarlos según sea necesario.
- La aplicación móvil se comunicará con el servidor backend para obtener y mostrar datos del usuario, glosario geológico, muestras de rocas y minerales.
- La aplicación móvil se comunicará con el servidor Furioos para generar una transmisión en tiempo real de los modelos 3D de la muestra geológica, generando en medio una comunicación entre el servidor backend y el servidor Furioos, para que este último obtenga el archivo 3D a visualizar.

Planificación

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema se contará con 2 desarrolladores, asignando las siguientes tareas:

Desarrollo backend: Orlando Cavieres C.

- Configuración y creación de la infraestructura del servidor backend.
- Creación de la base de datos y modelos vista-controlador en la aplicación backend.
- Creación de API para envío de datos hacia la aplicación móvil.
- Desarrollo de la plataforma web para ingreso de datos al servidor backend.
- Entrenamiento de modelos de red neuronal para clasificación/identificación mediante imágenes.

Desarrollo frontend: Diego Valdés O.

- Diseño UI y UX (Plataforma web y móvil).
- Creación de diseños y prototipos.
- Creación de infraestructura de trabajo frontend móvil.
- Desarrollo de integración y funcionalidades en aplicación móvil.
- Formulación y desarrollo del sistema para el manejo de modelos interactivos 3D.
- Pruebas y despliegue de aplicación móvil.

Para ejecutar el presente proyecto se utilizará la metodología SCRUM con reuniones semanales del equipo de desarrollo (Schwaber & Sutherland, 1991) y se fijarán reuniones adicionales de acuerdo con las necesidades. Para la gestión y flujo del proyecto se utilizará la herramienta Trello⁶. Finalmente, se utilizará un repositorio Git⁷ privado en el sitio Github⁸ para administrar y almacenar el proyecto.

La siguiente hoja de ruta (Ver Ilustración 4) detalla las labores, estimando una duración de 6 meses del proyecto. Al final del periodo se debe tener un producto mínimo viable.

⁶ <https://trello.com/>

⁷ <https://git-scm.com/>

⁸ <https://github.com/>

ROAD MAP GEOBUSCADOR



Ilustración 4: Hoja de ruta de GeoBuscador

Diseño

Usando información recopilada previamente (Requisitos y Análisis del sistema), se conceptualiza lo solicitado creando diagramas y pseudocódigos.

Diagramas UML

El lenguaje unificado de modelado (UML) tiene como finalidad representar en un lenguaje gráfico diversas perspectivas de un sistema, siendo un estándar para el análisis y desarrollo de software. (Larman, 2002).

Los Diagramas de Casos de uso permiten visualizar las interacciones entre los distintos tipos de roles en un sistema (Ver Ilustración 5);

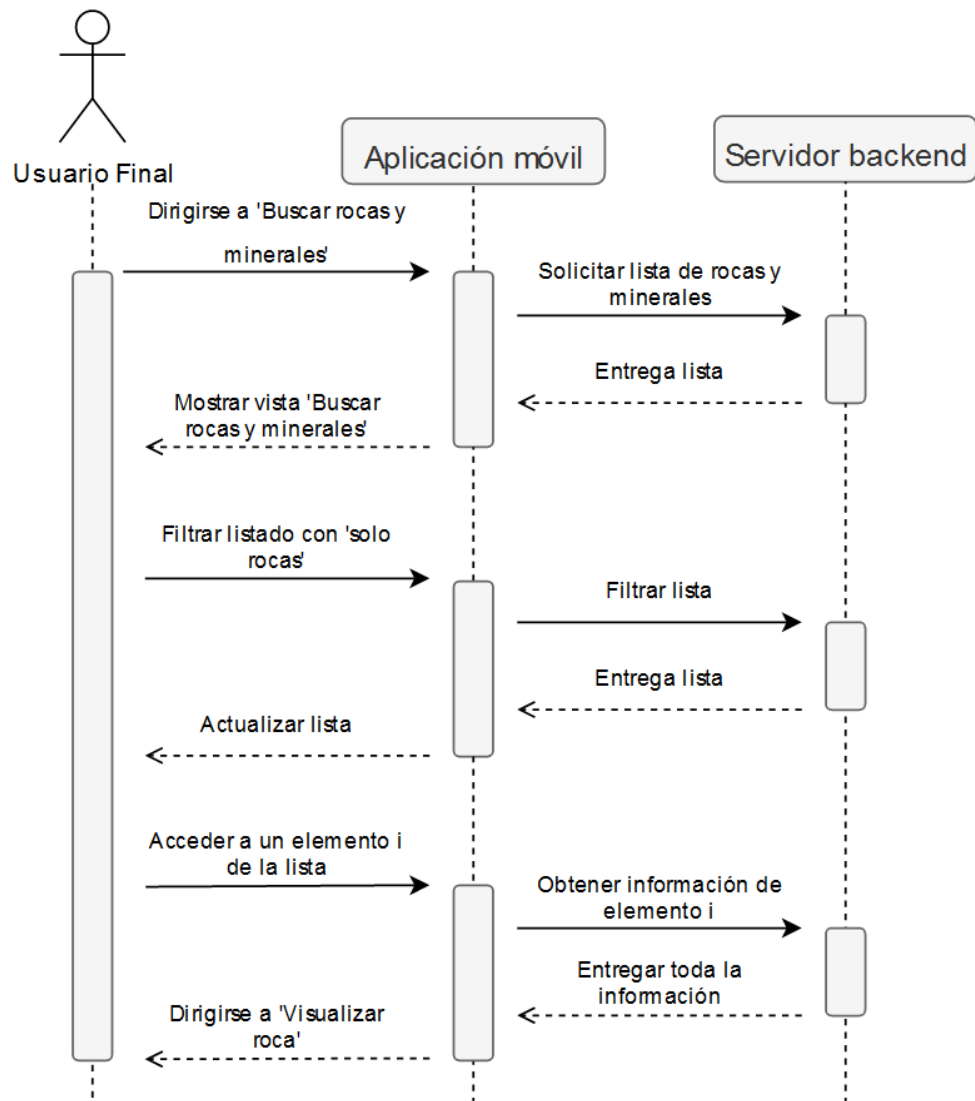


Ilustración 6: Diagrama de secuencia para visualizar una roca o mineral de la pantalla de búsqueda GeoBuscador

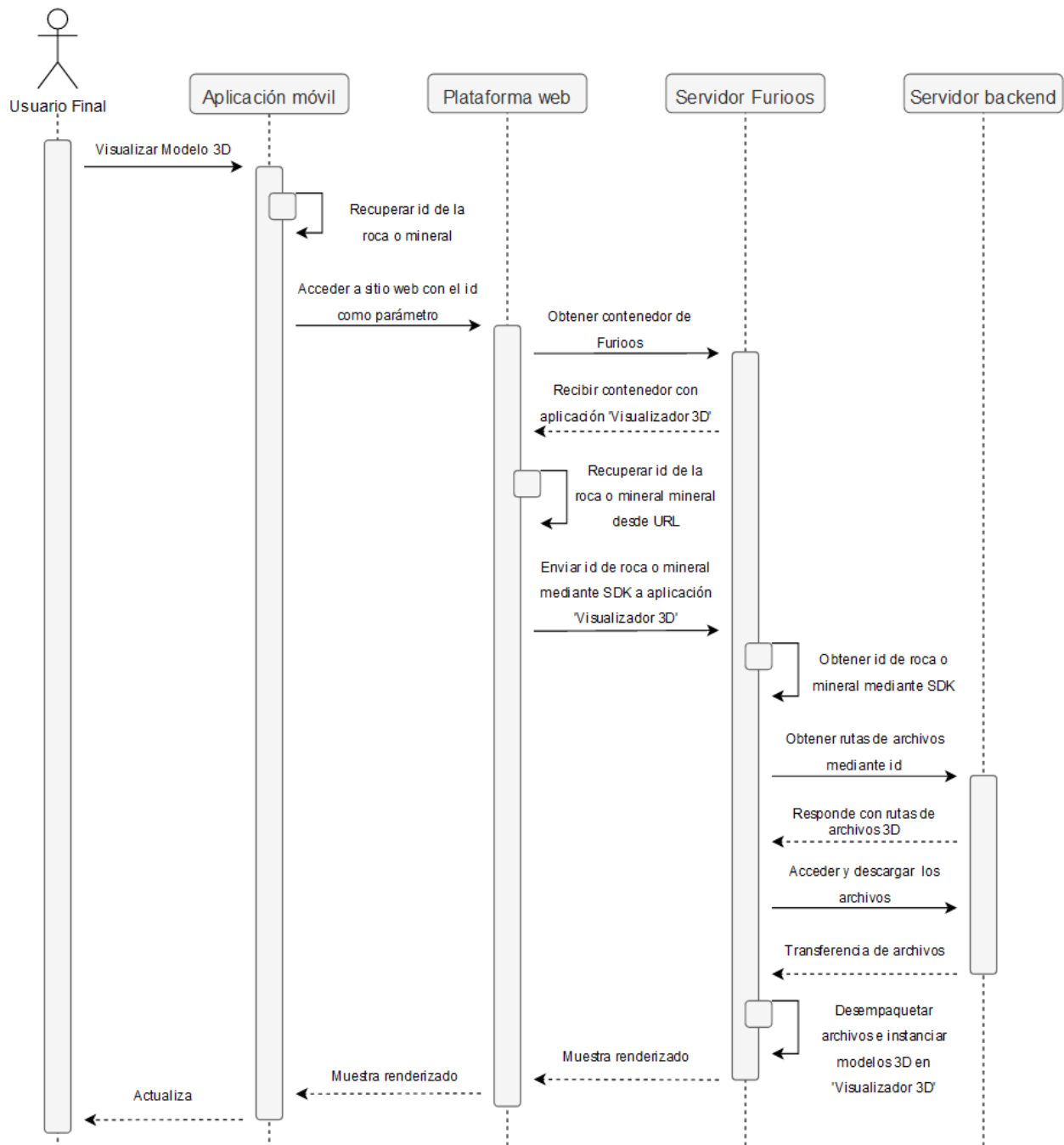


Ilustración 7: Diagrama de secuencia para visualizar un modelo 3D dentro de la aplicación móvil GeoBuscador

Prototipo

Mapa de navegación.

El mapa de navegación es un esquema que representa la estructura general del sistema. Este es el primer paso para distribuir y organizar el contenido que los usuarios ven en sus

pantallas. En primer lugar, se tiene el diagrama de navegación para la aplicación móvil (Ver Ilustración 9), luego el diagrama de navegación de la plataforma web (Ver Ilustración 8); Para el caso de este último, todos los usuarios (Administrador, Encargados de plataforma y Diseñadores 3D) pueden realizar el flujo de navegación completo, pero es muy importante tener en cuenta que al entrar en algunas de estas vistas, las opciones para editar, agregar o eliminar información dependerá de los privilegios de acceso que el usuario tenga.

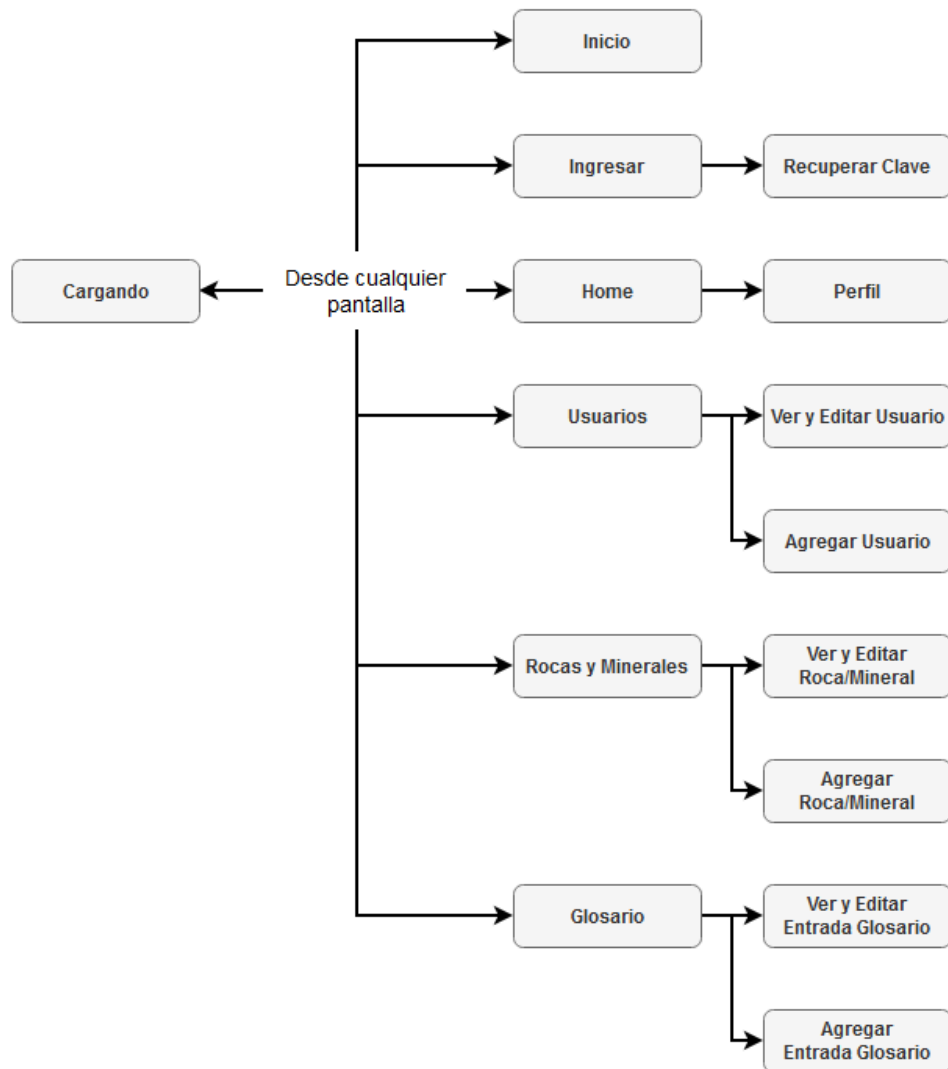


Ilustración 8: Diagrama de navegación de plataforma web

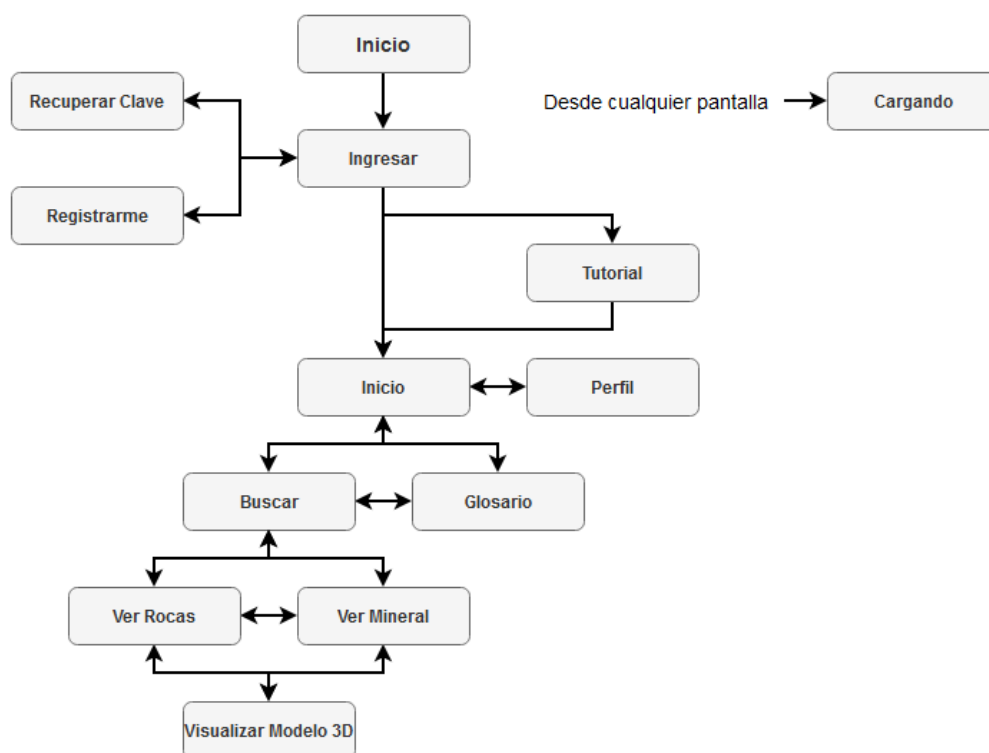


Ilustración 9: Diagrama de navegación de aplicación móvil

Bosquejo.

Para el desarrollo del diseño de la aplicación móvil y la plataforma web se utilizó la aplicación Figma (Field & Wallace, 2016) por ser una herramienta gratuita y potente en el trabajo colaborativo. Esta herramienta permite elaborar diseños de wireframes, prototipos e interfaces, obteniendo un primer concepto de lo que se necesita y/o se debe desarrollar. Tener un diseño previamente aprobado permite que durante el desarrollo fuerte (código) no se realicen grandes modificaciones.

Al momento de idear un diseño y pasar a etapa de desarrollo, es muy importante tener en cuenta los siete pilares fundamentales (Ver anexo Ilustración 29) para lograr una experiencia de usuario de calidad (Morville, User Experience Design, 2004). Así, primero se elaboró el diseño de la aplicación móvil (Ver Ilustración 10 y en anexo Ilustración 30 e Ilustración 37), el cual sirvió de inspiración para elaborar, posteriormente, el diseño de la plataforma web (Ver Ilustración 11 y en anexo Ilustración 32, Ilustración 33)

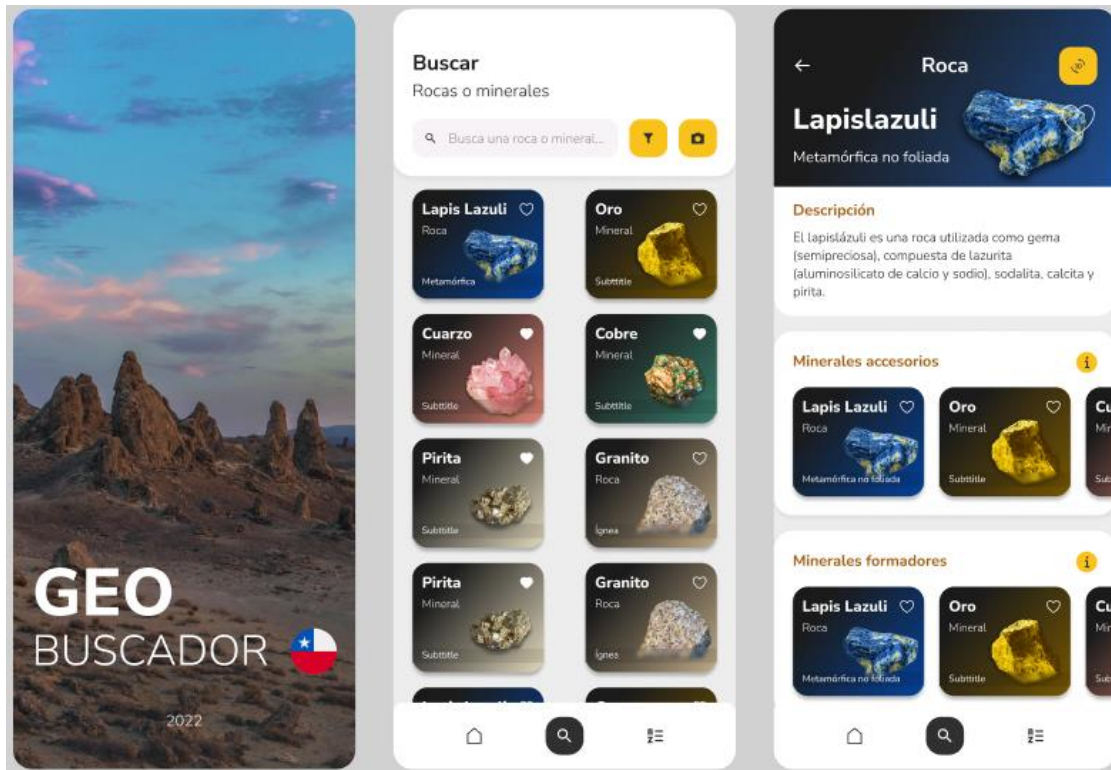


Ilustración 10: Diseño de aplicación móvil elaborado en Figma.

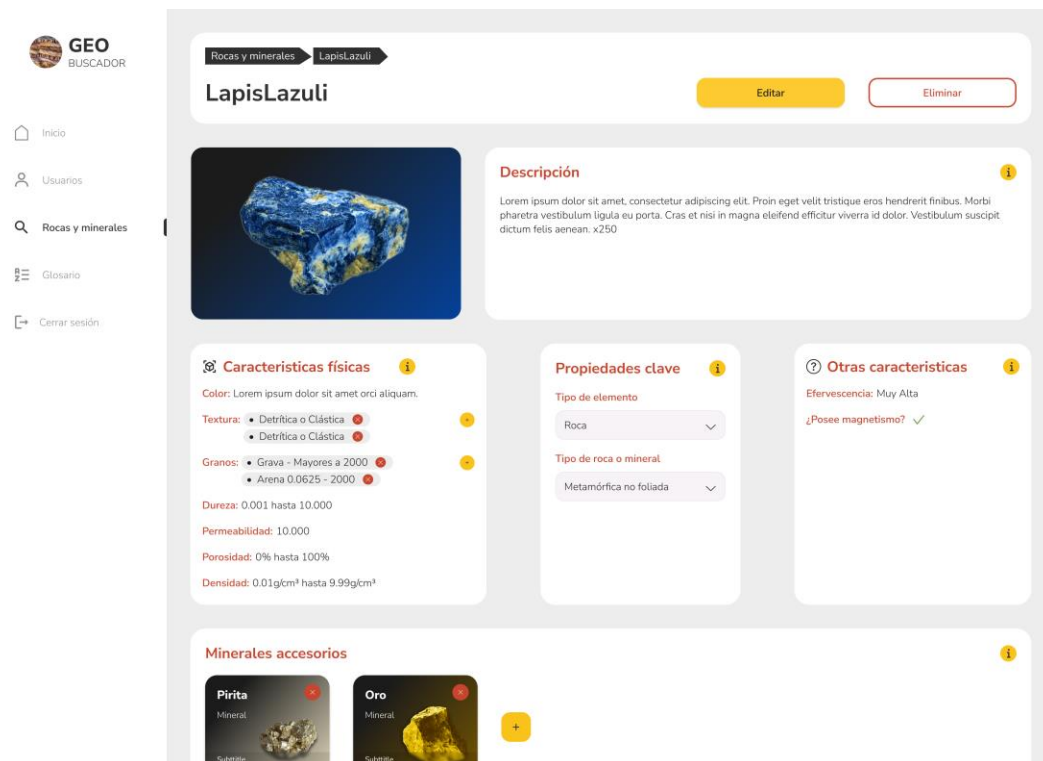


Ilustración 11: Diseño de plataforma web elaborada Figma.

Codificación

Fase donde se inicia la programación, seleccionando el lenguaje y las herramientas de programación más adecuadas según las necesidades analizadas. Al final de esta fase, se debe tener un producto mínimo viable o un software listo para implementar y usar.

Desde esta parte del proceso, y según lo dispuesto en Análisis del sistema, la codificación será enfocada en el desarrollo frontend de la aplicación móvil y en la formulación de una arquitectura para la visualización de modelos 3D.

Tecnologías y metodología de trabajo

El desarrollo frontend consiste en generar una interfaz al usuario para que este pueda interactuar. Para ello, se utilizaron las siguientes herramientas y librerías para desarrollar la aplicación móvil.

Para el desarrollo se escogió utilizar *JavaScript*, lenguaje ampliamente utilizado en la industria para el desarrollo web y móvil. El lenguaje posee objetos, es no tipado e interpretado. Junto a esto se decidió utilizar el framework *React Native* basado en *React* (Meta and community, 2013), altamente usado en el desarrollo móvil (Ver Ilustración 12) y ofrece la posibilidad de crear aplicaciones nativas para sistemas *Android* y *iOS*.

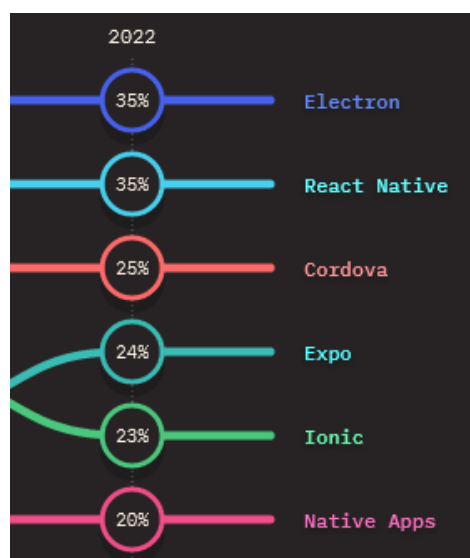


Ilustración 12: React Native, uno de los frameworks preferido por los desarrolladores móviles (*Devographics, 2022*)

Dentro de la modalidad de trabajo en *React Native*, se puede elegir trabajar con componentes funcionales o componentes de clase, de los cuales fue elegido este último. Componente de clase es una clase de ES6 de *JavaScript* que hereda *React.Component* e implementa un método *render* que retornará los elementos para la interfaz de éste.

Para simplificar la gestión de trabajo y la información, se utilizaron varias librerías y módulos, entre los más importantes se encuentran:

- *Expo*⁹: Ecosistema de herramientas que facilitan el uso de *React Native*.
- *React Navigation*¹⁰: Biblioteca para realizar enrutamiento y navegación en la aplicación.
- *Redux*¹¹: Permite la gestión de información, el manejo de estados y guardar información.
- *Axios*¹²: Cliente HTTP basado en promesas para node.js y para el navegador.
- *React Native Web*¹³: Permite la visualización de páginas webs dentro de una aplicación móvil.
- *Vector Icons*¹⁴: Librería más usada, por los desarrolladores, para usar iconos en la aplicación.

Finalmente, en cuanto a metodología de trabajo, se utilizaron los métodos propuestos por la empresa Cheesecake Labs. (Cheesecake Labs, 2019):

- Cada vista o componente traerá consigo su diseño (*StyleSheet*)
- Cada vista (Una pantalla diseñada en Figma) será un archivo, dentro de la carpeta *views*
- Las vistas tienen objetos o componentes más pequeños, por lo cual cada componente será un archivo, dentro de la carpeta *components*

⁹ <https://expo.dev/>

¹⁰ <https://reactnavigation.org/>

¹¹ <https://es.redux.js.org/>

¹² <https://axios-http.com/docs/intro>

¹³ <https://github.com/necolas/react-native-web>

¹⁴ <https://www.npmjs.com/package/react-native-vector-icons>

- Funciones auxiliares como conexiones a una *API* o creación de componentes, serán archivos independientes dentro de la carpeta *constants* y *utils*

Vistas, componentes y funcionamientos

La aplicación móvil se compone actualmente de un total de 10 vistas. Cada una de éstas se construye a partir de componentes más pequeños, y cada componente tiene su propio funcionamiento.

En esta sección se abordarán una de las pantallas centrales de la aplicación, mostrando su propósito, funcionalidades integradas y el uso de componentes compartidos entre vistas.

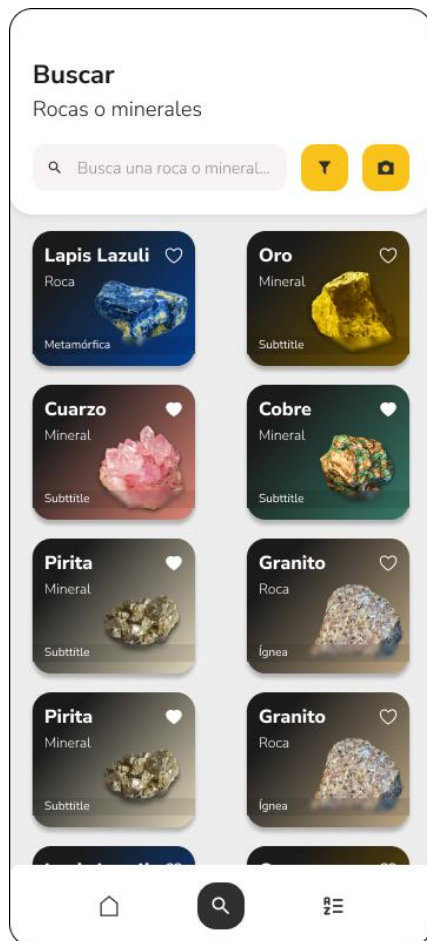


Ilustración 13: Vista “Búsqueda de rocas y minerales” en Figma

Búsqueda de rocas y minerales

Historia de usuarios asociadas: ‘Acceder a una roca o mineral’ (Ver Tabla 2) y ‘Filtrar una roca o mineral’ (Ver Tabla 3)

Esta sección de la aplicación (Ver Ilustración 13) permite al usuario poder acceder a una roca o mineral en específico, otorgándole, en la parte superior, la opción de filtrar los elementos de la lista que se muestra. En esta vista el usuario también puede escribir el nombre del elemento que busca o acceder a sacar una fotografía. En la parte inferior tendrá su barra de navegación permanente con la cual puede acceder a las secciones de ‘Inicio’, ‘Búsqueda’ y ‘Glosario’. Finalmente, en la lista principal, el usuario puede seleccionar cualquier elemento e ingresar y visualizarlo.

Al analizar el diseño de esta vista se determinaron sus subcomponentes, los cuales tendrán su propio diseño, funcionalidad y serán compartidos con otra vista a lo largo del desarrollo. Por lo cual, es muy importante que estos subcomponentes sean genéricos, adaptativos a distintas vistas y/o con la capacidad de transformarse visualmente (Mutar).

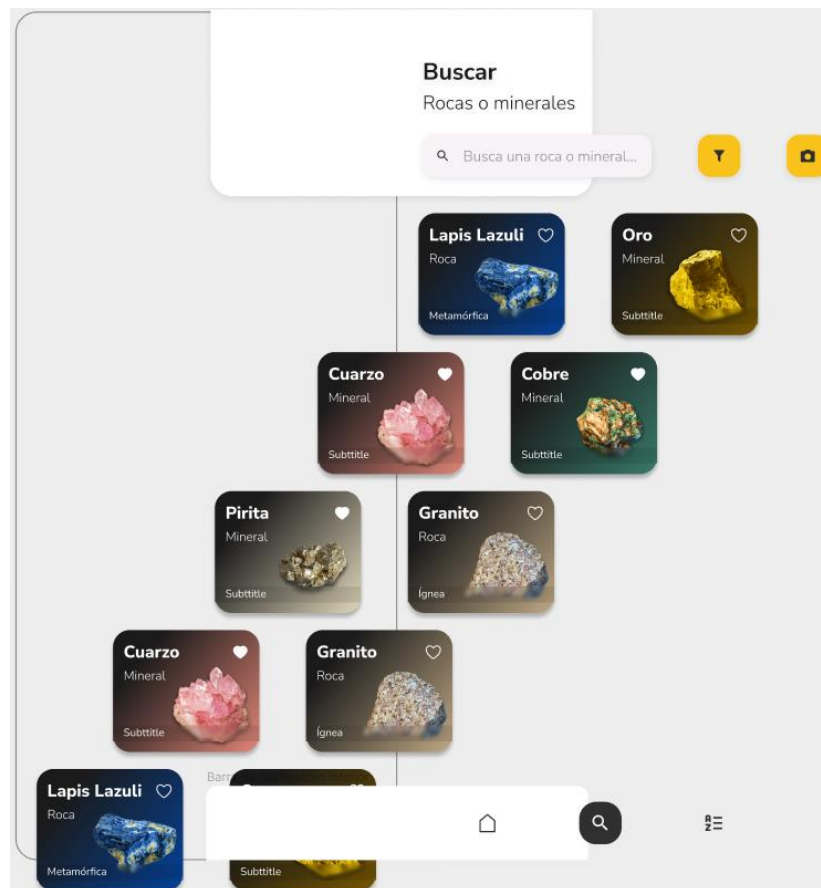


Ilustración 14: Pantalla Búsqueda de rocas y minerales separadas en componentes en Figma

Al descomponer la vista *Búsqueda de rocas y minerales* (Ver Ilustración 14), algunos de estos subcomponentes son:

- **Cabecera:** Este elemento corresponde a un container de color blanco que se fija en la parte superior de las vistas, éste contendrá textos y/o otros elementos, por lo cual debe ser un elemento capaz de adaptarse a tener 1 o más elementos. (Ver Ilustración 15).



Ilustración 15: Componente cabecera GeoBuscador

- **Título y subtítulo de pantalla:** Subelemento contenido dentro de la cabecera. Informará al usuario, mediante textos, el nombre de la vista y/o función principal que se puede realizar en la vista. Se compone de un título principal en negrita, un subtítulo (Opcional) y un botón flecha para retroceder de la vista (Opcional). Este componente, según en la vista que este ubicado, mutará entre sus 2 variantes (Ver Ilustración 16)

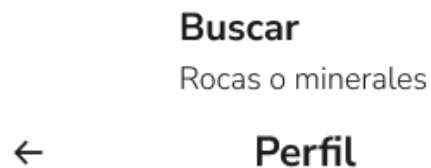


Ilustración 16: Componente título cabecera separado en sus 2 variantes GeoBuscador

- **Botones:** Cada botón se compone de un ícono, el cual se le entrega como parámetro el su nombre y es renderizado por la librería *Vector Icons*; y una acción específica, como por ejemplo abrir una vista al presionarlo. Siendo capaces de adaptarse a cualquier icono y acción (Ver Ilustración 17).



Ilustración 17: Componente 'botón simple' en distintas variantes GeoBuscador

- **Tarjeta de roca o mineral:** Este es uno de los componentes más importantes. Contiene dentro de sus atributos: un título, identifica si el elemento es una roca o mineral, la

subcategoría del elemento, imagen de la roca o mineral, colores representativos a la imagen, si el usuario lo almacenó dentro de sus favoritos y su identificador (Código), para que, al momento de presionarlo y navegar a la vista de la roca o mineral, se obtengan todos los datos y propiedades de este elemento desde el servidor backend. Este componente debe ser capaz de adaptarse a mostrar cualquier tipo de roca y mineral que pueda subirse a la plataforma web (Ver Ilustración 18).



Ilustración 18: Componente 'tarjeta roca/mineral' en distintas variantes GeoBuscador

- Barra de navegación: Este elemento corresponde a un container que se ubica en la parte inferior de las vistas de manera fija, el cual tiene asociado 3 botones, estos al ser presionados navegaran al usuario a distintas pantallas de la aplicación. Este elemento siempre se mostrará sobre cualquier elemento en pantalla (Ver Ilustración 19).

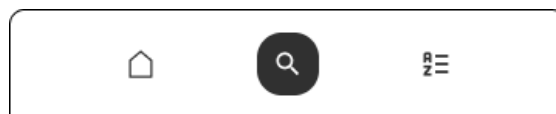


Ilustración 19: Componente 'barra de navegación' GeoBuscador

Integración

La aplicación móvil para que tenga todas las funcionalidades solicitadas debe funcionar de manera interconectada con el servidor backend desarrollado por Orlando Cavieres C. y con el servidor Furioos encargado de renderizar los modelos 3D (Ver Ilustración 3).

Comunicación cliente – servidor

La aplicación móvil y la plataforma web de GeoBuscador son un sistema unido por un servidor backend. Al momento que un usuario tipo administrador/Encargado de Plataforma/Diseñador 3D actualice algún dato, estos cambios se realizan en el servidor backend, para que finalmente los visualice el usuario final en la aplicación móvil, por lo tanto, se necesita generar una comunicación entre la aplicación móvil (cliente) y servidor backend para solicitar los datos actualizados, a medida que el usuario va navegando por la aplicación.

Para realizar las conexiones y consultas al servidor backend se utiliza *Axios* en React Native, librería que flexibiliza y facilita el proceso. Para obtener datos del servidor backend, a *Axios* se le debe entregar el tipo de método de consulta, una dirección URL, una cabecera, token en caso de requerir y finalmente, la consulta de lo que queremos solicitar (Ver Ilustración 20).

```
export const AxiosOptions = (method, query, useToken :string = '') => {  
  const headers = { 'content-type': 'application/json'}  
  if(useToken !== ''){ headers['Authorization'] = `JWT ${useToken}`}  
  return {  
    method: method,  
    url: URLGlobal,  
    headers: headers,  
    data: {  
      query: query  
    }  
  };  
}
```

Ilustración 20: Método para realizar una consulta al servidor backend GraphQL mediante Axios

El servidor de lenguaje de consultas *GraphQL*¹⁵, implementado por el desarrollo del backend, permite la generación de consultas según las necesidades del desarrollador frontend, de modo que cuando se acceda a la página de control de *API*, uno puede crear las consultas y seleccionar estados del modelo, recibiendo como resultado un objeto *JSON* de respuesta, también cabe destacar que todos los métodos de consultas de *GraphQL* son de tipo *POST*. Por ejemplo, si deseamos obtener información de un mineral específico, nos dirigimos al panel, seleccionamos

¹⁵ <https://graphql.org/>

la consulta ‘Obtener información de un mineral según un identificador’ y finalmente elegimos los atributos que necesitamos usar en la vista, como: Nombre del mineral, formula química, límite de densidad inferior y superior, etc. (Ver Ilustración 21)

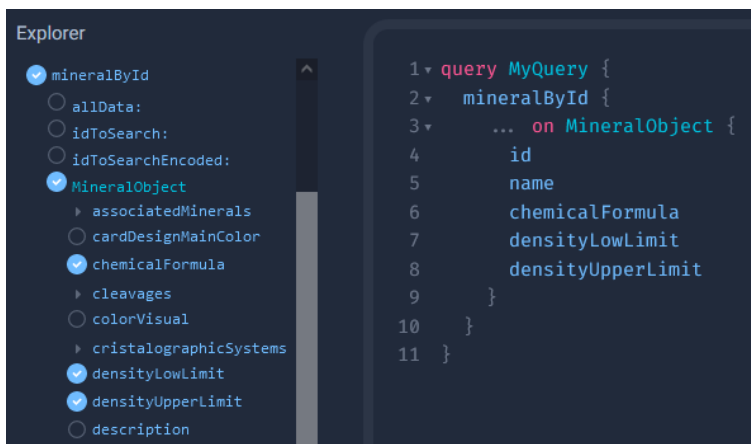


Ilustración 21: Generando una API desde el sitio web GraphQL, según lo requerido

Visualización en 3D

En los requerimientos analizados, los *Expertos* buscan una alternativa para que los usuarios que no cuentan con muchos recursos, puedan visualizar muestras geológicas sin la necesidad de incurrir en gastos y adquirirlas por sus propios medios, agregándose a esto que hay rocas y minerales de alto valor monetario (Diamante). La solución a esta problemática es buscar la forma de mostrar al usuario un modelo 3D representativo e idéntico de la roca o mineral, desde la aplicación móvil GeoBuscador (Ver Tabla 4).

Visualizar modelos 3D con detalles y texturas realistas, requieren de una tarjeta gráfica de gran capacidad, capaz de transmitir todos éstos a la pantalla, por lo cual, se convierte en un requerimiento que ciertos celulares de gama alta poseen, pero por su elevado costo no están al alcance del público en general. Como solución a este problema, se ideó un sistema capaz de transmitir renderización en tiempo real a la aplicación ofreciendo fluidez gráfica al móvil.

Para generar las visualizaciones de modelos 3D dentro de la aplicación, se usó el motor gráfico 3D Unity® software junto con la solución de streaming *Furios*. Unity® software permite ensamblar modelos 3D y crear aplicaciones gráficas para distintas plataformas; Con esto *Furios*

ofrece un método para poder cargar la aplicación de 'Visualización en 3D' en su servidor web (la nube), ejecutarla y mostrar modelos 3D en tiempo real vía streaming (Ver Ilustración 7).

Cada vez que un usuario quiera acceder a visualizar en 3D una muestra geológica, esto tendrá un costo de \$0.06 por minuto¹⁶ por parte de *Furioos* hacia el equipo de desarrollo.

Flujo de Fotogrametría.

La fotogrametría es una técnica capaz de convertir fotografías en un modelo 3D. Para obtener desde una muestra geológica un modelo 3D de gran calidad y detalle, se requiere de una serie de pasos para lograr los resultados deseados.

1. Toma de fotografías

Primero se establece un lugar de trabajo. Este lugar debe contar con un fondo blanco o negro (Según el tipo y color de la muestra geológica), iluminación artificial tenue, un trípode con una cámara fija y de preferencia una plataforma giratoria (Ver Ilustración 22). A medida que la muestra geológica rota, se deben ir sacando las fotografías. Las fotografías deben ser en una cámara con resolución de imagen de 4096x2160 y 16 megapíxeles mínimo y configurada en un modo manual, para evitar diferencias de luz entre las distintas fotografías y muestras.



Ilustración 22: Captura de fotografías. ISO 400, Apertura f2.8 y Velocidad de Obturación 1/100

¹⁶ <https://www.furioos.com/pricing>

2. Reconstrucción

Una vez se tengan las imágenes finales, éstas pasan a un programa de reconstrucción 3D, en este caso se utilizó Metashape, dando como resultado un modelo 3D y una imagen (Textura) (Ver Ilustración 23).

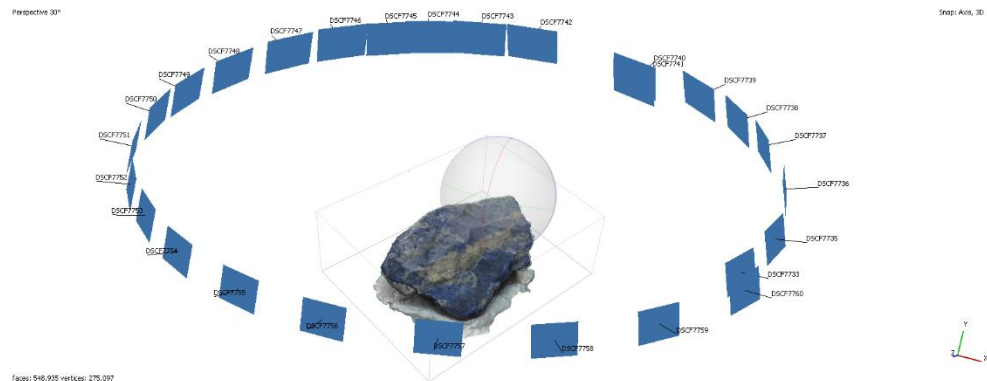


Ilustración 23: Reconstrucción 3D a partir de 30 fotografías

3. Obtención de texturas complementarias

Para dar más detalles a la superficie del modelo 3D, se utilizó el programa Adobe Substance 3D Sampler, el cual, mediante uso de inteligencia artificial, permite generar texturas complementarias a partir de la textura base obtenida del paso anterior (Ver Ilustración 24).

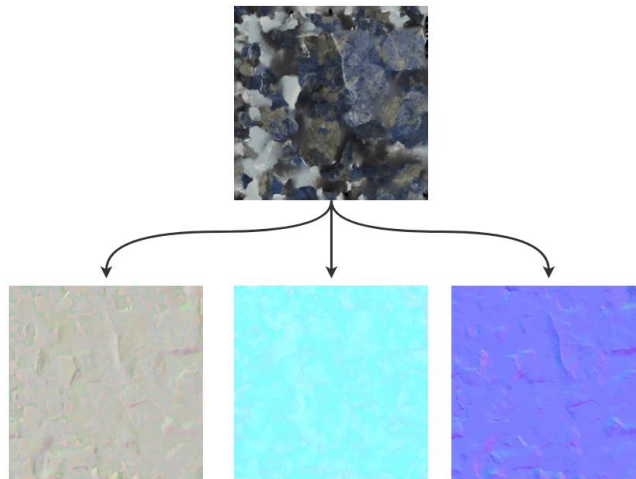


Ilustración 24: Obtención de texturas Detail Map, Mask Map y Normal Map a partir de Diffuse Map

Empaquetamiento del Modelo 3D en Unity.

Teniendo generado el modelo 3D y las texturas asociadas, estos archivos son entregados al programa Unity® software. Dentro del programa se instancia el modelo 3D, su material y sus texturas en la escena, para finalmente empaquetar toda esta información con uso de Unity Asset Bundles (Unity Technologies, 2021) (Ver Ilustración 25). A su vez Unity® software puede realizar el proceso inverso leyendo ambos archivos, desempaquetarlos y acceder a la información. Por lo cual, se convierte en una solución práctica, para transferir estos archivos, descargarlos y usarlos.

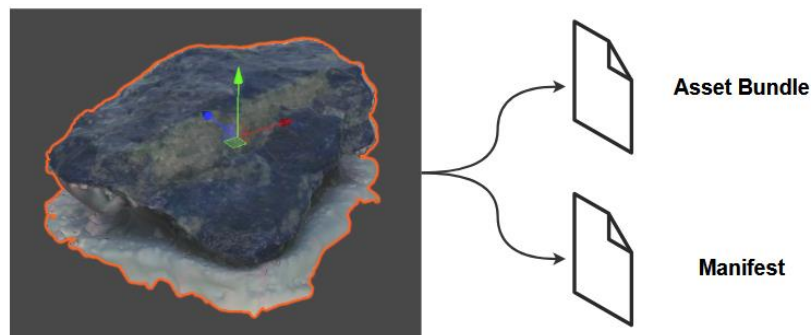


Ilustración 25: El empaquetamiento de Unity 3D transforma todos los atributos de un objeto en 2 archivos

Proyecto 'Visualizador 3D' y servidor Furioos.

'Visualizador 3D' es un proyecto creado en Unity el cual tiene la capacidad de recibir un *JSON* desde el navegador web donde se visualiza la aplicación, mediante uso de *Unity SDK*¹⁷ (Ver Ilustración 26). Este *JSON* posee el tipo (Roca o mineral) e identificador de lo que el usuario desea visualizar. Con ambos datos, la aplicación 'Visualizador 3D' se conecta al servidor backend y solicita descargar los archivos específicos de la muestra geológica, los desempaqueta e instancia en escena, siendo renderizado para el usuario.

¹⁷ <https://github.com/Unity-Technologies/furioos-sdk-unity>

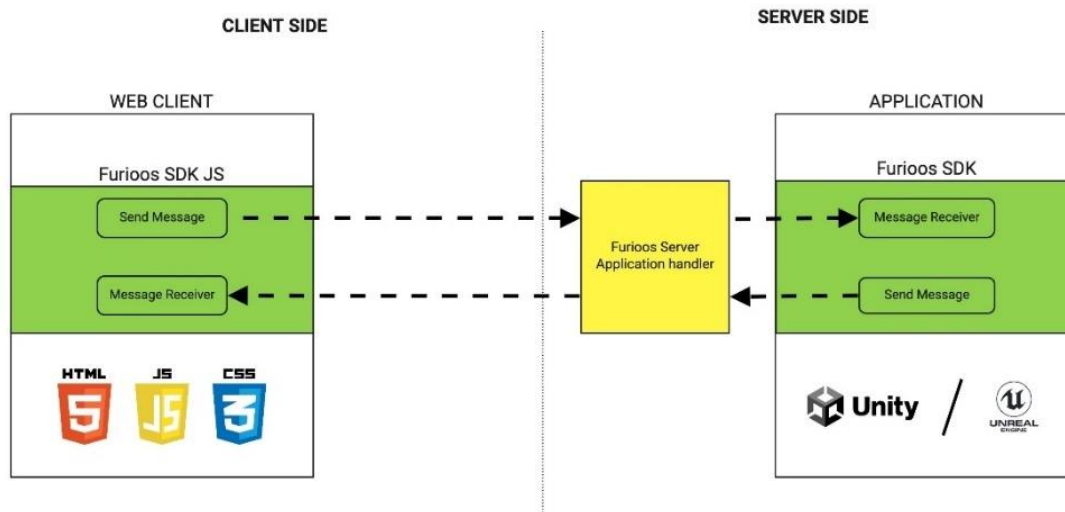


Ilustración 26: Comunicación entre el cliente web y el servidor Furioos (Unity, s.f.)

Esta aplicación se sube y publica en el servidor Furioos, el cual provee un enlace para visualizar y ejecutar la aplicación en una página web que deseemos. Como se requiere que esta visualización sea mostrada en la aplicación móvil, para ello se utilizó la librería *React Native Web*, la cual permite visualizar dicha página, que reproduce el contenido 3D, en la aplicación.

Pruebas

El propósito de esta fase es realizar evaluaciones y pruebas continuas para corregir posibles errores y obtener un software confiable, priorizando mejorar la experiencia del usuario. Esta fase es un ciclo iterativo hasta que se verifica que el software es totalmente funcional.

Se definieron dos fechas clave para permitir pruebas. La primera fecha fue en el Festival de las Ciencias (FECI) el 2 de octubre del año 2022 en la universidad de O'Higgins campus Rancagua y la segunda fecha fue en la Feci el 7 de octubre del mismo año en Pichilemu. Se instalaron stands en ambas fechas para que los asistentes interactuaran con la aplicación (Ver anexo Tabla 5 y Tabla 6). y realizaran sugerencias sobre mejoras.

Resultados

Siguiendo la estructura “*Ciclo de vida del desarrollo de software*” y el correcto uso de la metodología ágil SCRUM para desarrollar un producto, dio como resultados la implementación de los diseños (UI/UX) en la solución web (Desarrollo de Orlando Cavieres C.) y móvil, el desarrollo de la aplicación móvil GeoBuscador y la solución para visualizar modelos 3D dentro de ésta. Cumpliendo 14 de los 17 requisitos solicitados por los *Expertos* para esta parte del desarrollo, alcanzando como avance el 82.3% de lo propuesto para la aplicación móvil. En la Ilustración 27 se muestran 2 de las pantallas más importantes de la aplicación móvil, ejecutándose en un dispositivo Android.

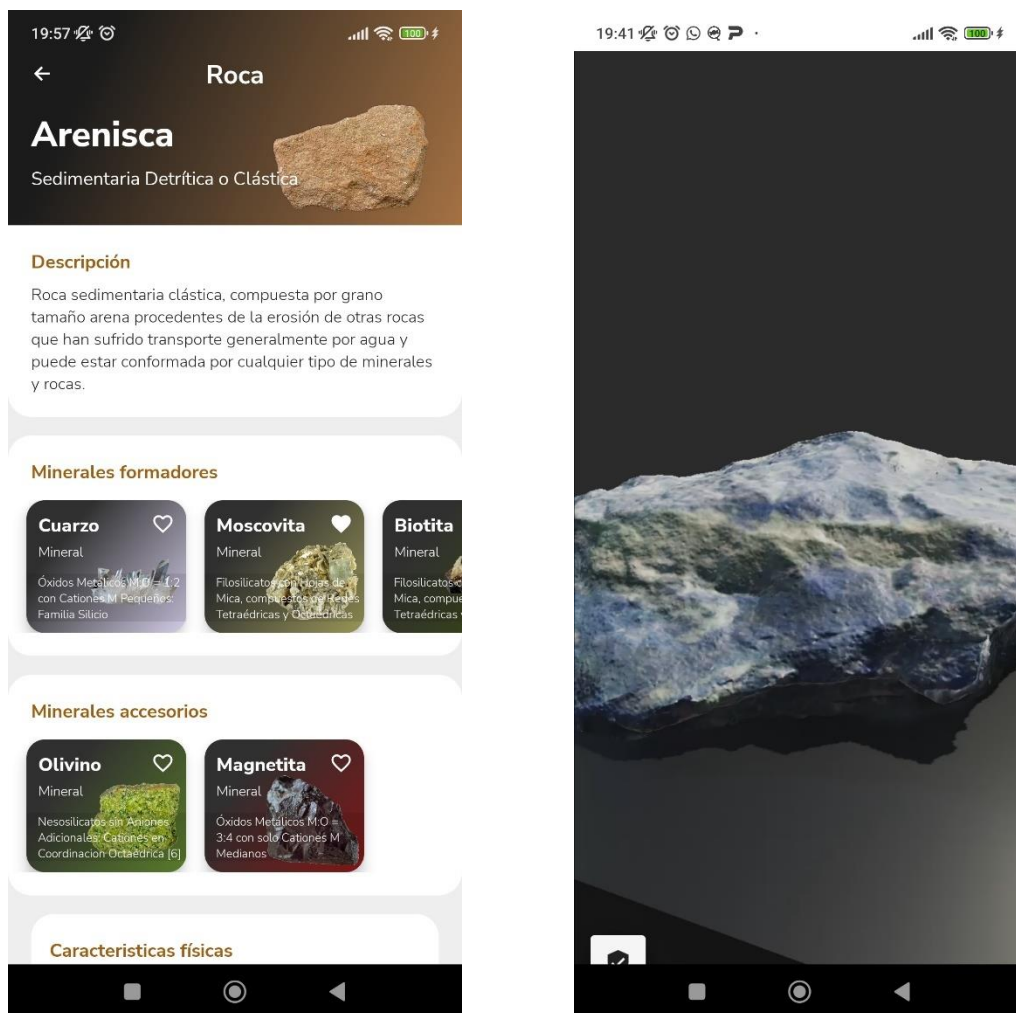


Ilustración 27: Vistas “Visualizar Rocas” de una Arenisca y “Visualizar 3D” de una Azurita en GeoBuscador (Android)

Para la “Visualización 3D” fue posible establecer un flujo de trabajo capaz de transformar una serie de imágenes de una roca o mineral a un modelo 3D de alta calidad. En la Ilustración 28 se puede comparar la diferencia del mineral de la izquierda, con su modelo 3D renderizado en tiempo real a la derecha.



Ilustración 28: Fotogrametría de mineral Azurita

En cuanto a las interacciones de usuarios, en la visualización 3D deseadas por el equipo de *Expertos*, éstas presentan una demora para redes móviles 4G entre 300 y 350 milisegundos, en fibra óptica esto se reducen a 120 milisegundos, siendo una interacción visualmente no fluida. Esto se debe a que los servidores de Furioos, disponible para conectarse, se encuentran en América del Norte. Para no afectar la experiencia del usuario final, se optó por deshabilitar esta característica, quedando sólo una rotación animada de la muestra geológica.

Se tenía previsto el despliegue de la aplicación en la tienda de Google Play Store a finales de diciembre del 2022, pero por razones de costos para mantener el servidor de Furioos, el sistema de reconocimiento de muestras geológicas por fotografía y los servidores backend junto a la página web, no fue posible su publicación. (Para ver imágenes del resultado final de la aplicación móvil: ver anexos Ilustración 34, Ilustración 35, Ilustración 36 y ver el resultado final de la aplicación web: ver anexos Ilustración 37, Ilustración 38, Ilustración 39)

Conclusiones

El proceso de desarrollo de software es un ejercicio metódico y riguroso en el que se debe entender el flujo y aplicar todos los conocimientos adquiridos, para así conseguir un producto de calidad en el tiempo acordado. Estos procesos se vieron reflejados con la correcta comunicación que existió con los *Expertos*, el apego a los estándares del “*Ciclo de vida del desarrollo de software*” y el uso de ingeniería de software. Logrando así implementar 82.3% de la totalidad los requisitos solicitados, quedando todo el equipo satisfecho con los resultados obtenidos.

GeoBuscador busca aportar, en un inicio, a toda el área académica de la Universidad O’Higgins y los colegios de la región, promoviendo un incentivo para el estudio y aprendizaje de la Geología y sus campos asociados. Cabe destacar que en la región de O’Higgins se encuentra la mina de cobre subterránea más grande del mundo (El Teniente), convirtiendo a la región en un punto neurálgico principal para estudios relacionados con el área de la Geología.

En esta fase la solución completa GeoBuscador se encuentra en etapa de producto mínimo viable, desde donde se puede empezar a buscar financiamiento para dar continuidad al proyecto.

Para dar continuidad y finalizar el proyecto en su primera versión, se debe seguir el desarrollo de los puntos faltante y solicitados por los *Expertos* estos son, los Requisitos funcionales 13, 14 y 15. Además durante la fase de pruebas, la aplicación recibió críticas constructivas sobre qué información agregar, siendo consideradas para el desarrollo futuro. Estas características son:

- Mapas de sectorización de minerales y rocas de Chile y/o el mundo.
- Mejorar los filtros de búsqueda según propiedades como colores visibles, colores de la raya, sabor, etc.
- Permitir agrandar los textos e imágenes de las fichas geológicas, para una mejor visualización de la información.
- Agregar a rocas y minerales información sobre creencias locales y cristaloterapia.
- Sistemas para emitir una alerta si el usuario encuentra un error.
- Cambiar el nombre de la aplicación.

Referencias

- Adobe Inc. (Octubre de 2022). Adobe Substance 3D Sampler. v3.4.1. Obtenido de <https://www.adobe.com/products/substance3d-sampler.html>
- Agisoft. (s.f.). PhotoScan Professional. 1.7.4. Recuperado el 2022, de <https://www.agisoft.com/downloads/installer/>
- Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación. (Marzo de 2022). *Infografía Resumen 22º Navegantes en la Red*. Obtenido de <https://www.aimc.es/otros-estudios-trabajos/navegantes-la-red/infografia-resumen-22o-navegantes-la-red/>
- Cheesecake Labs. (Septiembre de 2019). *An efficient way to structure React Native projects*. Obtenido de <https://cheesecakelabs.com/blog/efficient-way-structure-react-native-projects/>
- Devographics. (2022). *Uso de framework para móviles y escritorio*. State of JavaScript. Obtenido de <https://2022.stateofjs.com/en-US/libraries/mobile-desktop/>
- Dr. Wolfgang Griem. (Febrero de 2011). *Minerología Virtual*. Recuperado el Diciembre de 2022, de <https://www.geovirtual2.cl/Mineral/811minlaplazu.htm>
- Field, D., & Wallace, E. (2016). *Figma (Version 2022)*. [Aplicación Window/Web]. Obtenido de <https://www.figma.com/>
- Hudson Institute of Mineralogy. (2000). *Mindat.org – Mines, Minerals and More*. Recuperado el Diciembre de 2022, de <https://www.mindat.org/>
- Hudson Institute of Mineralogy. (2000). *Mindat.org – Mines, Minerals and More*. Recuperado el Diciembre de 2022, de Lapis Lazuli: <https://www.mindat.org/min-2330.html>
- International Mineralogical Association (IMA). (Noviembre de 2022). *The New IMA List of Minerals*. Recuperado el Diciembre de 2022, de Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification (CNMNC): [http://cnmnc.main.jp/IMA_Master_List_\(2022-11\).pdf](http://cnmnc.main.jp/IMA_Master_List_(2022-11).pdf)

ISO/IEC/IEEE 12207:2017 – Systems and software engineering -- Software life cycle processes.

(Noviembre de 2017). Recuperado el 8 de Diciembre de 2022, de

<https://www.iso.org/standard/63712.html>

Larman, C. (2002). *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object Oriented Analysis and Design and the Unified Process*. Prentice Hall.

Meta and community. (2013). *React (Versión 18.2, Junio 2022)*. [Software/Liberia Web].

Obtenido de <https://reactjs.org/>

Morville, P. (Junio de 2004). *User Experience Design*. Recuperado el Diciembre de 2022, de

Semantic Studios: http://semanticstudios.com/user_experience_design/

Morville, P. (2004). User Experience Honeycomb. *User Experience Design*.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (1991). *The Scrum Guide The Definitive Guide to Scrum: The*

Rules of the Game. Obtenido de www.scrum.org

Unity. (s.f.). *Github*. Recuperado el Diciembre de 2022, de [https://github.com/Unity-](https://github.com/Unity-Technologies/furioos-sdk-unity/blob/master/com.unity.furioos-sdk/README.md)

[Technologies/furioos-sdk-unity/blob/master/com.unity.furioos-sdk/README.md](https://github.com/Unity-Technologies/furioos-sdk-unity/blob/master/com.unity.furioos-sdk/README.md)

Unity Technologies. (Mayo de 2005). Unity. *2021.2.7f1*. Obtenido de <https://unity.com/es>

Unity Technologies. (2020). *Unity Render Streaming*. Furioos. Obtenido de

<https://www.furioos.com/>

Unity Technologies. (Febrero de 2021). *Introduction to Asset Bundles*. Obtenido de

<https://learn.unity.com/tutorial/introduction-to-asset-bundles>

Anexos

Ilustración 1: Propiedades físicas del Lapislázuli (Hudson Institute of Mineralogy, 2000).....	10
Ilustración 2: Datos generales del Lapislázuli (Dr. Wolfgang Griem, 2011)	10
Ilustración 3: Propuesta de arquitectura de desarrollo de GeoBuscador	18
Ilustración 4: Hoja de ruta de GeoBuscador	20
Ilustración 5: Diagrama de Casos de Uso – GeoBuscador	21
Ilustración 6: Diagrama de secuencia para visualizar una roca o mineral de la pantalla de búsqueda GeoBuscador	22
Ilustración 7: Diagrama de secuencia para visualizar un modelo 3D dentro de la aplicación móvil GeoBuscador	23
Ilustración 8: Diagrama de navegación de plataforma web	24
Ilustración 9: Diagrama de navegación de aplicación móvil	25
Ilustración 10: Diseño de aplicación móvil elaborado en Figma.....	26
Ilustración 11: Diseño de plataforma web elaborada Figma.....	26
Ilustración 12: React Native, uno de los frameworks preferido por los desarrolladores móviles (Devographics, 2022)	27
Ilustración 13: Vista “Búsqueda de rocas y minerales” en Figma.....	29
Ilustración 14: Pantalla Búsqueda de rocas y minerales separadas en componentes en Figma .	30
Ilustración 15: Componente cabecera GeoBuscador	31
Ilustración 16: Componente título cabecera separado en sus 2 variantes GeoBuscador.....	31
Ilustración 17: Componente ‘botón simple’ en distintas variantes GeoBuscador	31
Ilustración 18: Componente ‘tarjeta roca/mineral’ en distintas variantes GeoBuscador.....	32
Ilustración 19: Componente ‘barra de navegación’ GeoBuscador	32
Ilustración 20: Método para realizar una consulta al servidor backend GraphQL mediante Axios	33
Ilustración 21: Generando una API desde el sitio web GraphQL, según lo requerido.....	34
Ilustración 22: Captura de fotografías. ISO 400, Apertura f2.8 y Velocidad de Obturación 1/100	35

Ilustración 23: Reconstrucción 3D a partir de 30 fotografías	36
Ilustración 24: Obtención de texturas Detail Map, Mask Map y Normal Map a partir de Diffuse Map.....	36
Ilustración 25: El empaquetamiento de Unity 3D transforma todos los atributos de un objeto en 2 archivos	37
Ilustración 26: Comunicación entre el cliente web y el servidor Furioos (Unity, s.f.)	38
Ilustración 27: Vistas “Visualizar Rocas” de una Arenisca y “Visualizar 3D” de una Azurita en GeoBuscador (Android).....	39
Ilustración 28: Fotogrametría de mineral Azurita	40
Ilustración 29: Pilares fundamentales UX (Morville, User Experience Honeycomb, 2004).....	47
Ilustración 30: Vista “Inicio” y “Rocas y Minerales favoritos” GeoBuscador en Figma.....	48
Ilustración 31: Vista “Perfil” y “Buscar palabras técnicas geológicas” GeoBuscador en Figma	49
Ilustración 32: Vista “Login” en plataforma web GeoBuscador en Figma	50
Ilustración 33: Vista “Buscar Rocas y Minerales” en plataforma web GeoBuscador en Figma	51
Ilustración 34: Vistas “Inicio” y “Login” en GeoBuscador Android	53
Ilustración 35: Vistas “Registrarse” y “Recuperar contraseña” en GeoBuscador Android.....	54
Ilustración 36: Vistas “Buscar rocas y minerales” y “Ver Mineral” en GeoBuscador Android.....	55
Ilustración 37: Vista “Glosario Geológico” en plataforma GeoBuscador	56
Ilustración 38: Vista “Búsqueda de rocas y minerales” en plataforma GeoBuscador	56
Ilustración 39: Vista “Usuario” en plataforma GeoBuscador	57
 Tabla 1: Ratings y opiniones de las aplicaciones geológicas más importantes en Google Play Store	 10
Tabla 2: Historia de usuario AM05. Detalle entradas y salidas de la acción de Acceder a una roca y mineral en la aplicación móvil	16
Tabla 3: Historia de usuario AM06. Detalle entradas y salidas de la acción Filtrar una roca o mineral en la aplicación móvil	17

Tabla 4: Historia de usuario AM09. Detalle entradas y salidas de la acción Visualizar un modelo 3D de la roca o mineral seleccionado en la aplicación móvil	17
Tabla 5: Gráfico de circular de Uso de aplicación GeoBuscador en FECI por género (Total de 106 personas)	52
Tabla 6: Gráfico de barras de Uso de aplicación GeoBuscador en FECI por rango etario (Total de 106 personas)	52



Ilustración 29: Pilares fundamentales UX (*Morville, User Experience Honeycomb, 2004*)

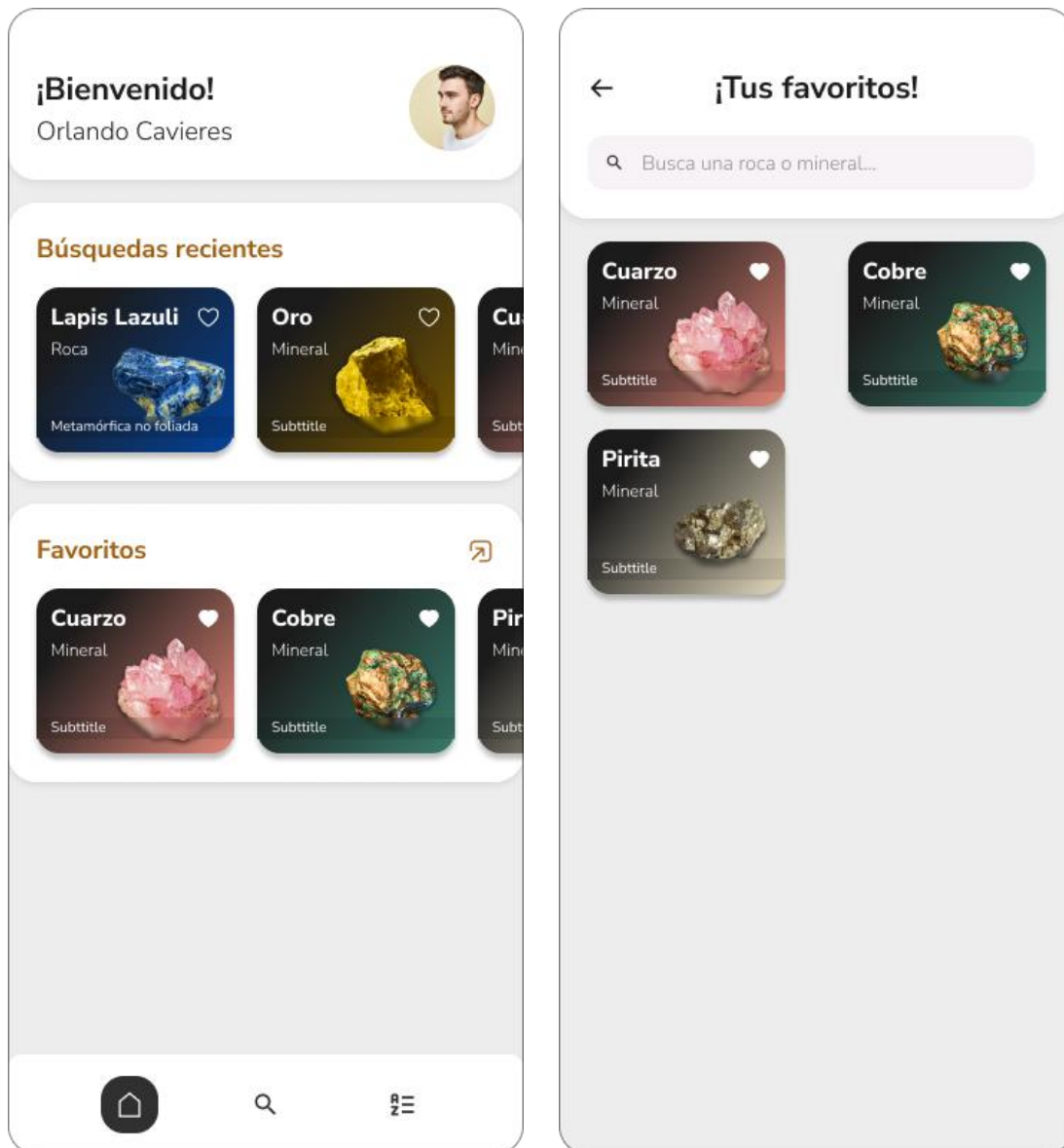


Ilustración 30: Vista "Inicio" y "Rocas y Minerales favoritos" GeoBuscador en Figma

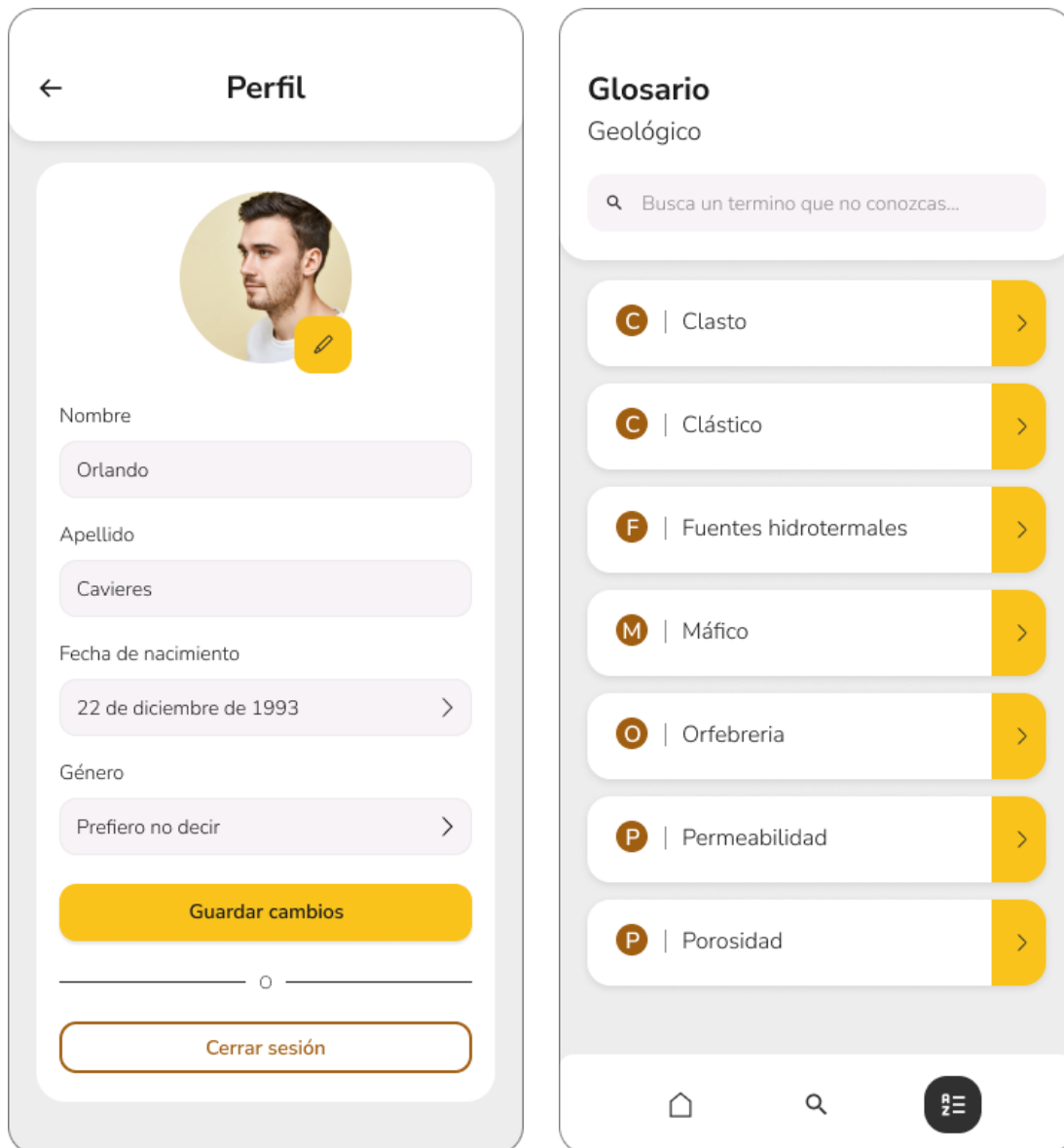


Ilustración 31: Vista “Perfil” y “Buscar palabras técnicas geológicas” GeoBuscador en Figma

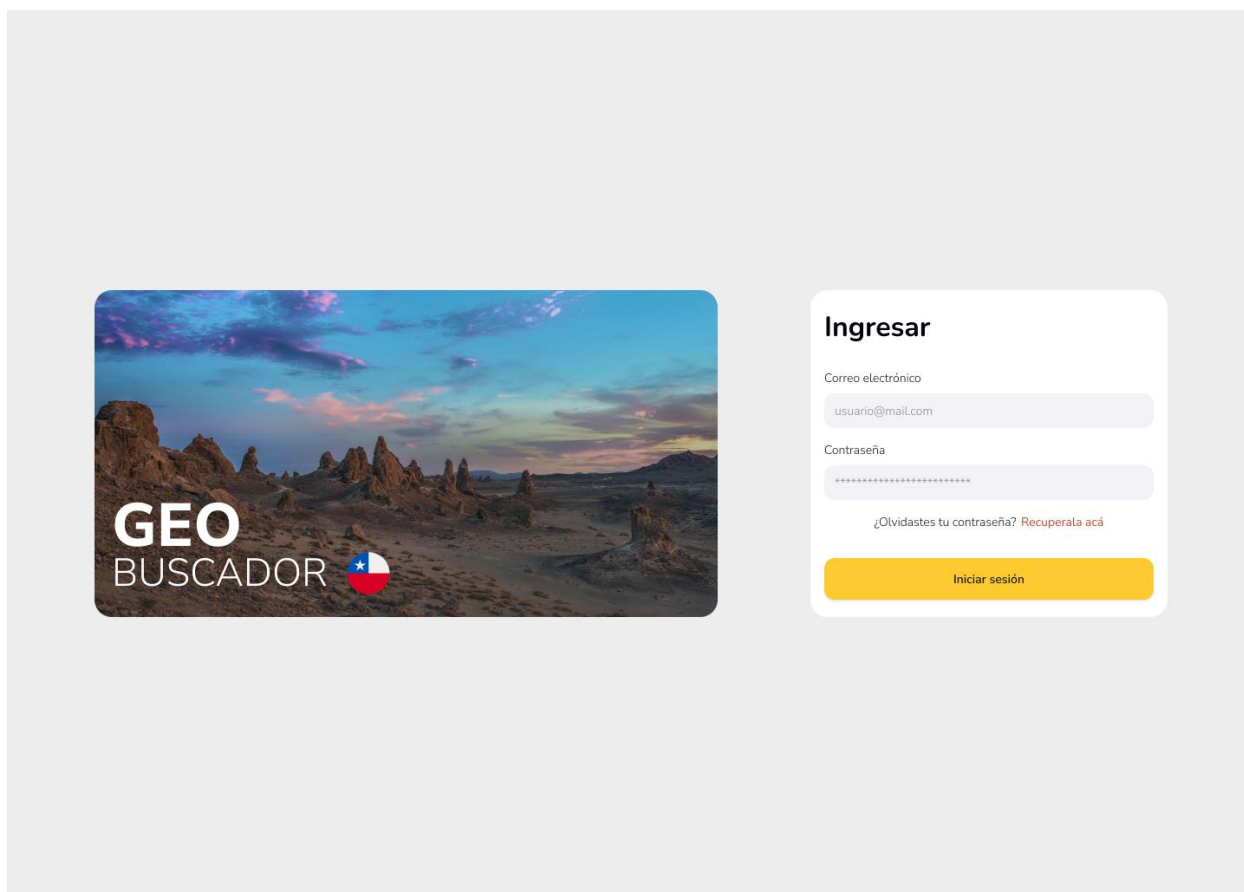


Ilustración 32: Vista “Login” en plataforma web GeoBuscador en Figma

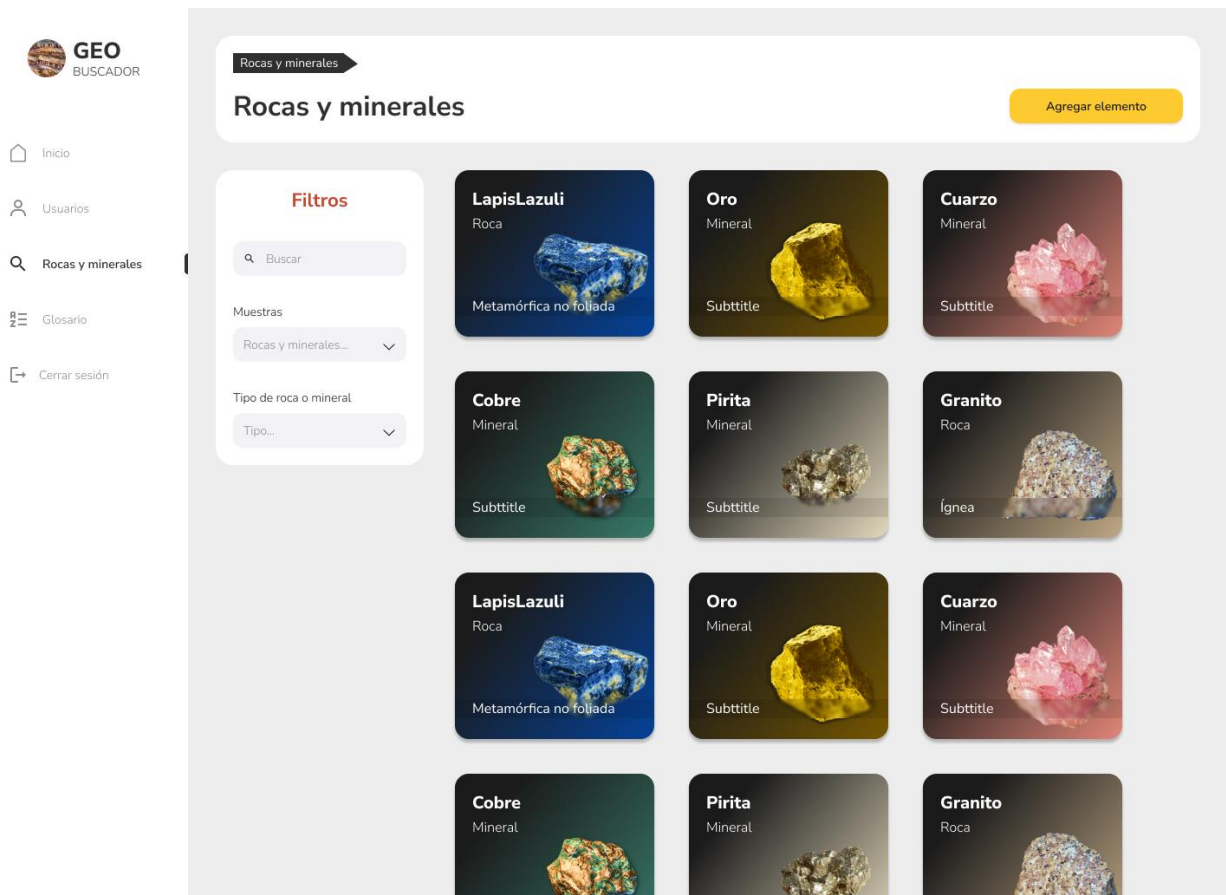


Ilustración 33: Vista “Buscar Rocas y Minerales” en plataforma web GeoBuscador en Figma

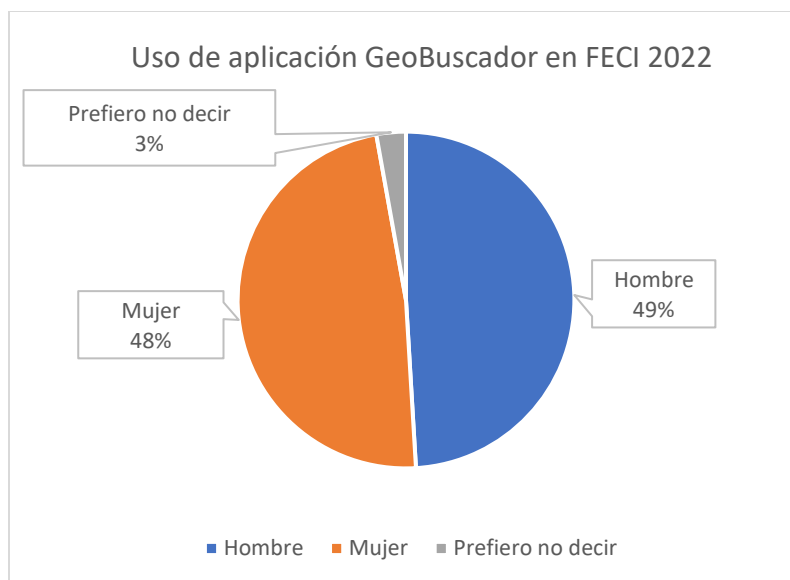


Tabla 5: Gráfico de circular de Uso de aplicación GeoBuscador en FECI por género (Total de 106 personas)

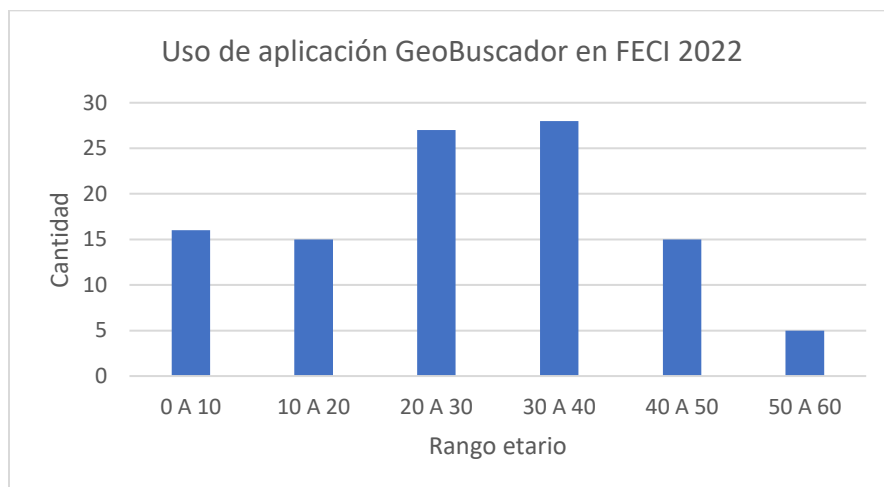


Tabla 6: Gráfico de barras de Uso de aplicación GeoBuscador en FECI por rango etario (Total de 106 personas)

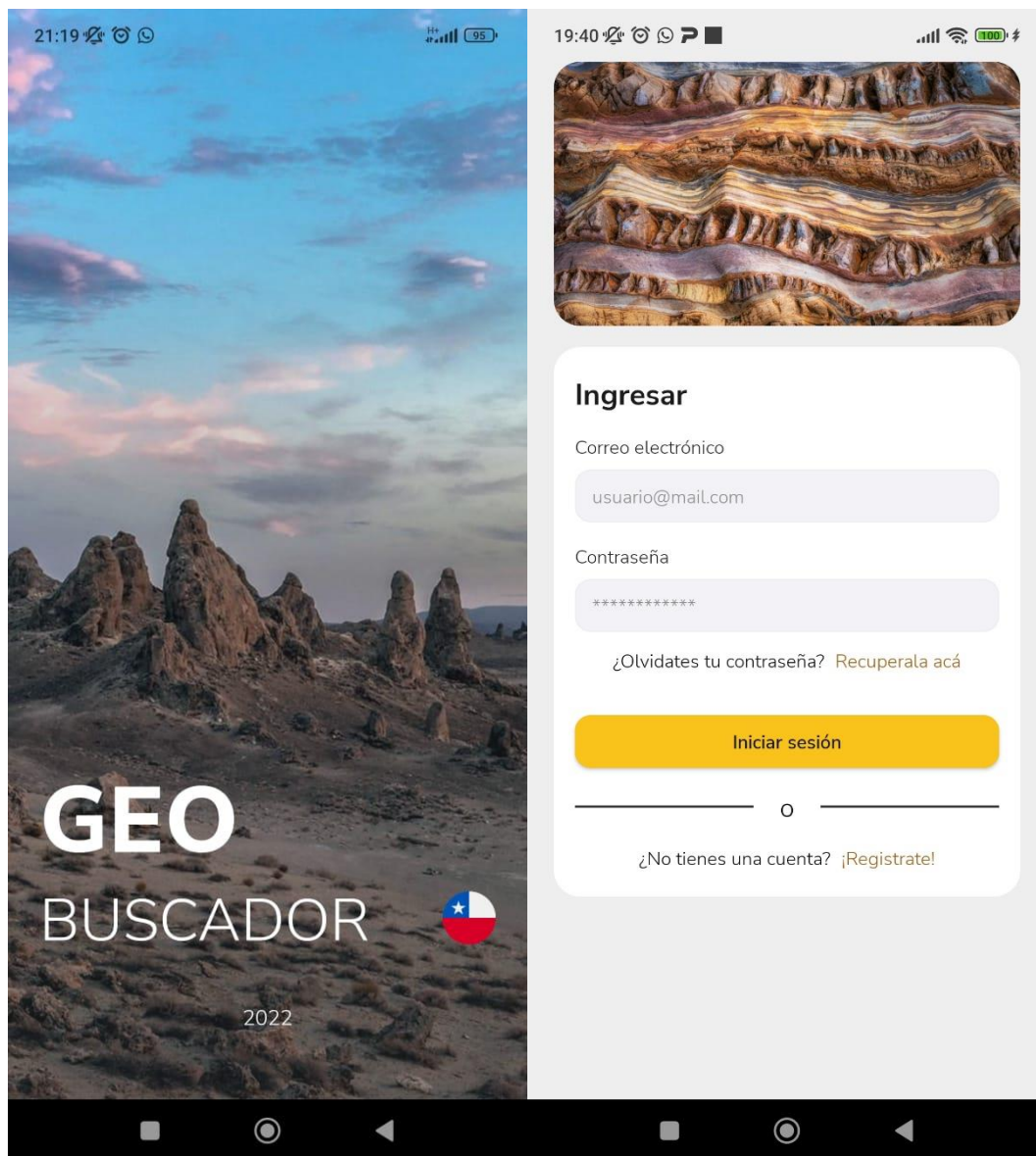


Ilustración 34: Vistas “Inicio” y “Login” en GeoBuscador Android

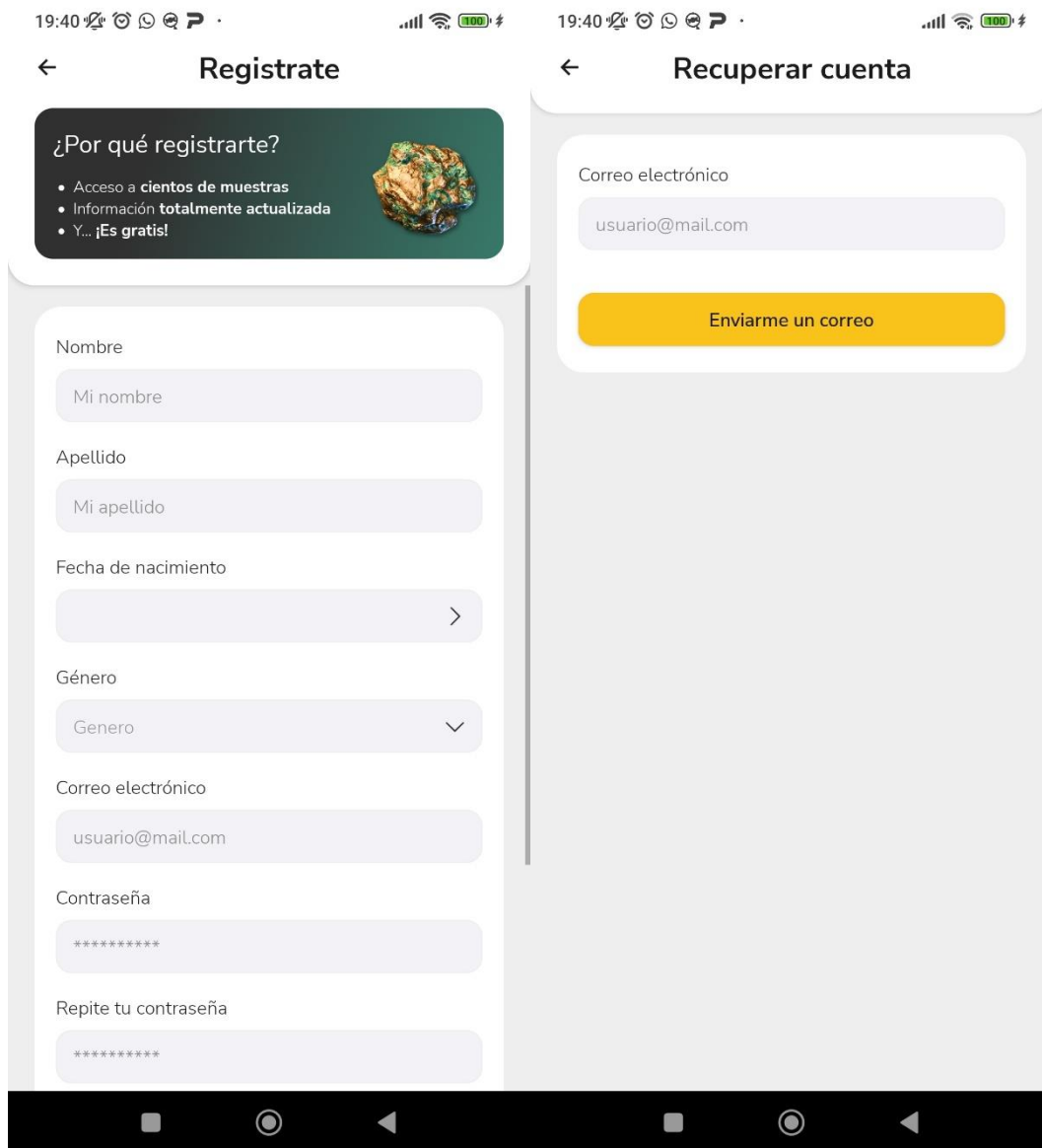


Ilustración 35: Vistas “Registrarse” y “Recuperar contraseña” en GeoBuscador Android

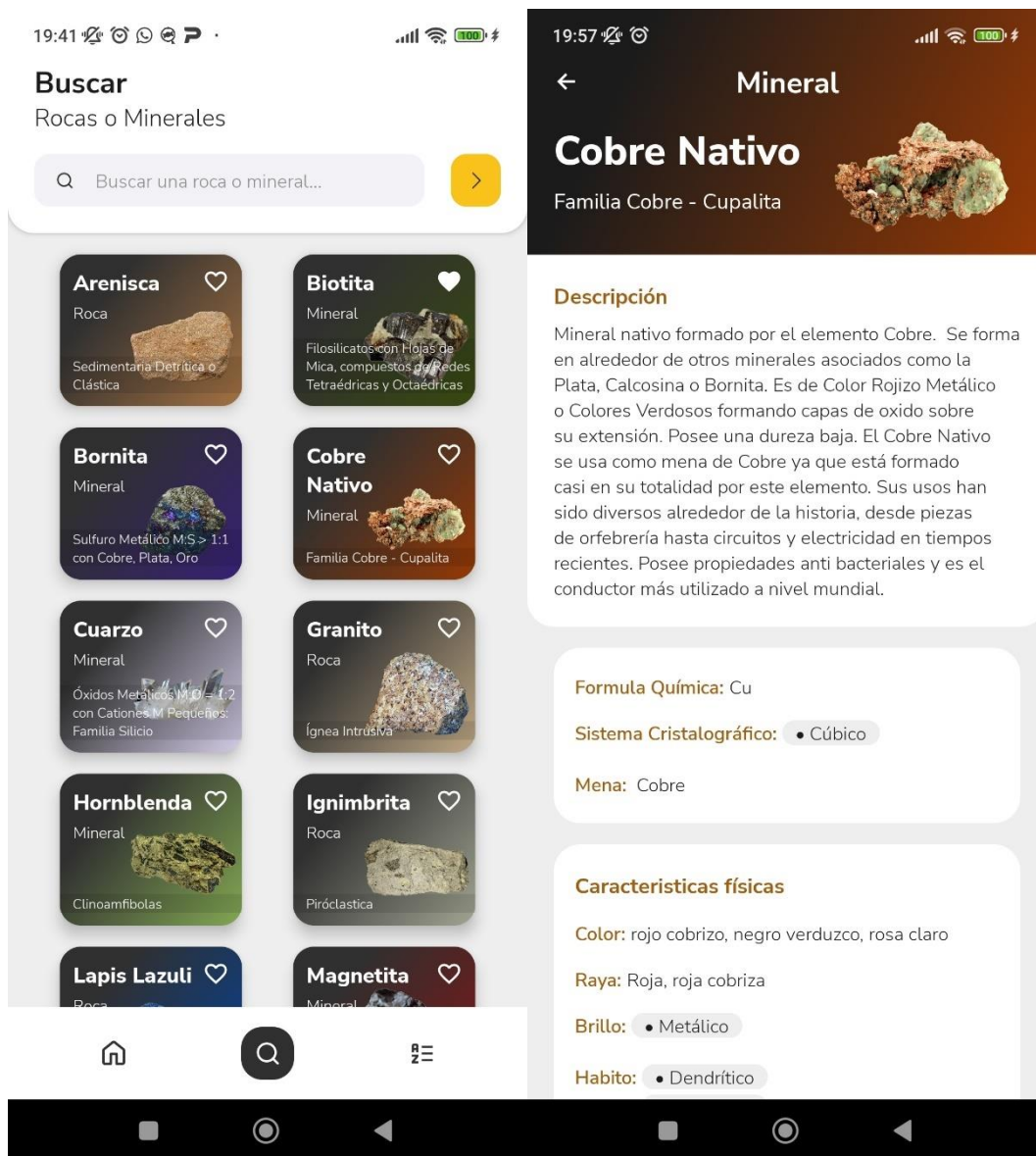


Ilustración 36: Vistas “Buscar rocas y minerales” y “Ver Mineral” en GeoBuscador Android

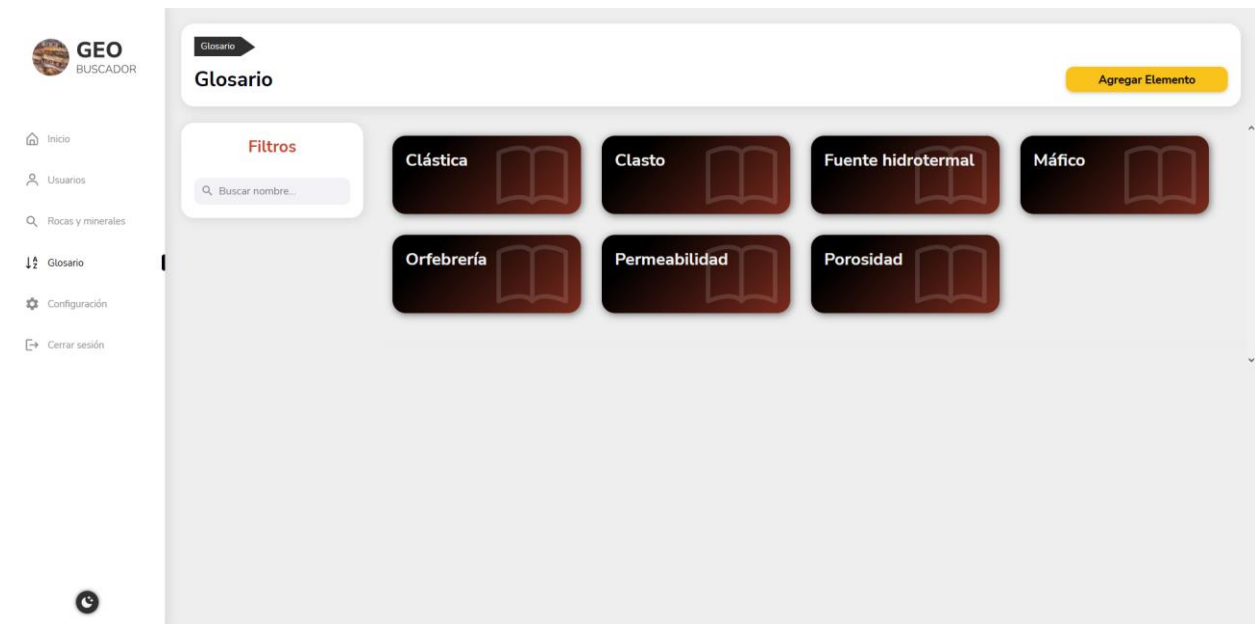


Ilustración 37: Vista "Glosario Geológico" en plataforma GeoBuscador

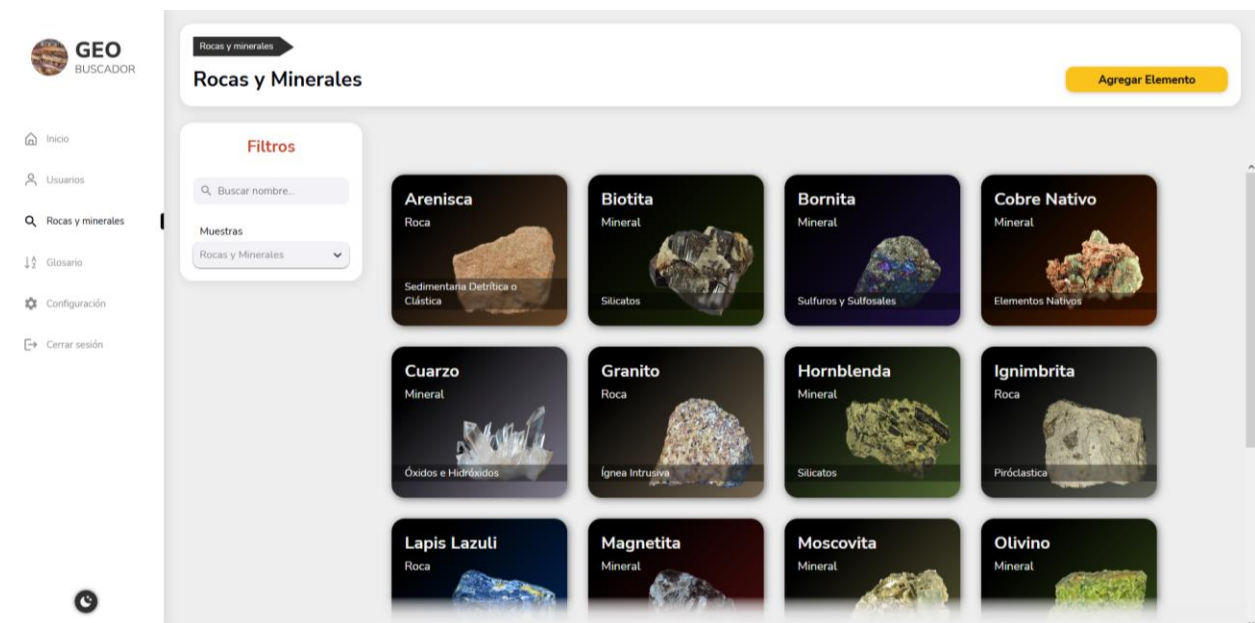


Ilustración 38: Vista "Búsqueda de rocas y minerales" en plataforma GeoBuscador

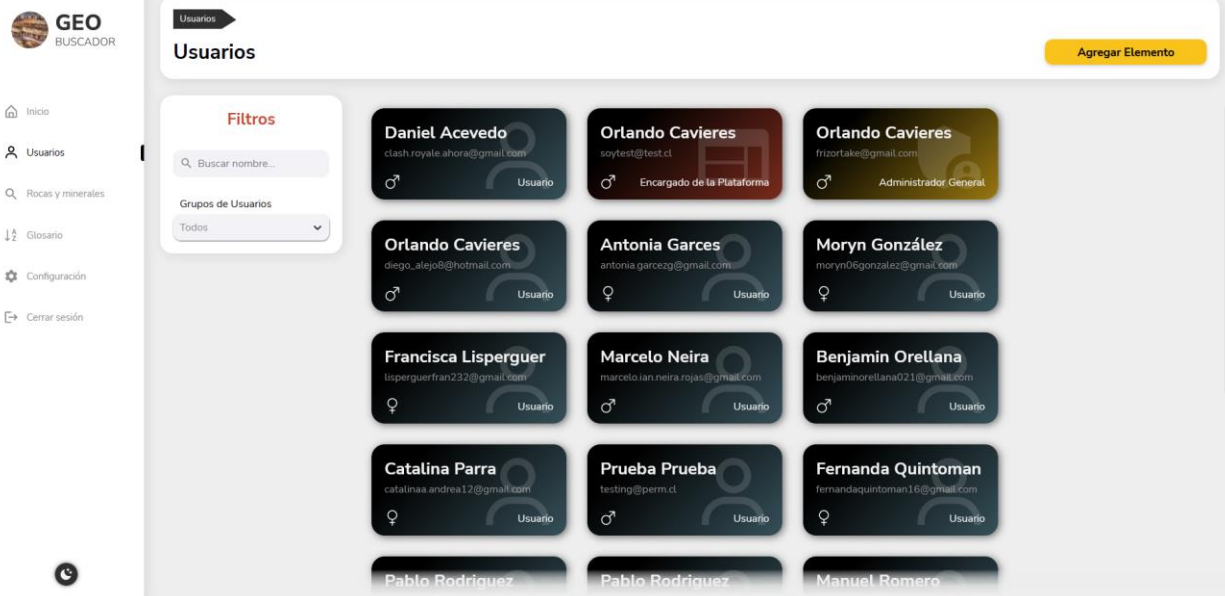


Ilustración 39: Vista “Usuario” en plataforma GeoBuscador