



Universidad de Concepción
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía
Departamento de Geografía

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN *WEB MAPPING* PARA LA DIFUSIÓN
DE LOS MONUMENTOS ARQUEOLÓGICOS DE LA PROVINCIA DE
CHOAPA**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO
TESISTA: Alejandro Bustos Tejo

Profesora Guía: Dra. María Ester Gonzalez

Concepción, 2022

RESUMEN

La provincia de Choapa en la región de Coquimbo cuenta con una gran riqueza arqueológica, vestigio de las culturas precolombinas que habitaron la región. En este contexto, el objetivo de este proyecto fue implementar un prototipo de aplicación *Web Mapping* para la difusión de los monumentos arqueológicos e incentivar la adopción de esta tecnología de información geográfica para su difusión. Además, se ha contribuido al trabajo que realiza la Fundación Andes del Choapa en materia de difusión y conservación de los monumentos arqueológicos. En la aplicación se georreferenciaron seis monumentos arqueológicos con su respectiva descripción y se incluyeron fotografías representativas de los mismos. La aplicación se desarrolló utilizando distintos *softwares* y la librería de código abierto Leaflet, librería que se basa en JavaScript y que se utiliza para crear aplicaciones de mapas web. También se utilizaron distintos *plugins* para añadir las herramientas básicas como buscar, localizar y medir. Finalmente, la aplicación *Web Mapping* se publicó en un servidor para ser accesible a los usuarios desde cualquier navegador web.

Palabras claves: *Web Mapping*, monumentos arqueológicos, Andes del Choapa, *software* libre, Leaflet

ABSTRACT

The province of Choapa in the Coquimbo region has a great archaeological wealth, which represents a vestige of the pre-Columbian cultures that inhabited the region. In this context, the objective of this project was to implement a Web Mapping application prototype for the dissemination of information on archaeological monuments and to encourage the adoption of this geographic information technology for this purpose. Moreover, it's been contributed to the work carried out by the Andes del Choapa Foundation for the dissemination and conservation of archaeological monuments. This project has georeferenced six archaeological monuments with their respective description and representative photographs. The Web mapping application was developed using different software and the open source library "Leaflet", a JavaScript-based library used to create web map applications. Different plugins were also used to add the basic functionalities (e.j, search, locate and measure). Finally, the Web Mapping application was launched and published on a server to be accessible to users from any web browser.

Keywords: Web Mapping, archaeological monuments, Andes del Choapa, free software, Leaflet

DEDICATORIA

Dedico esta memoria de título a todos mis familiares y amigos que siempre estuvieron junto a mí para darme aliento en los momentos más difíciles sin ellos esto no sería posible, en especial a mi abuela quien me apoyo incondicionalmente en esta larga etapa, todos, tanto familia y amigos, significan un pilar fundamental en mi vida.

Por permitirme el desarrollo libre del espíritu, gracias infinitas.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco al cuerpo docente de la carrera por enseñarme esta hermosa disciplina, especialmente a mi profesora guía por su ayuda, paciencia y comprensión, gracias por creer en mí y hacer que yo crea en mí.

Les agradezco a quienes me ayudaron económicamente, fueron años difíciles y sin su ayuda nunca habría llegado hasta esta instancia.

Agradezco a la Fundación Andes del Choapa por permitirme realizar mi práctica profesional y contribuir con este proyecto a las comunidades que habitan ese hermoso territorio.

Gracias a todos quienes formaron parte de esta etapa educativa, las experiencias, conocimiento y su buena onda las recordaré de por vida.



Índice de Contenidos

RESUMEN	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
Índice de Contenidos	vi
Lista de Tablas.....	viii
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones	xi
Capítulo I: Introducción	12
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Objetivos	13
1.2.1. Objetivos generales.....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
1.3. Metodología	14
Capítulo II: Marco Teórico	15
2.1. <i>Web Mapping</i>	15
2.2. Monumentos Arqueológicos.....	17
2.3. <i>Web Mapping</i> para la difusión de Monumentos Arqueológicos	17
Capítulo III Caracterización del área de aplicación	19
3.1. Localización y caracterización de la Provincia de Choapa.....	19
3.2. Atractivos turísticos de la Provincia de Choapa	24
3.3. Monumentos Arqueológicos en la Provincia de Choapa.....	26
Capítulo IV Desarrollo del <i>Web Mapping</i>	34
4.1. Requisitos del <i>Web Mapping</i>	36
4.1.1. Perfiles de usuario.....	36
4.1.2. Requisitos funcionales.....	36
4.1.3. Requisitos no funcionales.....	37
4.2. Obtención y tratamiento de datos	38
4.3. Estructura/Arquitectura del prototipo <i>Web Mapping</i>	40
4.4. Lenguajes de programación.....	42

4.5. <i>Software</i> y librerías	43
4.6. Complementos (<i>plugins</i>)	45
4.7. Codificación	46
4.8. Añadir mapas base	48
4.9. Ventana emergente (pop-up)	50
4.10. Publicación del <i>Web Mapping</i>	52
4.10.1. Servidor y dominio	52
4.10.2. <i>Web Mapping</i> publicado.....	53
Capítulo V Conclusiones	57
Bibliografía	59



Lista de Tablas

Tabla 1.- Formato GeoJSON vs shapefile 42



Lista de Figuras

Figura 1.- Mapa web con las edades de los edificios en Holanda	16
Figura 2.- Líneas de Transporte de la Municipalidad de Mallorca	16
Figura 3.- Visor de Monumentos Nacionales.....	18
Figura 4.- Sistema de información geográfica de arqueología SIGDA, Perú.....	18
Figura 5.- Localización de la Provincia de Choapa.....	19
Figura 6.- Climas de la Provincia de Choapa.	21
Figura 7.- Pisos vegetacionales de la Provincia de Choapa.....	22
Figura 8.- Geomorfología de la Provincia de Choapa.....	24
Figura 9.- Acceso a la Reserva Nacional Las Chinchillas.	25
Figura 10.- Puerto Oscuro.	25
Figura 11.- Playa de Pichidanguí.....	26
Figura 12.- Petroglifo en monumento arqueológico Los Mellizos.	27
Figura 13.- Restos de megafauna, Monumento Arqueológico Quereo.....	29
Figura 14.- Sitio arqueológico Cuz Cuz.	30
Figura 15.- Monumento Arqueológico Valle de Chalinga.	31
Figura 16.- Petroglifo en Sendero arqueológico El Coligüe.....	32
Figura 17.- Petroglifo en monumento arqueológico Luncumán	33
Figura 18.- Perfiles y requisitos de usuario	34
Figura 19.- Esquema desarrollo del <i>Web Mapping</i>	35
Figura 20.- Archivos KMZ desplegados en Google Earth.....	39
Figura 21.- Atributos en GeoJSON.....	40
Figura 22.- Arquitectura del <i>Web Mapping</i>	41
Figura 23.- Disposición de las etiquetas HTML	46
Figura 24.- Referenciación de librería, plugins y capas en GeoJSON.....	47
Figura 25.- Estilos CSS.	47
Figura 26.- Vista de contenido de etiqueta <body>	48
Figura 27.- Vista OpenTopoMap.	49
Figura 28.- Vista OpenStreeMmap.	49

Figura 29.- Vista Google Earth.	50
Figura 30.- Referenciación de mapas base en el código.....	50
Figura 31.- Función evento pop-up.....	51
Figura 32.- Despliegue de evento PopUp.....	51
Figura 33.- Archivos de espacio de trabajo	53
Figura 34.- Vista <i>Web Mapping</i> publicado	54
Figura 35.-Componentes y herramientas del <i>Web Mapping</i>	54
Figura 36.-Visualización del <i>Web Mapping</i> en dispositivos Móvil.....	55



Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones

AWS	Amazon Web Service
BCN	Biblioteca del Congreso Nacional
CEDEUS	Centro de Desarrollo Urbano Sustentable
CSS	Cascading Style Sheets
CMN	Consejo de Monumentos Nacionales
CPU	Central Processing Unit
FTP	File Transfer Protocol
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IG	Información Geográfica
KMZ	Keyhole Markup Language
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OMS	Open Street Map
OSGeo	Open Source Geospatial Foundation
RAM	Random Access Memory
SIG	Sistema de Información Geográfica
SRMT	Shuttle Radar Topography Mission
SSD	Solid State Drive
WGS84	World Geodetic System 1984

Capítulo I: Introducción

1.1. Planteamiento del problema

La relevancia de las Tecnologías de Información Geográficas (TIG) en la sociedad es cada vez mayor, se presenta como una herramienta fundamental para la toma de decisiones a distintas escalas espaciales, tanto en el ámbito gubernamental como civil. En este contexto, la implementación de visualizadores de mapas en los sitios web de instituciones, organizaciones, fundaciones, asociaciones, etc., resulta un componente importante que permite la localización espacial de los usuarios dando respuesta a preguntas como ¿dónde estamos?, ¿qué encuentro en determinado sitio?, ¿a qué distancia me encuentro de un centro poblado?, ¿qué atractivo turístico está cerca?, etc.

En la Provincia de Choapa, ubicada en la Región de Coquimbo, se encuentra la Fundación Andes del Choapa (<https://andesdelchoapa.com/>) creada con el objetivo de difundir y promover el conocimiento de los ambientes de montaña y áreas de influencia de la provincia. Ofreciendo información sobre la riqueza natural, cultural y arqueológica que ofrece la provincia, contribuyendo al empoderamiento de las comunidades de la realidad de sus territorios, resulta fundamental disponer de la cartografía que permita localizar estas riquezas y contribuyendo al desarrollo de proyectos orientados a su puesta en valor y/o conservación, avanzando en la generación del vínculo sociedad - montaña. La Fundación, dispone de un sitio web que ofrece una amplia variedad de recursos audiovisuales (fotografías y videos), pero no dispone de un mapa de localización o información geográfica que permita al visitante ubicarse espacialmente e identificar poblaciones, vías de acceso, ubicación de monumentos arqueológicos, etc.

Considerando que uno de los principales objetivos de la Fundación “Andes del Choapa” es instruir e informar sobre la riqueza natural, cultural y arqueológica que ofrece la región, contribuyendo al empoderamiento de las comunidades de la

realidad de sus territorios, resulta fundamental disponer de la cartografía que permita localizar estas riquezas. Información que también contribuirá a activar y diversificar la economía local con enfoque basado en el turismo sustentable. En este contexto, la disponibilidad de visualizador de mapas con la cartografía de la provincia de Choapa representa una oportunidad de llegar a los usuarios y por ende a las comunidades que habitan el territorio, aportando datos precisos de localización, ofreciendo una herramienta de visualización de alcance de escala global a través de Internet. Por lo tanto, con el fin de contribuir a la difusión de la riqueza natural, cultural y arqueológica de Los Andes del Choapa, se propone el diseño e implementación de un *Web Mapping* para dar respuesta las necesidades de la Fundación y de usuarios interesados en descubrir y conocer las riquezas que ofrece esta provincia.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales

- Implementar una aplicación *Web Mapping* para la difusión de los monumentos arqueológicos de la Provincia de Choapa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Seleccionar los datos e información disponible de los monumentos arqueológicos de la Provincia de Choapa
- Preparar los datos e información geográfica para publicar en el *Web Mapping*.
- Desarrollar la aplicación *Web Mapping* en base a *software* y librerías de código abierto.

1.3. Metodología

Fase 1: Selección de datos e información.

- Evaluación y selección de datos e información aportada por la Fundación “Andes del Choapa”
- Verificación y corrección de errores, ajustes de formato, etc. de las capas de información que se incluirán en el *Web Mapping*.
- Recolección y selección de recursos audiovisuales (fotografías) y descripción de los monumentos arqueológicos que se incluirán en la aplicación *Web Mapping*.

Fase 2: Definición de requisitos y selección de *softwares*

- Definición de requisitos del *Web Mapping* considerando perfil de usuario al que va dirigido.
- Revisión y selección de *software* y librerías de código abierto.

Fase 3: Preparación de datos e información.

- Preparación de la base de datos y capas de información geográfica de acuerdo con los requerimientos de los *softwares* y librerías seleccionados para implementar el *Web Mapping*.

Fase 4: Desarrollo y publicación del *Web Mapping*

- Diseño y desarrollo del *Web Mapping* utilizando *software* y librerías de código abierto.
- Publicación del *Web Mapping*

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. *Web Mapping*

El término *Web Mapping*, mapas en la web, no solo hace referencia a la publicación de mapas en Internet, también incluye la creación de mapas que permiten a los usuarios interactuar con los mismos. Según Veenendaal et al. (2017) el término *Web Mapping* incluye “el proceso de diseñar, implementar, generar y entregar mapas en la World Wide Web”.

Los *Web Mappings* han evolucionado a medida que se han implementado nuevas funciones en la web siendo una tecnología en constante desarrollo. Ofrecen una visualización interactiva de información geográfica, en forma de página web, que puede utilizar para contar historias y responder preguntas, cualquier usuario puede acceder desde cualquier dispositivo que tenga un navegador y conexión a Internet (Dorman, 2021) Por otra parte, Guerrero (2019) afirma que un *Web Mapping* es la herramienta para llevar a la cartografía a los estándares de difusión actuales gracias al despliegue didáctico de la información que se quiere representar, permitiendo democratizar la información y además permitir que tanto profesionales como entusiastas puedan generarla.

Los *Web Mappings* se posicionan como una herramienta eficiente y eficaz para la difusión de información geográfica a través de internet, permitiendo sortear las barreras de la distancia y abarcar globalmente al usuario objetivo. “La web se ha convertido en el entorno de trabajo predominante y el canal de difusión de geodatos” (Köbben & Kraak, 2020).

Por otra parte, la usabilidad de los *Web Mappings* ha ido mejorando a medida que la web evoluciona, siendo muy relevante la introducción de servicios libres y estandarizados, permitiendo que cualquier usuario pueda acceder.

Los *Web Mappings* ofrecen mapas dinámicos, permiten al usuario interactuar con el mapa: desplazarse, alejarse o acercarse a una zona o punto (mediante las

herramientas zoom +/-), acceder información específica mediante ventanas emergentes (pop-up) y enlaces que permiten visualizar distintos recursos audiovisuales (fotografías y videos), etc.

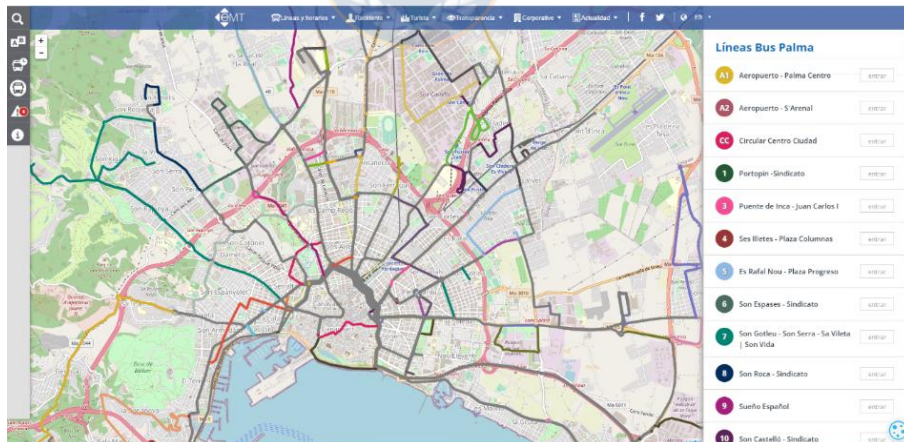
A continuación, se presentan algunos ejemplos de *Web Mapping*

Figura 1.- Mapa web con las edades de los edificios en Holanda



Fuente: <https://parallel.co.uk/netherlands/>
(Recuperado el 25 de mayo de 2022)

Figura 2.- Líneas de Transporte de la Municipalidad de Mallorca



Fuente: <https://www.emtpalma.cat/ca/linies-horaris>
(Recuperado el 25 de mayo de 2022)

2.2. Monumentos Arqueológicos

En Chile Ley N°17.288 de Monumentos Nacionales y Normas Relacionadas¹, establece en el artículo 21º que son Monumentos Arqueológicos: los lugares, ruinas, yacimientos y piezas confeccionadas o utilizadas por el ser humano, existentes sobre o bajo la superficie del territorio nacional. Esta Ley indica que los Monumentos Arqueológicos se subdividen en dos tipos:

1. Bienes arqueológicos: Se trata de piezas, lugares, ruinas o yacimientos con vestigios de ocupación humana y que no estén siendo utilizados por una sociedad viva o en funcionamiento. Entre estos bienes se encuentran, por ejemplo, lugares donde habitaron o fueron sepultados grupos indígenas prehispánicos, lugares donde se encuentran geoglifos, petroglifos y una variedad de vestigios provenientes de distintas culturas extintas, etc.
2. Bienes paleontológicos: Son restos o evidencias de organismos del pasado que se encuentran en estado fósil (petrificadas) y su estudio permite conocer más sobre la historia natural de diversas especies animales y vegetales.



2.3. Web Mapping para la difusión de Monumentos Arqueológicos

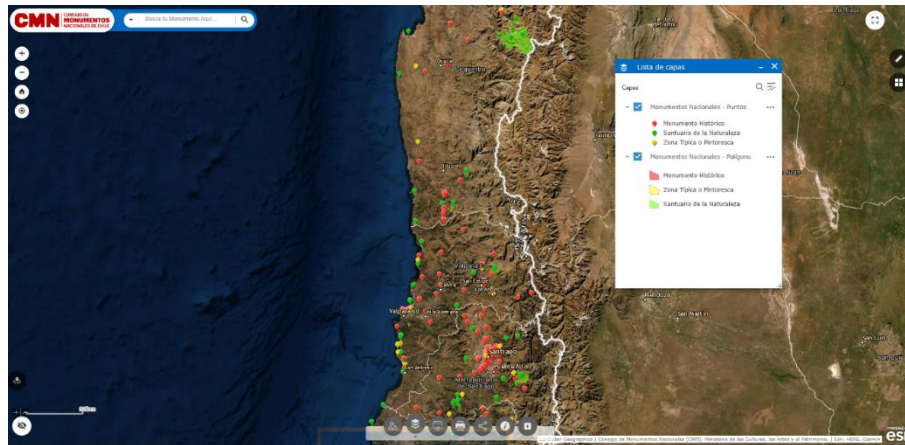
Los *Webs Mappings* son utilizados frecuentemente y en la navegación por Internet podemos encontrar una gran cantidad de diferentes temáticas: medio ambiente, climatología, geopolítica, turismo, etc. El motivo de su amplia difusión es fácil de comprender, ya que los mapas además del valor estético también tienen una gran capacidad de transmitir y comunicar grandes cantidades de información de manera sencilla al receptor versus la cartografía clásica.

Un elemento fundamental de la arqueología y de la gestión del patrimonio es la divulgación del conocimiento histórico, es decir dar a conocer y sensibilizar a la población en general de los valores patrimoniales existentes. Está demostrado

¹ https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/ley_2019_web.pdf

que la divulgación es el mejor método para luchar contra el abandono, el deterioro y olvido que sufre el patrimonio, facilitando de este modo su conservación. A continuación, se presentan algunos ejemplos de *Web Mapping* de índole arqueológica.

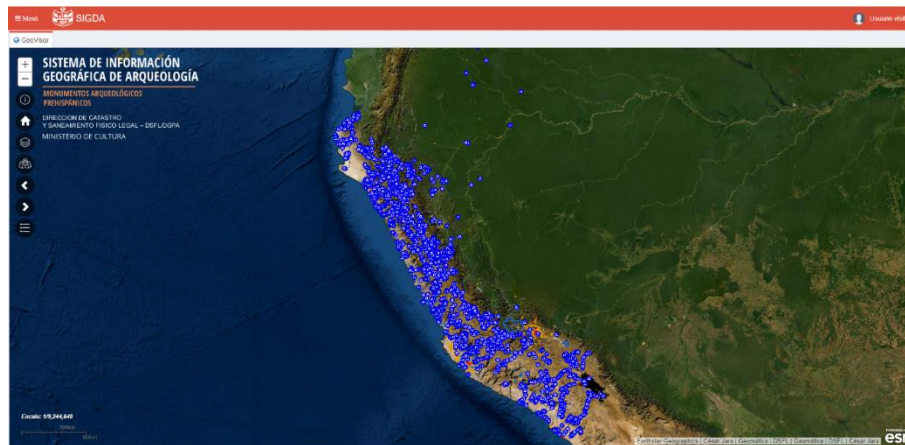
Figura 3.- Visor de Monumentos Nacionales.



Fuente: <https://geoportalcmn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=3da2942d97f34bee94c841d42c431f2a>

(Recuperado el 25 de mayo de 2022)

Figura 4.- Sistema de información geográfica de arqueología SIGDA, Perú.



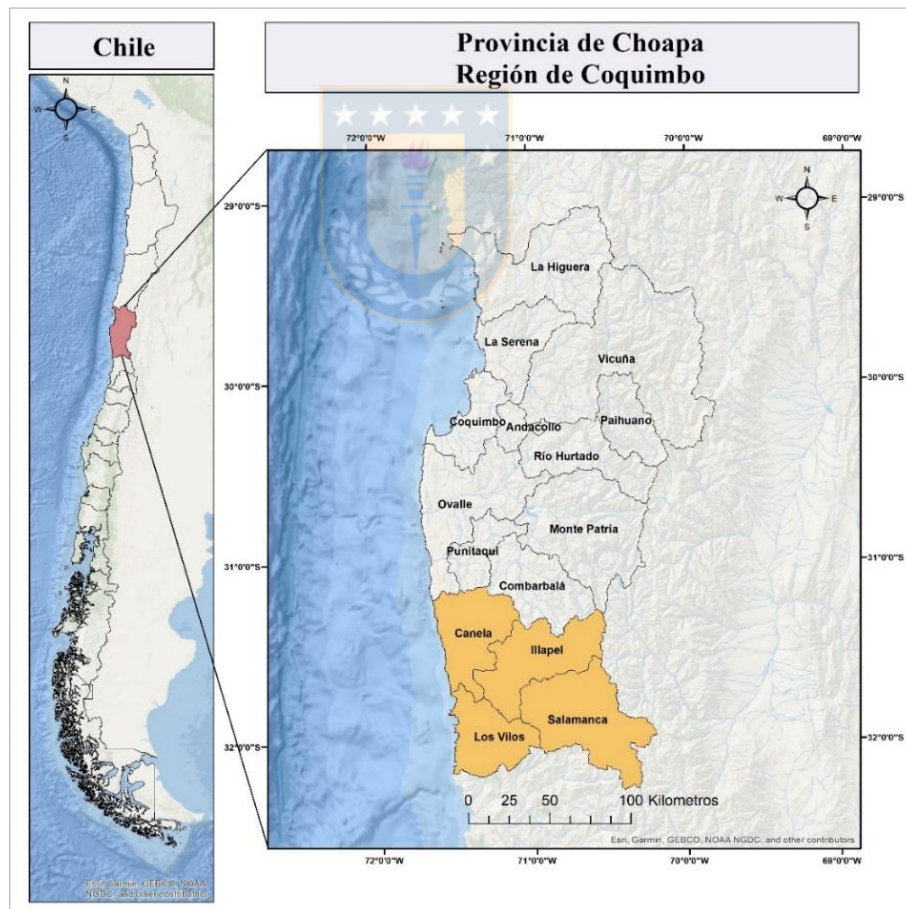
Fuente: <https://sigda.cultura.gob.pe/> (Recuperado el 25 de mayo de 2022)

Capítulo III Caracterización del área de aplicación

3.1. Localización y caracterización de la Provincia de Choapa

La provincia de Choapa está ubicada en la región de Coquimbo, Chile sus coordenadas geográficas son 31° 40' Sur 71° 00' Oeste, limita por el norte con la provincia de Limarí, por el este con el límite con Argentina, por el sur con las provincias de Petorca y San Felipe. Es la provincia de menor tamaño de dicha región y la que se emplaza más al sur. La conforman las comunas de Illapel (capital provincial) Canela, Los Vilos y Salamanca (Figura 5). Abarcan en conjunto un territorio con una superficie de 10131km².

Figura 5.- Localización de la Provincia de Choapa.

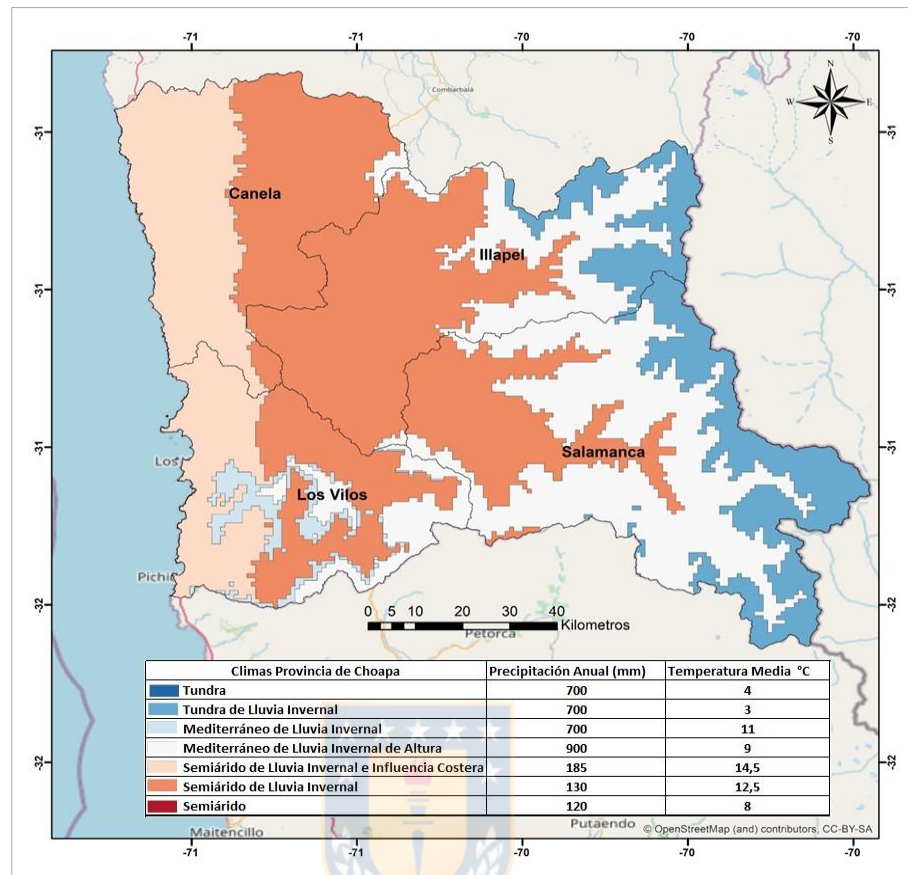


Fuente: Elaboración propia en base capas de información disponibles en la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN).

Según los datos del censo de 2017, la población es de 90.670 habitantes con una densidad de 8,95 hab/km². Entre las características socio demográficas se destaca el alto índice de adultos mayores en promedio de la provincia, el cual es de alrededor del 70% siendo una población considerablemente envejecida, además la población bajo la línea de la pobreza ronda el 15 %, siendo del 25% en la comuna de Canela. El porcentaje de la población que carece de servicios básicos es del 26% a nivel provincial y nuevamente la comuna de Canela se presenta como la más afectada donde este porcentaje asciende al 48%. Estas características sitúan a la provincia sobre el promedio nacional en dichos índices. Las actividades económicas predominantes en la provincia son principalmente la agricultura, ganadería y pesca, seguido de la minería, venta al por mayor y menor junto a la reparación de vehículos y en menor medida servicios ligado al turismo (BCN, 2021).

Los climas presentes en la provincia de Choapa según (Kottek et al., 2006) son predominantemente el clima semiárido de lluvia invernal en los valles intermedios, el clima semiárido de lluvia invernal con influencia marina en la zona litoral, clima mediterráneo de lluvia invernal de altura en la zona precordillerana y clima de tundra de lluvia invernal (Figura 6)

Figura 6.- Climas de la Provincia de Choapa.

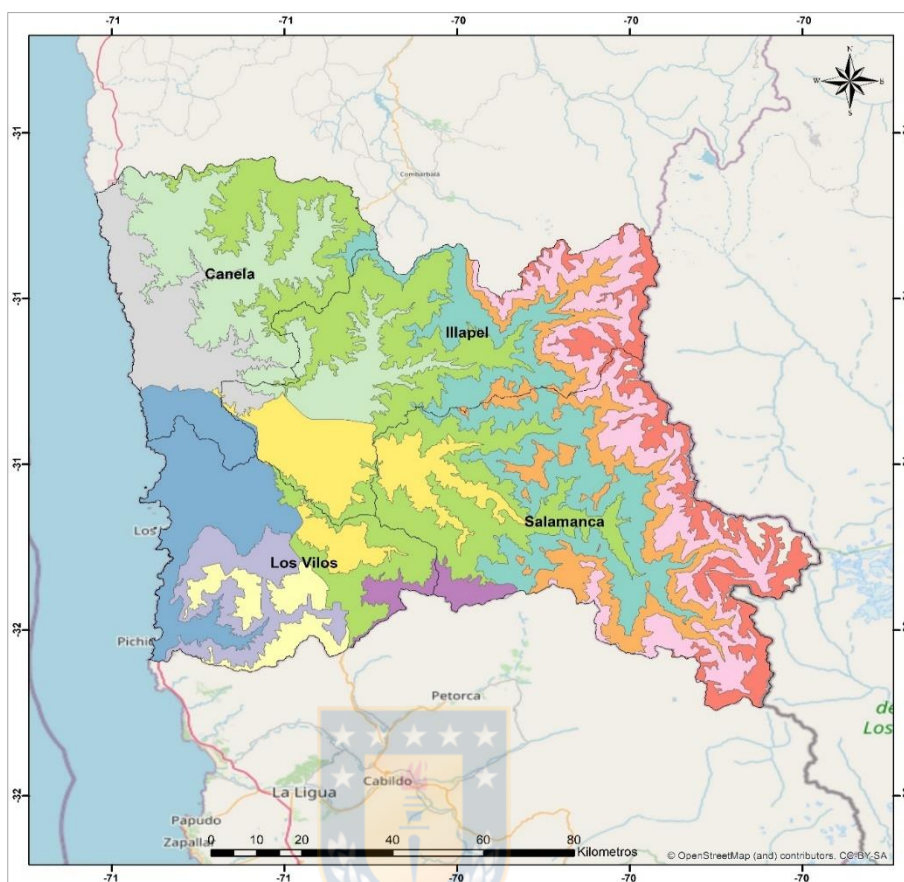


Fuente: Elaboración propia en base a capa de zonas climáticas de Chile según Köppen & Geiger, datos recopilados de IDE Chile. (<https://www.ide.cl/index.php/clima-y-atmosfera/item/1556-zonas-climaticas-de-chile-segun-koeppe-geiger-escala-1-1-500-000>)

En cuanto a lo flora, gran parte del territorio de la provincia se encuentra degradada debido al sobrepastoreo y la corta indiscriminada, ya sea para la obtención de combustible o para el cultivo agrícola, han causado verdaderos estragos, alterando enormemente las comunidades originales. Actualmente se observa un panorama dramático, con suelos altamente compactados y erosionados. La cubierta vegetal es escasa y se concentra principalmente en quebradas o a orillas de los cursos de agua (Lillo et al., 2014)

El tipo de vegetación que se encuentra en la provincia se caracteriza mayormente por estar adaptada al escaso aporte hídrico anual, donde se pueden distinguir 12 tipos diferentes de vegetación relacionada principalmente con al tipo de clima y características físicas que se encuentran en la provincia (Figura 7).

Figura 7.- Pisos vegetacionales de la Provincia de Choapa.



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de CEDEUS, según Pliscoff & Luebert (2006) (<http://observatorio.cedeus.cl/>)

En cuanto a la fauna, los principales especímenes endémicos se encuentran, las de carácter leñoso como el Carboncillo, Rumpiato, Retamilla, Quillay, Molle, Espino, Quillay, Peumo, Boldo, Patagua, Lingue, Arrayán, Fucsia o Palo Blanco,

Flor de Mayo, Adesmia o Varilla, y Guayacán, entre las especies florales encontramos *Trichopetalum plumosum*, *Tecophilaea violiflora*, *Leucocoryne ixioides* y *Oxalis micrantha* (Lillo et al., 2014).

La fauna presente en la provincia consta principalmente de mamíferos como el Zorro culpeo, el Gato andino, el Quique, la Chilla y roedores como el Degú y la Chinchilla, la Laucha de los espinos y la Yaca. Hay reptiles como culebras no venenosas, lagartos y gran variedad de insectos entre los que sobresalen mariposas y coleópteros. Entre las aves, Chercanes, Tordos, Cernícalos y Chunchos. Hay asnos que viven en estado salvaje en la precordillera andina. La fauna cordillerana, Guanacos, Chinchillas, Gatos andinos, Pumas, Vizcachas y pequeños roedores. Entre las aves las hay de rapiña, acuáticas, y pajarillos, donde destaca el Cóndor, el cual sobrevuela desde la costa hasta la cordillera. (Lillo et al., 2014).

La más representativa de la zona es la chinchilla lanigera, un mamífero roedor el cual se encontraba bajo amenaza debido a su suave pelaje que es utilizado en la confección de abrigos, pero a partir de la creación del Parque Nacional la Chinchilla en la comuna de Illapel se ha logrado recuperar la especie.

La Geomorfología presente en la provincia de Choapa (Figura 8) se compone en la zona cordillerana (al este de la provincia) por cordillera andina de retención crionival, cordones transversales hacia el interior, Llano de sedimentos fluvial o aluvional y de la planicie marina o fluviomarina en la zona costera de la provincia.

Figura 8.- Geomorfología de la Provincia de Choapa.



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de la plataforma de visualización de cartografías de CEDEUS. (<http://observatorio.cedeus.cl/>)

3.2. Atractivos turísticos de la Provincia de Choapa

El turismo en la provincia de Choapa no se presenta como la actividad económica predominante, quedando relegada como una actividad poco practicada y atribuidas a las comunas costeras de la provincia (Los Vilos y Canela). Sin embargo, dentro de los objetivos de desarrollo de las comunas de la provincia se considera al turismo como una medida para generar empleo e ingresos de carácter sustentable (Lechuga, 2017).

Los atractivos más promovidos en la provincia se encuentran en la comuna de Illapel, destacándose la Reserva Nacional las Chinchillas, emblemática por su

riqueza en flora y fauna y por ser un área de protección para la Chinchilla (Figura 9).

Figura 9.- Acceso a la Reserva Nacional Las Chinchillas.



Fuente: El Illapelino (<https://elillapelino.cl/2022/05/18/conaf-anuncia-la-reapertura-de-la-reserva-nacional-las-chinchillas-en-illapel/>)

En la comuna de Canela se destaca la playa de Puerto Oscuro (Figura 10), además del humedal de Huentelauquén donde desemboca el Río Choapa que le da el nombre a la provincia, principal dren de la cuenca.

Figura 10.- Puerto Oscuro.



Fuente: <http://viajerecorriendochile.blogspot.com/2011/01/puerto-oscura-camping-cabanas-arriendo.html>

En la Comuna de Los Vilos principal balneario de la provincia destaca la playa de Pichidangui (Figura 11), ofrece una variada gastronomía basada en productos marinos ya que cuenta con una caleta de pescadores artesanales, además, ofrece paseos en las embarcaciones para visitar las islas de Lobos y Verde que destacan por su fauna marina.

Figura 11.- Playa de Pichidangui.



Fuente: <https://www.chileplayas.cl/playa-de-pichidangui/>

Entre los atractivos turísticos de la Provincia de Choapa destacan los monumentos arqueológicos.

3.3. Monumentos Arqueológicos en la Provincia de Choapa

La provincia de Choapa se encuentran numerosos monumentos arqueológicos, vestigios de distintas comunidades precolombinas (Inca, Diaguitas, Molles y Ánimas) donde se pueden encontrar principalmente petroglifos, los locales has promovido la conservación de estos, a continuación, se detallan los monumentos arqueológicos más representativos de la provincia:

- Los Mellizos: El monumento arqueológico los Mellizos corresponde a una estación de arte rupestre prehispánica donde en una extensión aproximada de

terreno de 500 x 300 metros, se han registrado 97 paneles de arte rupestre, 96 de las cuales corresponden a petroglifos y uno a la única pictografía registrada en el valle hasta el momento (Toro, 1996). Espacialmente el sitio se encuentra ubicado en el curso medio-superior del Río Illapel y próximo a la confluencia con el Río de las Tres Quebradas.

Su emplazamiento se encuentra en un pequeño cono deyección de difícil acceso, existente al sur del cauce del Río Illapel y opuesto a la ruta tránsito humano, en un área estratégica para el movimiento ya que, en este punto convergen a lo menos diez pasos cordilleranos que llevan hacia los valles interandinos de San Juan (Castillo,1991; Gambier 1976, 1986).

Iconográficamente, los estudios preliminares realizados por Toro (1996), señalan una importante representación de figuras humanas y zoomorfas, destacando entre estas últimas un notorio registro de camélidos, posiblemente guanacos; complementan el contexto una serie de figuras geométricas, tales como líneas y círculos, sean estos círculos simples, con apéndices o aglutinados a manera de nidos y un reducido número de signos escudos.

Al comparar el sitio los Mellizos con el universo de estaciones de arte rupestre registradas en el valle de Illapel, se observa que este es sin dudas el sitio de mayor relevancia al interior de la localidad.

Figura 12.- Petroglifo en monumento arqueológico Los Mellizos.



Fuente: Fotografía proporcionada por la Fundación Andes del Choapa.

- Quereo: En el sector sur de la comuna de Los Vilos, a orillas del mar, se encuentra la quebrada de Quereo, un pequeño rincón verde entre el paisaje árido de la costa de la provincia del Choapa.

En el pasado, hace más de 11.600 años atrás, en esta zona vivieron hombres y mujeres de la prehistoria que cazaban animales de gran envergadura. La vida era abundante en la quebrada de Quereo (Olivares, s. f.). Aquí desembocaba un río, había un gran bosque y la megafauna prehistórica era fuente de alimentos para las familias del pasado: mastodontes, milodones y caballos americanos, entre otros animales que ahora están extintos. En 1899 se descubrieron los primeros restos arqueológicos en esta quebrada. A principios de la década de 1970, investigadores chilenos y estadounidenses concluyeron que este lugar fue hogar de grupos paleoindios que llegaron al continente alrededor de 11.000 años atrás. En la quebrada de Quereo, los paleoindios -que vivieron entre el año 20.000 y 8.000 antes de Cristo.

Utilizaban técnicas avanzadas para cazar a estos grandes animales, desde la altura, los cazadores guiaban a sus presas hasta el precipicio, y en los suelos bajos guiaban a los animales hasta un pantano para rematarlos.

La quebrada de Quereo fue una revolución para la arqueología mundial, porque modificó la teoría sobre la población del continente. En el año 2010, se encontró el esqueleto humano más antiguo de Sudamérica, con 11.200 años de antigüedad.

Figura 13.- Restos de megafauna, Monumento Arqueológico Quereo.



Fuente: <https://www.museoarqueologicolaserena.gob.cl/galeria/fauna-extinta-de-quereo>

- Cuz: La cuenca del Choapa a la cual está asociado este sector, muestra la siguiente ocupación:
 - Periodo paleoindio (12000-8000 a.C.) de cazadores de megafauna.
 - Periodo arcaico (8000 - 200 a.C.) con poblaciones cazadoras-recolectoras.
 - Periodo agro-alfarero con el complejo cultural el Molle (130 a.C.-700d.C).
 - Las Animas (800-1000 d.C.).
 - Cultura Diaguita (1000-1536 d.C.).
 - Cultura Inca conquista este espacio, poco antes del arribo de los españoles.

El área de Cuz, abarca una superficie aproximada de 35 km². En dos décadas de trabajo se han sido descubiertos 122 petroglifos y 25 piedras de tacitas, atribuidos a la cultura Molle. Las obras rupestres están distribuidas en los más diversos ambientes: cumbres, portezuelos, colinas, laderas, fondos de quebradas y a orillas del río.

Los grupos de petroglifos cercanos al área son denominados sectores. (Bustamante,1991,2005; Boccas et al. 1999) quienes describen el sitio y realizan la interpretación de algunas de las obras rupestres.

En Cuz existe una gran variedad de dibujos grabados en las rocas, van desde diseños simples y muy visibles, con trazos de gran profundidad, hasta dibujos complejos, con trazos muy superficiales y poco visibles. Las tacitas presentan la misma variabilidad, desde 4cm de ancho con 3 mm de profundidad, hasta 70cm largo con 20 cm de profundidad.

Figura 14.- Sitio arqueológico Cuz Cuz.



Fuente: Taller Taucan (<https://tallertaucan.transmediachile.com/petroglifos/>).

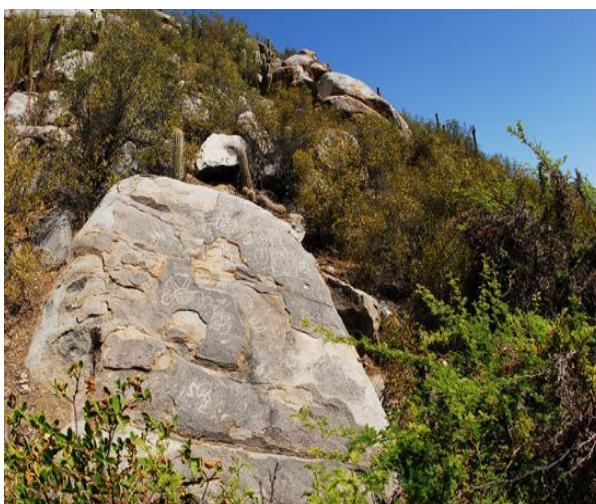
- Valle de Chalinga: Restos arqueológicos identificados (Becker, 2003) señalan que el valle habría estado ocupado intensamente desde el período Alfarero Temprano, por grupos que presentan rasgos cerámicos propios y locales, que se alejan de lo definido como Molle. Esta tradición alfarera temprana estaría perdurando en algunos sectores del Choapa hasta el 1500 d.C. (Pavlovic, 2004; Pavlovic y Rodríguez, 2005; Urizar, 2004), siendo contemporánea a los Diaguitas e incluso a los Inca.

En Chalinga, el registro de 120 sitios de esta tradición alfarera temprana frente a siete Diaguita se explica por condiciones geográficas y climáticas que

favorecen el modo de vida cazador recolector/hortícola de la tradición alfarera temprana, mientras resultan impropias a la economía agrícola diaguita (Pavlovic y Rodríguez, 2005). Los Diaguitas, entonces, habrían ocupado el valle de forma marginal y durante momentos más bien tardíos, como lo evidencian algunos sitios de mayor relevancia. Si al menos una parte de la producción de petroglifos está ligada al Alfarero Temprano, como indican varios autores que han investigado el tema, (Castillo, 1985; Jackson et al., 2002; Mostny y Niemeyer, 1983).

Estudios proponen la posibilidad que este estilo haya cambiado con la llegada de poblaciones diaguitas al área, el arte es un medio de articulación social que está constantemente activo y ajustándose (Williams, 1973), ya que es susceptible a los acontecimientos históricos y sociales de los cuales depende (Bourdieu, 1967), el nuevo contexto impulsaría a los artistas locales a hacer innovaciones en el repertorio visual, incorporando nuevos motivos (geométricos y figurativos) y cambiando la configuración de las representaciones a partir de un marco, reproduciendo los diseños que se observan en las vasijas diaguita. Algunas investigaciones dan cuenta de la complejidad del arte rupestre de Chalinga, desde una perspectiva que considera la dinámica y el cambio a través de la historia.

Figura 15.- Monumento Arqueológico Valle de Chalinga.



Fuente: <https://www.mhmv.gob.cl/colecciones/valle-de-chalinga-hogar-de-comunidades-prehispanicas>

- Sendero arqueológico El Coligüe: En la comuna de Canela, posee 5 zonas de observación: los zorros, los sandillones, el espino, las águilas y los jinetes. Sus figuras destacan por representar interacciones entre humanos y animales, muy poco comunes en la provincia, y que hablarían de las actividades pastoriles de nuestros antepasados (Guerra, 2004). Se accede desde Canela Baja, por ruta D71 hasta cruce sector Los Rulos y luego internarse 14 km al poblado. Sobre soportes de granito o andesita, motivos abstractos y figurativos se distribuyen en El Coligüe grabados realizados en diversas técnicas, entre las que predomina el raspado sobre una pátina de coloración oscura formada naturalmente por termoalteraciones en la superficie de las rocas. Este sitio arqueológico, es el uno de los pocos sitios que actualmente pueden ser visitados por turistas, pues se ha desarrollado una propuesta de turismo de bajo impacto liderado por la propia comunidad.

Figura 16.- Petroglifo en Sendero arqueológico El Coligüe.

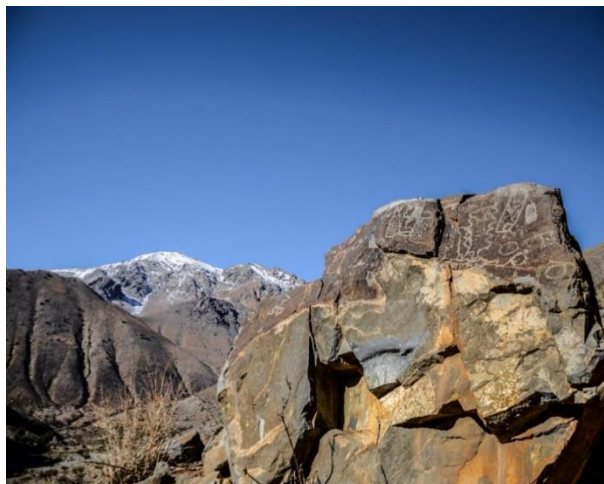


Fuente: <https://www.turismochoapa.cl/2014/05/arqueoturismo.html?m=0>

- Luncumán: No existen investigaciones recientes que en primer lugar generen un catastro de sitios con arte rupestre presente en la zona y en consecuencia no hay información disponible para caracterizarla. Se trata de un Monumento

arqueológico reciente en cual el trabajo de la fundación e investigadores se encuentra en desarrollo.

Figura 17.- Petroglifo en monumento arqueológico Luncumán



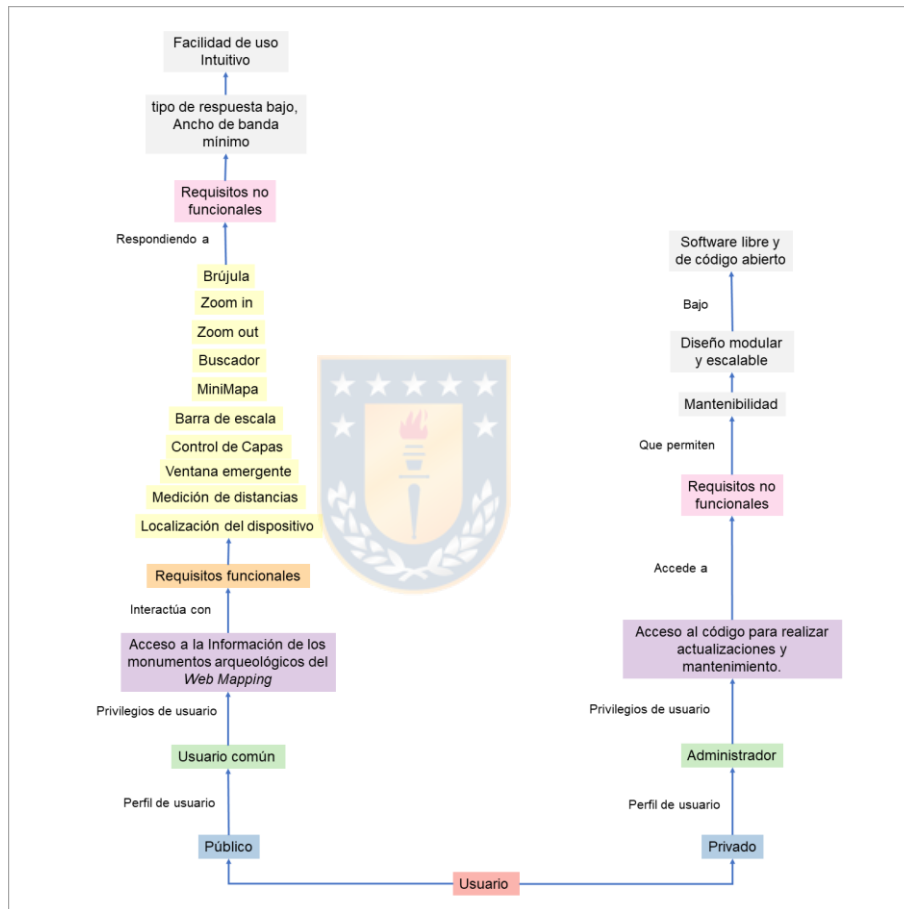
Fuente: Fotografía proporcionada por la Fundación Andes del Choapa.



Capítulo IV Desarrollo del *Web Mapping*

El desarrollo de la aplicación *Web Mapping* implicó en primer lugar la definición de perfiles y requisitos de usuarios a los que se dirige la aplicación, en la figura 18 se resume el proceso realizado y en el apartado 4.1 se presentan más detalles del mismo.

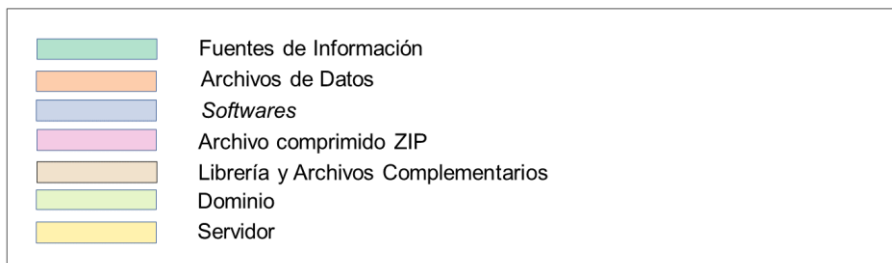
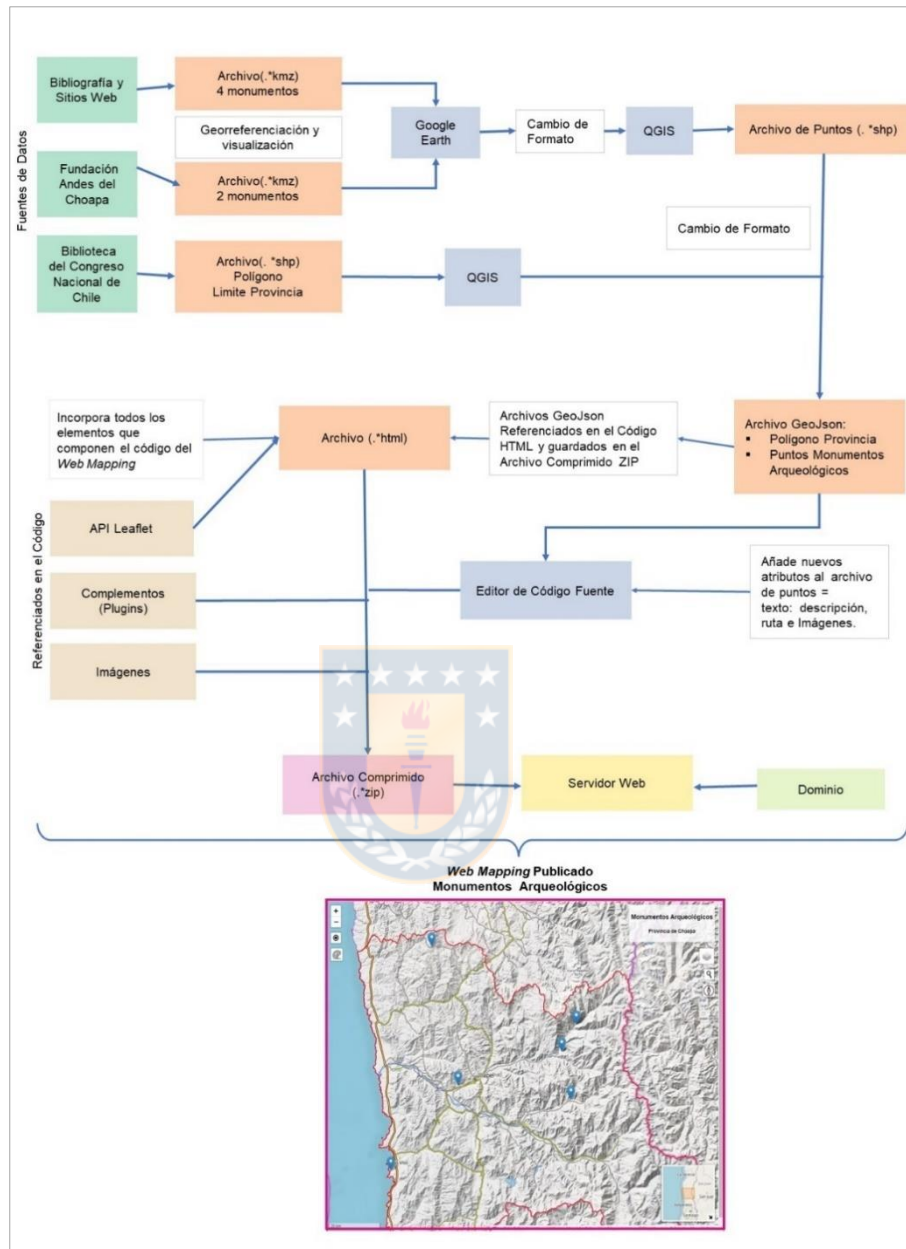
Figura 18.- Perfiles y requisitos de usuario



Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, se realizó el diseño y desarrollo de la aplicación que se esquematiza en la figura 19, procesos y componentes que se describen y detallan a partir del apartado 4.2.

Figura 19.- Esquema desarrollo del Web Mapping.



Fuente: Elaboración propia

4.1. Requisitos del *Web Mapping*

4.1.1. Perfiles de usuario

El *Web Mapping* ofrecerá acceso un acceso público y otro privado:

- El acceso público responderá, en forma general, a un perfil de usuario básico, a un perfil de Turista visitante. Este perfil responde a los requerimientos de cualquier usuario que posea un dispositivo con una conexión a Internet y busca acceder a información de referencia para localizar los monumentos arqueológicos y obtener información sobre los mismos: localización, qué ver, cómo llegar, etc.
- El acceso privado que se corresponde con el perfil de Administrador. Este usuario será el responsable de la actualización, mantenimiento y funcionamiento de cada uno de los componentes que integran el *Web Mapping*. En el marco de este trabajo no se presentará la interfaz que se corresponde con este perfil, pero el mismo se ha desarrollado para sustentar al perfil público. El perfil privado se ofrecerá a través del acceso a los distintos componentes tecnológicos que componen el *Web Mapping*: código que lo componen, imágenes, iconos, extensiones y complementos.

4.1.2. Requisitos funcionales

El *Web Mapping* cumple los siguientes requisitos funcionales:

- Control de capas: Desplegable donde es posible el manejo de las capas disponibles en el *Web Mapping*, con las funciones de activar y desactivar su visualización.
- Zoom in: Cambio de la visualización a escalas grandes.
- Zoom out: Cambio de la visualización a escalas pequeñas.
- Localización del dispositivo: Mostrar las coordenadas geográficas del dispositivo en el mapa.
- Medición de distancias: Mostrar longitud de una ruta en el sistema métrico además de la orientación en grados.

- Brújula: Mostrar orientación respecto al norte del dispositivo móvil en que se está visualizado el *Web Mapping*.
- Barra de escala: Mostar la escala del *Web Mapping* en sistema métrico.
- Ventana emergente: Mostrar una descripción de los monumentos arqueológicos, metadatos con imagen.
- Mini-Mapa o mapa de contexto/localización: Mapa de ubicación de la vista actual para que el usuario pueda identificar dónde se localiza a nivel país o continente.
- Buscador: Mostrar países y/o ciudades del mundo.

4.1.3. Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales se corresponden con las características que determinan la interacción del usuario con el sistema (comunicación, eficiencia, eficacia, etc...). Se ha considerado en el desarrollo del *Web Mapping* las siguientes características:

- Facilidad de uso: Se ofrece una interfaz simple e intuitiva, que permite al usuario encontrar la información rápidamente.
- Modular: El sistema permite añadir nuevas funcionalidades y capas de información.
- Mantenibilidad: El sistema es fácil de mantener.
- Tecnología: Se ha utilizado *software* libre y librerías de código abierto, lo cual no requiere el pago continuo de licencias para asegurar su disponibilidad.
- Inmediatez: El sistema presenta cortos tiempos de respuesta y requiere un mínimo de ancho de banda.

4.2. Obtención y tratamiento de datos

Los datos para crear la geometría de puntos de los seis monumentos arqueológicos que se publicaron en la aplicación *Web Mapping*, se obtuvieron a través de distintas fuentes. Dos puntos georreferenciados fueron aportados por la Fundación Los Andes del Choapa² y los otros cuatro puntos se obtuvieron a través de búsqueda en distintas fuentes de información (bibliografía de referencia, sitios web de noticias y especializados). A continuación, se indican las fuentes de información de cada punto georreferenciado:

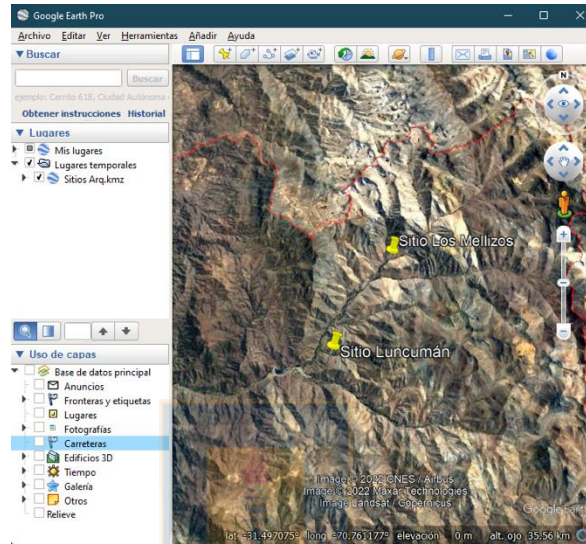
- Los Mellizos: Monumento arqueológico proveído por la Fundación Andes del Choapa, archivo en formato KMZ.
- Luncumán: Monumento arqueológico proveído por la Fundación Andes del Choapa, archivo en formato KMZ.
- Valle de Chalinga: Información obtenida del sitio web <https://www.mhmv.gob.cl/colecciones/valle-de-chalinga-hogar-de-comunidades-prehispanicas> y georreferenciada mediante Google Earth a partir de las coordenadas indicadas en el siguiente artículo:
Cabello, G. (2011). De rostros a espacios compositivos: una propuesta estilística para el Valle de Chalinga, (Arica), 43(1), 25-36.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562011000100002>
- El Coligüe: Ubicación del monumento recuperada del siguiente artículo:
Guerra, A. (2004). Interpretación, Preservación y Administración del Arte Rupestre de El Coligüe (Comuna de Canela, Provincia del Choapa, IV Región, Chile). V Congreso Chileno de Antropología, Simposio Arte Rupestre en Chile, entre el Pasado y el Presente. 8 al 12 de noviembre de 2004, San Felipe, Chile. ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/evNx/n80>
- Cuzcuz: Ubicación recuperada del sitio web <https://tallertaucan.transmediachile.com/petroglifos/>
- Quereo: Ubicación recuperada de OpenStreetMap

² <https://andesdelchoapa.com/>

<https://www.openstreetmap.org/#map=18/-31.93071/-71.51127>

Los cuatro puntos se georreferenciaron en Google Earth y se sumaron los dos puntos aportados por la Fundación Andes del Choapa. Finalmente se generó un archivo KMZ para su posterior tratamiento en QGIS

Figura 20.- Archivos KMZ desplegados en Google Earth



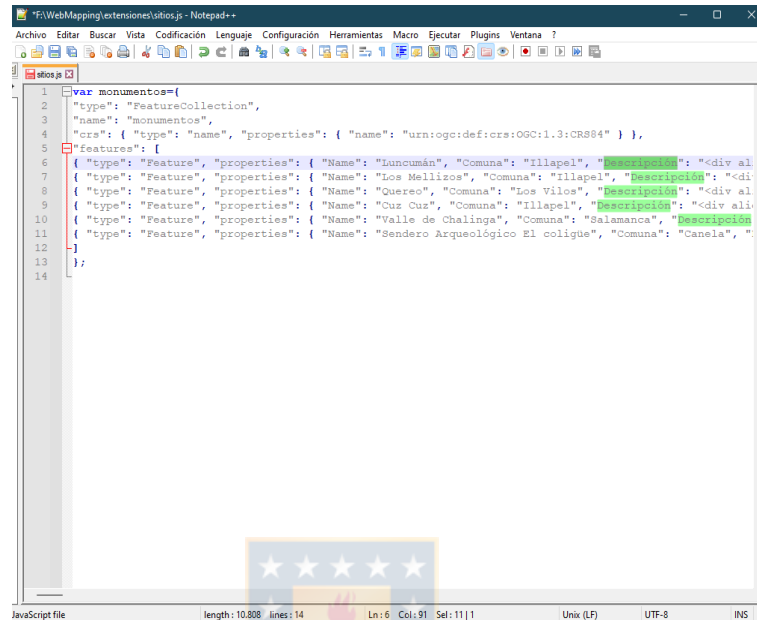
Fuente: Elaboración propia

Con el *software* QGIS se importó el archivo resultante de Google Earth para generar un archivo en formato .shp donde se añadieron los siguientes atributos: nombre, comuna. Posteriormente se hizo la conversión a formato GeoJSON y se exportó con el sistema de referencia geografía WGS 84, el sistema con que el formato trabaja por defecto. Adicionalmente para delimitar la provincia de Choapa se utilizó un archivo .shp obtenido del repositorio capas vectoriales de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, al cual le aplicó un geoproceso *clip* para disponer solo del área de estudio y se exportó en formato GeoJSON con el respectivo sistema de coordenadas.

Para editar el archivo GeoJSON es necesario utilizar un editor de código fuente, en el marco de este proyecto se utilizó Notepad++. Utilizando este editor se añadieron los atributos de descripción de los monumentos arqueológicos y la ruta

de la ubicación de la carpeta que contiene las imágenes de cada monumento (Figura 22) para referenciarlas en el código del *Web Mapping*.

Figura 21.- Atributos en GeoJSON.



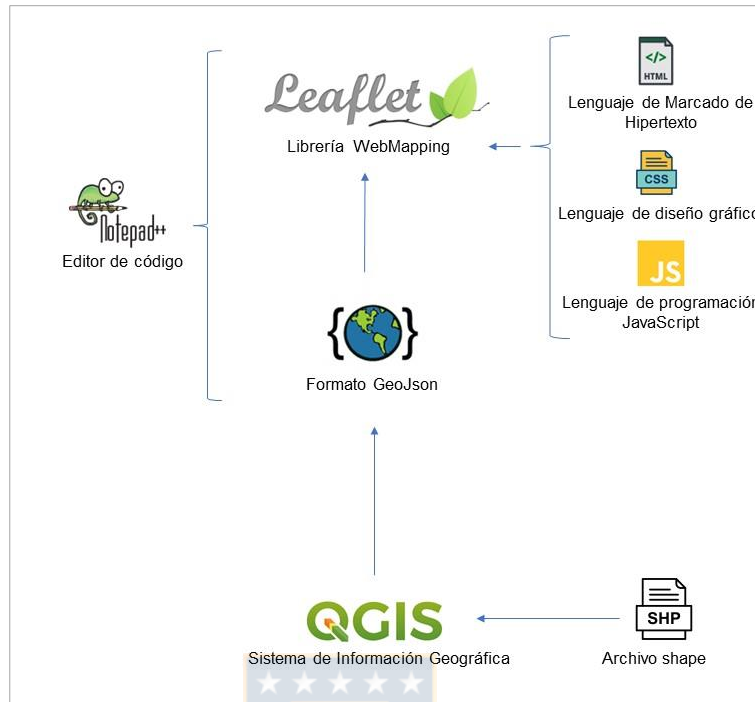
```
1 var monumentos={
2   "type": "FeatureCollection",
3   "name": "monumentos",
4   "crs": { "type": "name", "properties": { "name": "urn:ogc:def:crs:OGC:1.3:CRS84" } },
5   "features": [
6     { "type": "Feature", "properties": { "Name": "Luncomán", "Comuna": "Illapel", "Descripción": "<div al
7     { "type": "Feature", "properties": { "Name": "Los Mellizos", "Comuna": "Illapel", "Descripción": "<di
8     { "type": "Feature", "properties": { "Name": "Quereo", "Comuna": "Los Vilos", "Descripción": "<div al
9     { "type": "Feature", "properties": { "Name": "Cuz Cuz", "Comuna": "Illapel", "Descripción": "<div ali
10    { "type": "Feature", "properties": { "Name": "Valle de Chalinga", "Comuna": "Salamanca", "Descripción
11    { "type": "Feature", "properties": { "Name": "Sendero Arqueológico El coligüe", "Comuna": "Canela", "
12  ]
13 };
14 }
```

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Estructura/Arquitectura del prototipo *Web Mapping*

La Arquitectura del prototipo *Web Mapping* está compuesta por la biblioteca de Leaflet que trabaja en base al lenguaje de programación JavaScript. Para funcionar en la web adicionalmente debe contar con el lenguaje de marcado HTML y una capa gráfica que la brinda el lenguaje de diseño gráfico CSS. A su vez necesita de un archivo de datos espaciales para representar las geometrías del mapa, para este prototipo se utilizó GeoJSON que en su origen procede de un archivo *shapefile* convertido mediante el *software* QGIS. Para editar el código del *Web Mapping* se utilizó el editor de código Notepad++ que permite además añadir más atributos al archivo GeoJSON.



Figura 22.- Arquitectura del *Web Mapping*



Fuente: Elaboración propia

Se destaca que el marco de este proyecto que el formato *shapefile* queda obsoleto debido a las limitaciones de solo 254 caracteres permitidos en sus atributos, lo que dificultaba generar una buena descripción de los monumentos arqueológicos. En la Tabla 1 se presenta las ventajas y desventajas que ofrecen los formatos GeoJSON y *shapefile*, para fundamentar la afirmación anterior relacionada con el carácter obsoleto del formato .shp.

Tabla 1.- Formato GeoJSON vs shapefile

 GeoJson	 Shapefile
<p>Ventajas</p> <p>Permite incluir más 255 atributos con más de 254 caracteres.</p> <p>Puede manejar datos complejos.</p> <p>Formato muy simple, legible por humanos y basado en texto.</p> <p>Un solo archivo</p> <p>Mejor optimizado para el desarrollo web</p>	<p>Ventajas</p> <p>Formato más ampliamente admitido en los paquetes de software existentes.</p> <p>Permite usar distintos sistemas de coordenadas.</p> <p>Es relativamente eficiente en términos de tamaño de archivo.</p> <p>Aplica para diferente tipos de uso.</p>
<p>Desventajas</p> <p>No se pueden representar todas las geometrías y los sistemas de referencia de coordenadas avanzados no son compatibles.</p> <p>No representa una opción de reemplazo para Shapefile.</p> <p>Solo admite WGS 84 como sistema de coordenadas.</p> <p>Aplica más para usos específicos, principalmente en la web.</p>	<p>Desventajas</p> <p>No permite incluir más 255 atributos con más de 254 caracteres.</p> <p>Nombre de los atributos limitados a 10 caracteres.</p> <p>Formato multi-archivo (*.shp, *.dbf, *.shx).</p> <p>Limita la eficiencia debido a ser un formato ya anticuado.</p>

Fuente: Elaboración propia en base a Cepicky (2017) <http://switchfromshapefile.org/>

4.4. Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación asociados a los *softwares* y componentes utilizados para el diseño, desarrollo e implementación del *Web Mapping* se detallan a continuación:

- JavaScript (<https://www.javascript.com/>): Este lenguaje de programación fue diseñado por Netscape Communications, Fundación Mozilla, Publicado en 1995. Es un lenguaje interpretado multiparadigma y es el más extendido para añadir interactividad en el desarrollo web. JavaScript es el único lenguaje de programación que entienden de forma nativa los navegadores.
- HTML (<https://www.w3.org/html/>): De las siglas en inglés de HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto) desarrollado por World Wide Web Consortium, Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet y

Web Hypertext Application Technology Working Group. Fue lanzado en 1993.

- CSS (<https://www.w3.org/Style/CSS/>): De las siglas en inglés de Cascading Style Sheets (Hojas de Estilo en Cascada), es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado. Desarrollado por CSS Working Group, fue publicado en 1996.

4.5. Software y librerías

El *Web Mapping* se ha desarrollado completamente con *software* libre. A continuación, se detalla la lista de *softwares* y librerías que se han utilizado:

- QGIS (<https://www.qgis.org/>): Es un Sistema de Información Geográfico libre y de código abierto desarrollado por la Fundación OSGeo³. Permite manejar formatos raster y vectoriales a través de la biblioteca GDAL (GADL/OGR), así como bases de datos. Como *software* SIG permite crear, editar, cambiar de formatos, visualizar y analizar información geográfica.
- Leaflet (<http://leafletjs.com/>): Biblioteca de JavaScript de código abierto que se utiliza para crear aplicaciones de mapas web. Se ha diseñado teniendo en la *simplicidad, rendimiento y facilidad* de uso. Ofrece un código fuente simple y legible. Funciona en las principales plataformas móviles y de escritorio, se puede ampliar añadiendo diversos complementos.
- Notepad++(<https://notepad-plus-plus.org/>): Notepad ++ es un editor de código fuente gratuito. Al ejecutarse en el entorno MS Windows, su uso se rige por la Licencia Pública General (GNU). Está escrito en C ++ y utiliza API Win32 pura y STL, lo que garantiza una mayor velocidad de ejecución y un tamaño de programa más pequeño. Además, esta optimizado para utilizar pocos recursos de la CPU.

³ <https://www.osgeo.org/>

- Git (<https://git-scm.com/>): Git es un *software* de control de versiones diseñado por Linus Torvalds, pensando en la eficiencia, la confiabilidad y compatibilidad del mantenimiento de versiones de aplicaciones cuando estas tienen un gran número de archivos de código fuente. Su propósito es llevar registro de los cambios en archivos de computadora incluyendo coordinar el trabajo que varias personas realizan sobre archivos compartidos en un repositorio de código. Fue lanzado en 2007.
- GitHub (<https://github.com/>): Plataforma de desarrollo colaborativo, para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git. Opera desde enero de 2010 bajo el nombre de GitHub, Inc. Anteriormente era conocida como Logical Awesome LLC. El código de los proyectos alojados en GitHub se almacena generalmente de forma pública. Es propiedad de Microsoft.
- GNU/Linux (<https://www.linux.org/>): Sistema operativo desarrollado por Linus Torvalds y Richard Stallman en 1991. Cuenta con una variada gama de distribuciones del sistema operativo desarrollado por la comunidad como por ejemplo Ubuntu, Debian, Fedora, entre otros. Es el sistema operativo más usado en servidores a nivel mundial y cada distribución responde a distintas necesidades. Es *software* libre y de código abierto.
- Ferozo (<https://ferozo.com/es-cl/?>): Panel que permite la gestión del hosting web, permite administrar dominios, subdominios, cuentas de correos, cuentas FTP, además de aplicaciones como *WordPress*. Es una buena opción para quienes no cuentan con el tiempo o conocimiento suficiente para subir páginas web.
- Servidor HTTP Apache (<https://www.apache.org/>): Es un servidor web HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto) de código abierto y multiplataforma, desarrollado por Robert McCool y lanzado en 1995. Es el servidor web más utilizado. Permite alojar páginas web para que puedan ser accedidas desde un navegador web.

4.6. Complementos (*plugins*)

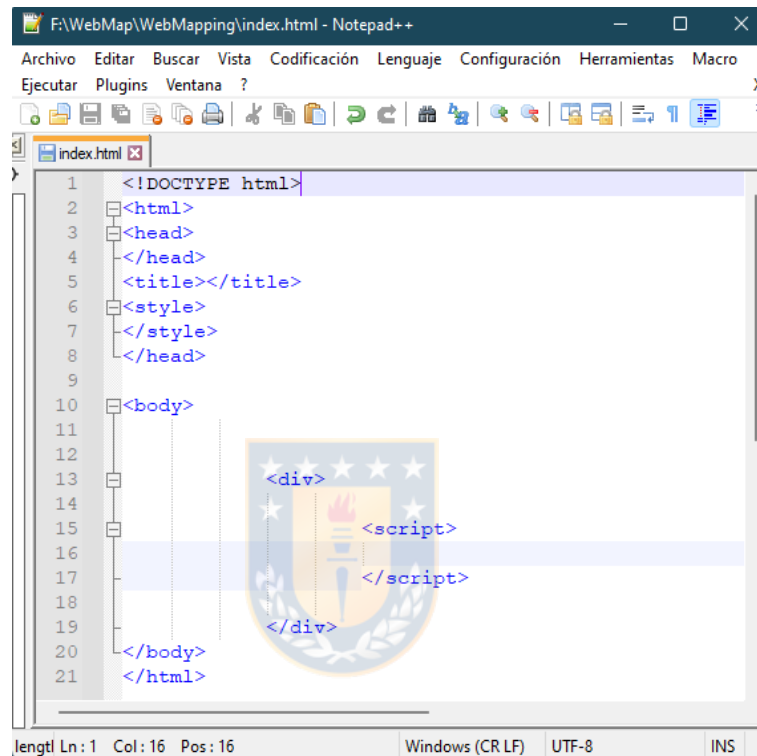
Para el desarrollo de la aplicación *Web Mapping* se utilizaron los *plugins* que se breve descripción a continuación:

- Locate Control (<https://github.com/domoritz/leaflet-locatecontrol>):
Complemento disponible en el repositorio de código de GitHub, Permite geolocalizar el dispositivo desde el cual se visualiza el *Web Mapping*. Desarrollado por Dominik Moritz.
- Measure control (<https://github.com/gokertanrisever/leaflet-ruler>):
Complemento disponible en el repositorio de código de GitHub, desarrollado por la organización LJA Engineering, Inc – GIS. Permite realizar mediciones en el *Web Mapping*.
- Compass (<https://github.com/stefanocudini/leaflet-compass>):
Complemento disponible en el repositorio de código de GitHub. Es una brújula que permite saber la orientación del dispositivo respecto al norte, utiliza el giroscopio del dispositivo por lo que solo funciona en móviles. Desarrollado por Stefano Cudini.
- MiniMap (<https://github.com/Norkart/Leaflet-MiniMap>):
Complemento disponible en el repositorio de código de GitHub, permite tener un cuadro de ubicación. Desarrollado por Robert Nordan.
- Responsive PopUp (<https://github.com/yafred/leaflet-responsive-popup>):
Complemento disponible en el repositorio de código de GitHub, permite el ajuste automático de las ventanas emergentes. Desarrollado por el usuario anónimo Yafred.
- Geocoder (<https://github.com/perliedman/leaflet-control-geocoder>):
Complemento disponible en el repositorio de código de GitHub, desarrollado por Per Liedman, permite mediante una barra de búsqueda localizar cualquier lugar del mundo (países y ciudades).

4.7. Codificación

El desarrollo del *Web Mapping* se realizó en un editor de Código fuente, para ello se creó un archivo .html con el nombre "Index". Se incluyeron las correspondientes etiquetas del lenguaje HTML para la legibilidad en los navegadores (Figura 23)

Figura 23.- Disposición de las etiquetas HTML



```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 </head>
5 <title></title>
6 <style>
7 </style>
8 </head>
9
10 <body>
11
12
13 <div>
14
15 <script>
16
17 </script>
18
19 </div>
20 </body>
21 </html>
```

Fuente: Elaboración propia.

Entre las etiquetas <head> se deben referenciar las librerías a utilizar, en este caso Leaflet, además de los *plugins* y *capas* que contienen las geometrías que serán visibles en el mapa (Figura 24).

Figura 24.- Referenciación de librería, plugins y capas en GeoJSON.

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0, maximum-scale=1.0, user-scalable=no" />
6
7 <title>Monumentos Arqueológicos </title>
8
9 <!-- Librerías -->
10 <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.8.0/dist/leaflet.css"
11 integrity="sha512-hoalML8r4UzCk25L8vayOGVae1oXje/244AO666/9+580uKDD3JdH77NawxK5xr/Fs0W40k1NH9vvtQ=="
12 crossorigin="" />
13 <script src="https://unpkg.com/leaflet@1.8.0/dist/leaflet.js"
14 integrity="sha512-BB3mKbKW0o9Ez/7AwyWxN/GeoV9c1v6F1eY1Ble1WkpLjauysF18NzgR1MBNBYf8/KABd1kK68nAhlwDPLGPOC=="
15 crossorigin=""></script>
16
17 <!-- Minimap -->
18 <link rel="stylesheet" href="Leaflet-MiniMap-master/src/Control.MiniMap.css" />
19 <script src="Leaflet-MiniMap-master/src/Control.MiniMap.js"
20 type="text/javascript"></script>
21 <!-- Buscador -->
22 <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet-control-geocoder/dist/Control.Geocoder.css" />
23 <script src="https://unpkg.com/leaflet-control-geocoder/dist/Control.Geocoder.js"></script>
24 <!-- Geolocalizador -->
25 <script src="leaflet-geolet-main/geolet.js"></script>
26 <!-- Brújula -->
27 <link rel="stylesheet" href="leaflet-compass-master/src/leaflet-compass.css" />
28 <script src="leaflet-compass-master/src/leaflet-compass.js"
29 type="text/javascript"></script>
30 <!-- Capas GEOJSON -->
31 <script type="text/javascript" src="extensiones/sitios.js"></script>
32 <script type="text/javascript" src="extensiones/Provincia.js"></script>
33
34 <link rel="icon" href="icons/Petroglifos.png">
35
36

```

Fuente: Elaboración propia.

Las etiquetas <style> contienen el lenguaje gráfico (CSS) del *Web Mapping* como el color, tipo de letra, entre otros (Figura 25).

Figura 25.- Estilos CSS.

```

37 <!-- Estilos del Mapa -->
38 <style>
39
40 body {
41 padding: 0;
42 margin: 0vw;
43 }
44 html, body, #map {
45 height: 100%;
46 background: #e4e4e7;
47 font-family: calibri;
48 Color: Black;
49 }
50 #header {
51 height: 100%;
52 }
53 #panel {
54 flex: auto;
55 margin-left: 0px;
56 background-color: #D3D3D3;
57 }
58
59 #map {
60 height: 100%;
61 width: 100%;
62 }
63 #footer {
64 padding: 2px;
65 font-family: calibri;
66 color: black;
67 background: #e4e4e7;
68 }
69
70 .info {
71 margin: 0 0 5px;
72 font-family: arial;

```

Fuente: Elaboración propia.

Entre la etiqueta <body> estará contenido el *Web Mapping*. En esta etiqueta se aplicaron los *scripts* de JavaScript, que contienen los mapas bases, los *plugins*, la función de ventana emergente (pop-up) y las variables a utilizar.

Figura 26.- Vista de contenido de etiqueta <body>

```
109 <body>
110   <div id="map"></div>
111   <script>
112     var map = L.map('map',{center: [-31.652646,-70.965292],zoom:10 });
113     <!--Estilos capas Vectoriales-->
114     var provincia_style={
115       color:"#ff0000",
116       weight:2,
117       opacity:1,
118       fillColor:"#e6e6ff",
119       fillOpacity:0,
120     };
121     var marcador = {
122       radius: 8,
123       fillColor: "#ff7800",
124       color: "#000",
125       weight: 1,
126       opacity: 1,
127       fillOpacity: 0.8
128     };
129   </script>
130
131   <!--capas base-->
132   <!--openstreetmap-->
133   var osm=new L.tileLayer('https://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png').addTo(map);
134   var osm2=new L.TileLayer('https://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png',
135     {minZoom:0, maxZoom:13});
136   var miniMap = new L.Control.MiniMap(osm2, { toggleDisplay: true }).addTo(map);
137   // Satelits Layer
138   googleSat = L.tileLayer('http://{s}.google.com/vt/lyrs=s&x={x}&y={y}&z={z}',{
139     maxZoom: 20,
140     subdomains: ['mt0','mt1','mt2','mt3']
141   });
142   googleSat.addTo(map);
143
144   var OpenTopoMap = L.tileLayer('https://{s}.tile.opentopomap.org/{z}/{x}/{y}.png', {
145     maxZoom: 17,
146     opacity: 0.90
147   });
148   OpenTopoMap.addTo(map);
149
150   <!--Capas Vectoriales-->
151   <!--poligono-->
152   var Provincia=L.geoJson(provincia,{style:provincia_style}).addTo(map);
153
154
155
```

Fuente: Elaboración propia.

4.8. Añadir mapas base

Un componente fundamental de una aplicación *Web Mapping* es el mapa base, permiten la ubicación y referencia al superponer datos de capas y visualizar información geográfica.

En el marco de este proyecto se utilizaron las siguientes tres opciones de mapas base que se describen a continuación:

- OpenTopoMap (<https://opentopomap.org/>): Proyecto que tiene como objetivo representar mapas topográficos a partir de datos OpenStreetMap (OSM) y Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Es de código abierto, pero se debe ser visible la atribución (nombre de la capa base) en el mapa. Zoom máximo 200 metros.

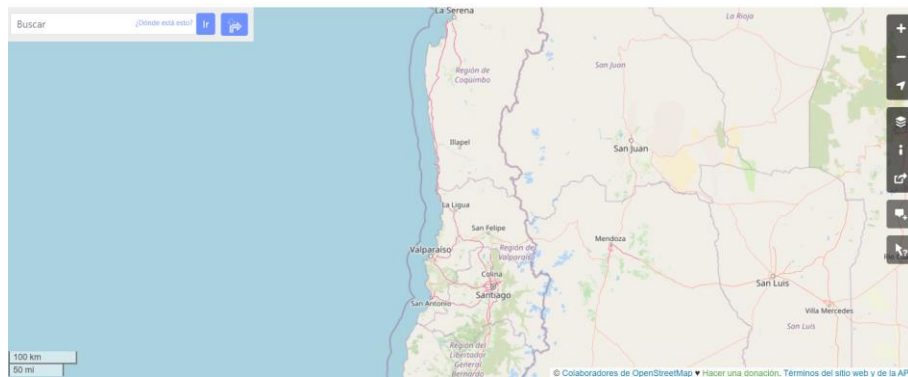
Figura 27.- Vista OpenTopoMap.



Fuente: <https://opentopomap.org/>

- OpenStreetMap:(<https://www.openstreetmap.org/>) Desarrollado por el ingeniero informático Steve Coast, su lanzamiento fue el 01 de julio de 2004. Nace de la necesidad de contar con mapas web editables y libres por lo que su código y licencia es de uso abierto. Igualmente debe ser visible la atribución del nombre de la capa base para evitar problemas de autoría. Zoom máximo 100 metros.

Figura 28.- Vista OpenStreetMap.

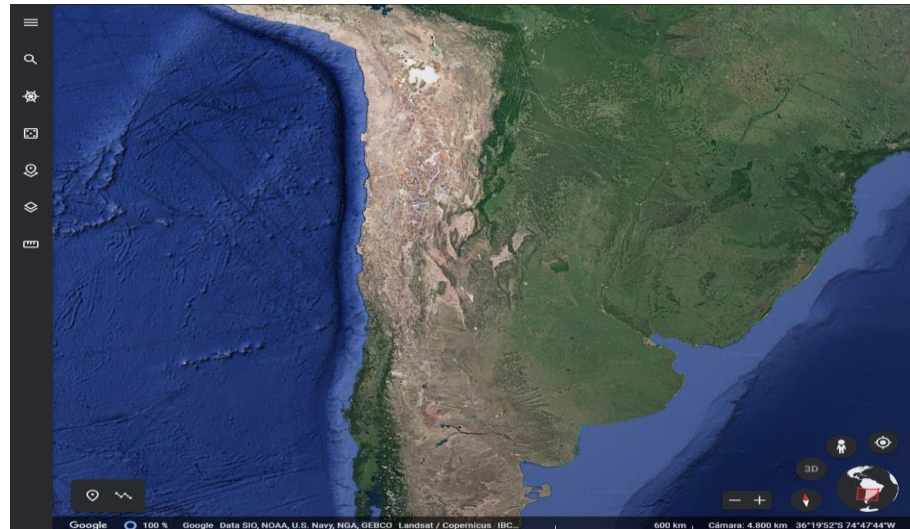


Fuente: <https://www.openstreetmap.org/>

- Google Earth (<https://earth.google.com/>): Google provee el servicio de imágenes satelitales de uso civil de instituciones como NOAA, Landsat,

U.S. Navy, entre otros. Permite su utilización sin fines de lucro y no es necesario agregar la atribución. Zoom máximo 20 metros.

Figura 29.- Vista Google Earth.



Fuente: <https://earth.google.com/>

Para incluir mapas base en la aplicación *Web Mapping* se deben referenciar en el código creando una variable con la función <new L.TileLayer> y con el *link* del mapa base entre paréntesis y comillas ejemplo:

```
var osm= new L.TileLayer('https://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png')  
osm.addTo(map) (Figura 30).
```

Figura 30.- Referenciación de mapas base en el código

```
<!--Mapas base----->  
//openstreetmap  
var osm=new L.tileLayer('https://{s}.tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png', {  
  attribution: '&copy; <a href="https://www.openstreetmap.org/copyright">OpenStreetMap</a> contributors'); osm.addTo(map);
```

Fuente: Captura de pantalla en editor de código.

4.9. Ventana emergente (pop-up)

Una de las ventajas del *Web Mapping* versus a la cartografía digital tradicional es la capacidad de dotarle de interactividad, ejemplo de esto es la ventana emergente (pop-up) que se genera al crear un evento (Figura 31). Esta función en el

desarrollo de este proyecto, aporta información (texto) y archivos multimedia asociados a cada monumento arqueológico georreferenciado.

Figura 31.- Función evento pop-up

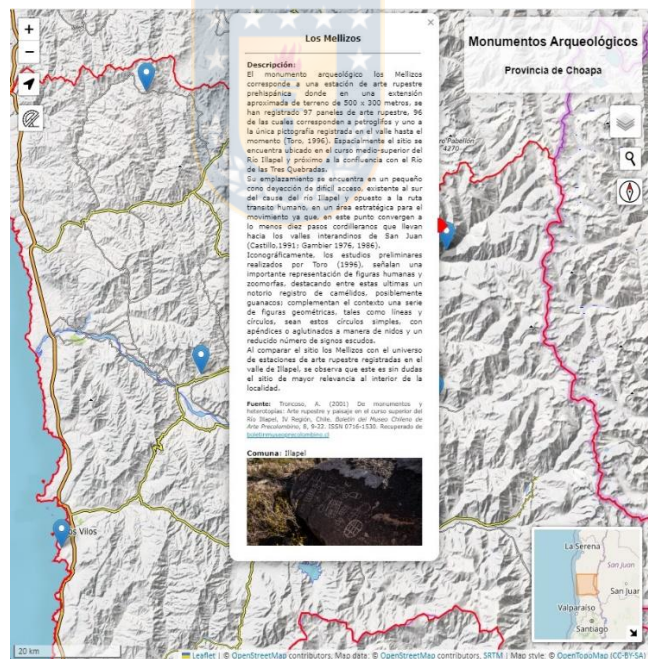
```
//Función Ventana Emergente (popup)

function popup (feature, layer) {
layer.bindPopup (L.responsivePopup().setContent("<div style='text-align:center><h3>"+feature.properties.Name+
"<h3></div><hr><table><tr><td><b>Descripción</b>:" +feature.properties.Descripcion+
"</td></tr><tr><td><b>Comuna</b>:" +feature.properties.Comuna+
"<img src='"+ feature.properties.Imagen +' " style='width:250px;height:120px;'>"+
"</td></tr></table>"),
{minWidth: 170, maxWidth:250});
};
```

Fuente: Captura de pantalla en editor de código.

Para visualizar la ventana emergente se debe hacer sobre un punto georreferenciado de cada monumento arqueológico (Figura 32)

Figura 32.- Despliegue de evento PopUp



Fuente: <http://monumentosarqueologicoschoapa.com/>

4.10. Publicación del *Web Mapping*

4.10.1. Servidor y dominio

Para que el *Web Mapping* desarrollado sea accesible para los usuarios desde cualquier navegador web, debe ser subido a un servidor web.

En el mercado existen una variada oferta, que satisfacen desde las necesidades, desde páginas básicas como componentes más complejos, aspectos que incidiendo en el costo del servicio. Se pueden encontrar servidores gratuitos como 00webhost (<https://www.000webhost.com/>) o Amazon Web Services (<https://aws.amazon.com/>), entre otros, que resuelven las necesidades básicas con la factibilidad de subir las prestaciones del servicio. Cabe mencionar que un servidor web es un computador físico por lo cual cuenta con todos sus componentes (memoria RAM, discos de almacenamiento, procesador, etc.).

Para alojar este proyecto en un servidor web se ha seleccionado una opción de pago para ambos servicios (servidor y dominio). Se optó por la opción de pago para experimentar con la variedad de herramientas que ofrece un servidor de pago, además de disponer de mayor espacio de almacenamiento.

Se contrató servicio contratado “DonWeb” (<https://donweb.com/es-cl/>) es una empresa nacional que ofrece servicios *hosting* y dominios. Los productos contratados constan de:

- Un servidor en la nube que cuenta con los recursos mínimos para el funcionamiento de una web (1 núcleo de CPU, 1 GB RAM, 10 GB SSD de almacenamiento.) corre bajo el sistema operativo Linux, por ser de uso abierto.
- Una licencia de Ferozo (<https://ferozo.com/es-cl/?>) que es un panel de gestión para *hosting*. Permite subir los archivos de nuestra web de forma fácil y rápida, utiliza apache (<https://www.apache.org/>) como servidor web.

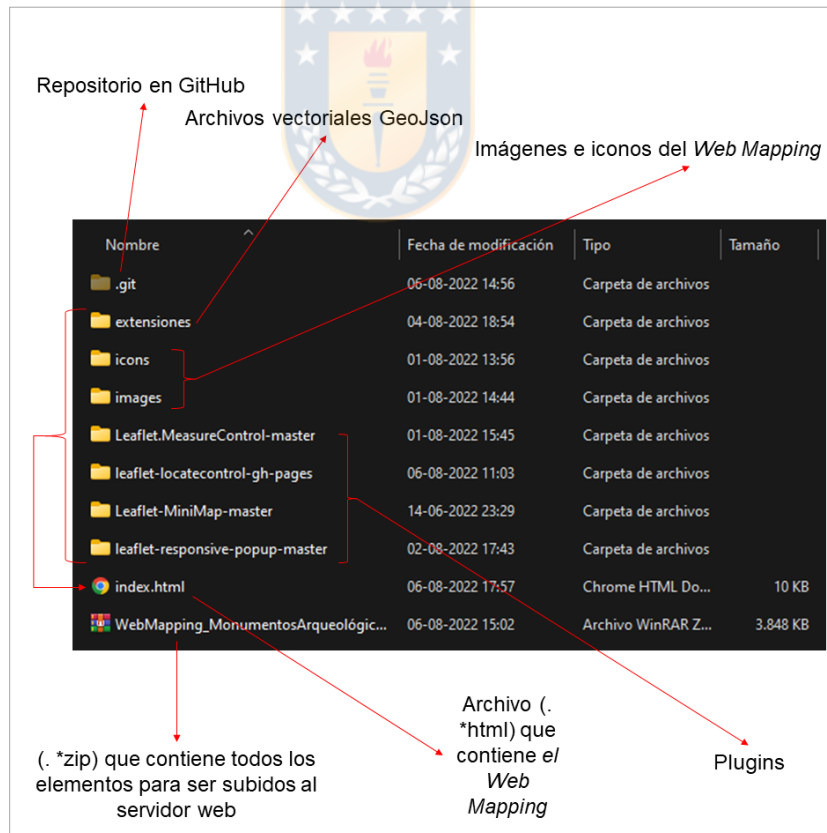
Otro requisito necesario para publicar el *Web Mapping* es contar con un “dominio”, nombre único con el que se identifica al *Web Mapping* y con el cual es localizable

en la web por un buscador. Para cumplir con este requisito se compró el dominio <http://monumentosarqueologicoschoapa.com/>

4.10.2. Web Mapping publicado

Todos los archivos desarrollados para la aplicación *Web Mapping* se organizaron en un espacio de trabajo. Al finalizar la codificación se comprimieron los archivos del espacio de trabajo en formato ZIP, estos archivos se subieron al servidor web usando el panel Ferozo que alojará la aplicación. Resulta necesario destacar que este no es el único método para alojar una página web en un servidor, existen alternativas usando *software* FTP. Se ha utilizado la opción del panel Ferozo porque resulta más fácil la publicación.

Figura 33.- Archivos de espacio de trabajo

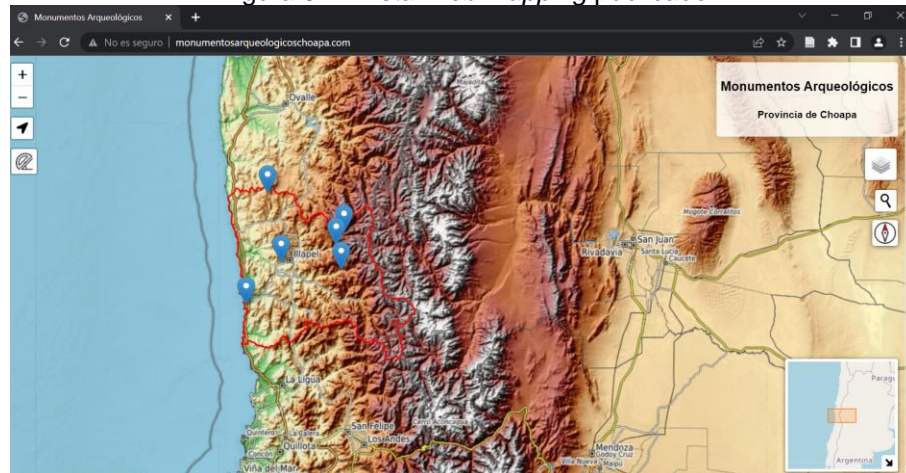


Fuente: Elaboración propia.

La aplicación *Web Mapping* para la difusión de los monumentos arqueológicos de la provincia de Choapa se encuentra disponible en la siguiente URL:

<http://monumentosarqueologicoschoapa.com/>

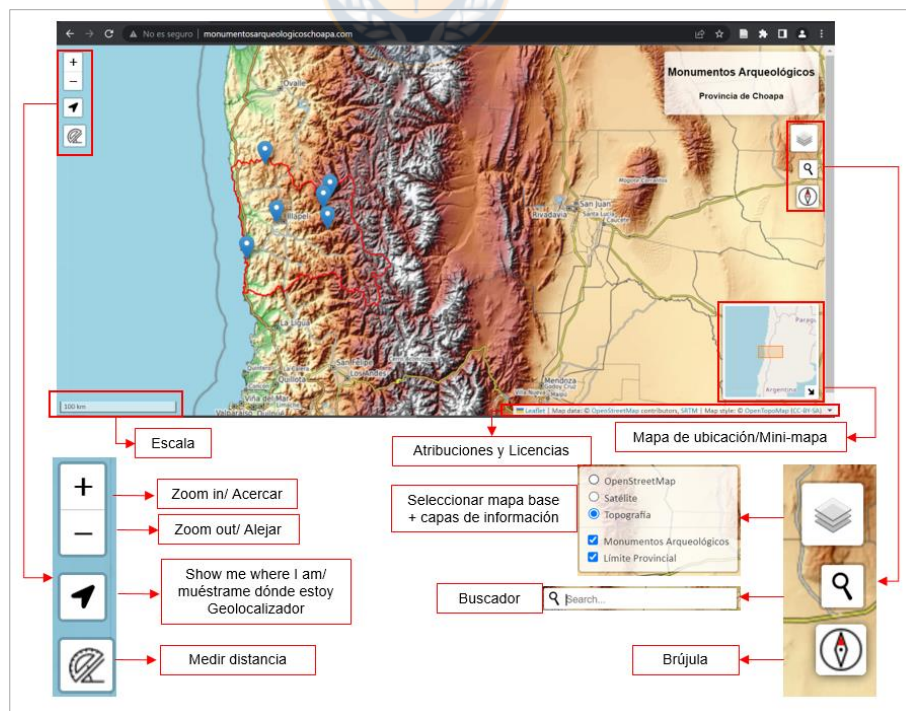
Figura 34.- Vista *Web Mapping* publicado



Fuente: <http://monumentosarqueologicoschoapa.com/>

En la figura 34 se indican los componentes y herramientas de la aplicación *Web Mapping*.

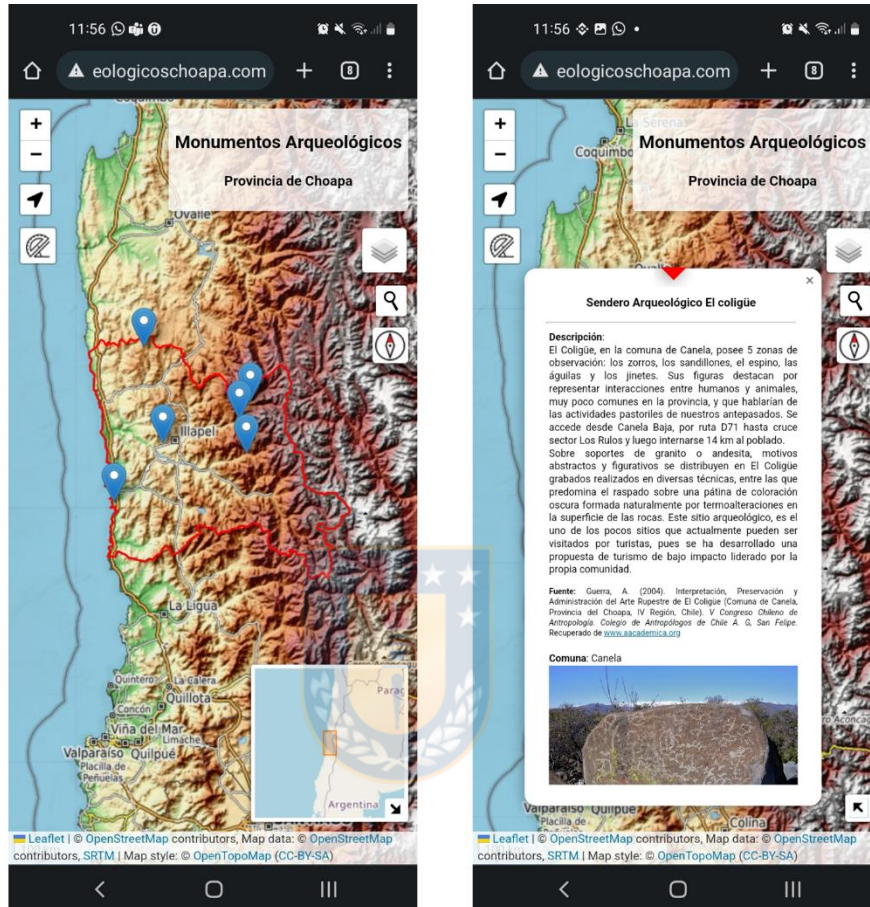
Figura 35.-Componentes y herramientas del *Web Mapping*



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35 se observa el *Web Mapping* desde un dispositivo móvil usando la función de pop-up.

Figura 36.-Visualización del *Web Mapping* en dispositivos Móvil.



Fuente: Capturas de Pantalla en dispositivo Samsung modelo Galaxy A21s

Adicionalmente el proyecto se publicó en el repositorio de códigos GitHub para que cualquier desarrollador pueda utilizar y/o modificar el código. Los componentes del *Web Mapping* están especificados mediante comentarios en el código, lo que permite un mejor entendimiento del desarrollo para quien quiera replicarlo.

La URL para acceder es:

https://github.com/Ale-Bustos/WebMapping_Monumentos_Arqueologicos

Para subir el proyecto al repositorio GitHub se utilizó *software* Git⁴, que permite el control de versiones de un proyecto de desarrollo, además de compartirlo en el repositorio.



⁴ <https://git-scm.com/>

Capítulo V Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo realizado en esta memoria de título se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se logró cumplir con todos los objetivos propuestos (general y específico).
- Se han logrado completar las fases de desarrollo definidas para este trabajo en los tiempos establecidos.
- Se ha desarrollado un prototipo de aplicación *Web Mapping* que permite visualizar seis monumentos arqueológicos de la provincia de Choapa. El desarrollo se ha realizado utilizando en su totalidad *software* libre, que permite abaratar costos y ofrece fácil acceso a la documentación de las tecnologías utilizadas para el mantenimiento y ampliación de funcionalidades.
- El prototipo de la aplicación *Web Mapping* responde a las necesidades del usuario y a las características de la IG que se difunde, sin estar saturado de información y/o funcionalidades que no son necesarias.
- Los requisitos del prototipo permiten que cualquier usuario público pueda acceder a él sin tener que necesitar de conexión a internet y prestaciones de equipo elevadas.
- El desarrollo del prototipo está optimizado para dispositivos móviles, permitiendo la accesibilidad desde cualquier dispositivo con acceso a Internet.
- El prototipo de la aplicación *Web Mapping* es escalable, por lo tanto, puede albergar más contenido y funcionalidades, adaptables a la información que se quiere difundir.
- Resulta necesario destacar que la comunidad del *software* libre y código abierto está en auge, lo cual contribuye a enriquecer estas alternativas a las tecnologías de pago. Por otra parte, permite que estas soluciones puedan ser implementadas por instituciones o personas que no cuenten con recursos económicos para adquirir costosas licencias de *software*.

- El proyecto completo está disponible en el repositorio de código GitHub, permitiendo que cualquiera pueda hacer uso del código y adaptarlo a sus necesidades.
- Añadir más contenido al prototipo no requiere de conocimientos elevados lo que permite complementarlo fácilmente, garantizado por la utilización del formato GeoJSON.
- La curva de aprendizaje del lenguaje de programación (JavaScript) para obtener resultados básicos no es elevada, lo que significa una gran motivación para quienes inician en la aplicación de esta tecnología.
- Al profundizar en los conocimientos del funcionamiento de las tecnologías, permite una mayor personalización del *Web Mapping*.
- La utilización de las ciencias de la computación específicamente de los lenguajes de programación, como en este caso la ampliación de la cartografía convencional que muchas veces queda limitada por no poseer funciones interactivas. La gama de posibilidades de aplicación de estas tecnologías, como la obtención y gestión de gran cantidad de datos permite desarrollar más investigaciones contribuyendo a la ciencia geográfica.
- Los efectos de la utilización de la web para la difusión de IG inciden notablemente en el desarrollo de las actividades de zonas deprimidas económicamente, principalmente de las relacionadas con el turismo.
- El aporte de este prototipo a la fundación Andes del Choapa permitirá la adopción de estas tecnologías para la difusión de IG, complementando el trabajo que ahí realizan.
- Los inconvenientes durante el desarrollo del prototipo se resolvieron a partir de consultas en foros y blog de la comunidad desarrolladora. La disponibilidad de diversos recursos y alternativas para consultar, resulta muy significativa y ventajosa para la autoformación.
- El aprendizaje obtenido en el desarrollo de esta memoria de título, sin duda me serán de gran ayuda en mi vida laboral, además ha resultado motivador para seguir aprendiendo más tecnologías que permitan difundir y generar IG.

Bibliografía

- Becker, C. (2003). Secuencia cronológica cultural y uso del espacio durante el período alfarero del valle de Chalinga, provincia del Choapa. *Fondecyt N° 100039*. Manuscrito en posesión del autor.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). (2021). Reportes. <https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/index.html>
- Boccas, M., Bustamante, P., González, C., & Monsalve, C. (1999). Promising archaeoastronomy investigations in Chile. *In actas del Congreso OXFORD VI and SEAC-99, Astronomía y Diversidad Cultural, Organismo Autónomo de Museos del Cabildo de Tenerife, Tenerife* (Vol. 1, pp. 115-123).
- Bourdieu, P. (1967). Campo intelectual y proyecto creador. *En Problemas del Estructuralismo*, editado por J. Pouillon, pp. 135-182. Siglo Veintiuno Editores S.A., México.
- Bustamante, P. (5 de septiembre de 1991) Astrónomos antes de Illapel, Suplemento Siglo XXI, *Diario El Mercurio*, pp. 6-7.
- Bustamante, P. (2005). Relevamiento de sitio arqueológico de Cuz Cuz, IV Región, Chile: Descripción de una experiencia. Parte I. Relevamiento y rescate de los diseños. *Rupestreweb*. <http://rupestreweb.info/bustamante.html>
- Cabello, G. (2011). De rostros a espacios compositivos: una propuesta estilística para el Valle de Chalinga, Chile. *Chungará (Arica)*, 43(1), 25-36. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562011000100002>
- Castillo, G. (1985). Revisión del arte rupestre Molle. *Estudios en arte rupestre*, 173-194.
- Castillo, G. (1991). Desarrollo prehispánico en la hoy hidrografía del río Choapa. *Museo Arqueológico de La Serena, La Serena, Manuscrito*.
- Cepicky, J. (2017). Shapefile debe morir. *Switch from Shapefile*. <http://switchfromshapefile.org/#flatgeobuf>
- Consejo de Monumentos Nacionales de Chile (25 de mayo de 2022) Categoría Monumentos Arqueológicos. Recuperado de

<https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/definicion/monumentos-arqueologicos>

- Dorman, M. (2021). Introduction to Web Mapping. *Ben-Gurion University of the Negev*. <http://132.72.155.230:3838/js/>
- Gambier, M. (1976). Ecología y arqueología de los Andes Centrales argentino-chilenos (Vol. 3). *Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo*.
- Gambier, M. (1986). Los valles interandinos o veranadas de la alta cordillera de San Juan y sus ocupantes: Los pastores chilenos. *Publicaciones de la Universidad Nacional de San Juan*, 15:1-32.
- Guerra, A. (2004). Interpretación, Preservación y Administración del Arte Rupestre de El Coligüe (Comuna de Canela, Provincia del Choapa, IV Región, Chile). *V Congreso Chileno de Antropología, Simposio Arte Rupestre en Chile, entre el Pasado y el Presente*. 8 al 12 de noviembre de 2004, San Felipe, Chile. ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/evNx/n80>
- Guerra, A. (2004). *Interpretación, Preservación y Administración del Arte Rupestre de El Coligüe (Comuna de Canela, Provincia del Choapa, IV Región, Chile)*. 13.
- Guerrero, M. (2019). El visor cartográfico frente al mapa: Una propuesta para mejorar la comunicación geográfica. 36.
- Jackson, D., Artigas, D., & Cabello, G. (2002). Trazos del Choapa: el arte rupestre en la cuenca del río Choapa: una perspectiva macroespacial. *Universidad de Chile, Departamento de Antropología*.
- Köbben, J., & Kraak, M. (2020). Mapping, Web. En *International Encyclopedia of Human Geography* (pp. 333-337). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10565-7>
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Lechuga, B. (2017). *Plan Regulador Comunal de Canela*. 231.

- Ley N° 17.288. Diario Oficial de la República de Chile. 04 de febrero de 1970.
<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28892>
- Lillo, J., González, V., Zavala, G., & González, V. (2014). *PLADECO Illapel*. 231.
- Mostny, G. y H. Niemeyer. (1983). *Arte Rupestre Chileno. Publicación del Departamento de Extensión Cultural del Ministerio de Educación, Santiago*.
- Olivares, J. (s. f.). Quebrada de Quereo: Un sitio arqueológico afectado por la contaminación. ¿Cuál es tu huella? Recuperado 5 de agosto de 2022, de <https://www.cualestuhuella.cl/noticia/patrimonio-cultural/2021/10/quebrada-quereo-arqueologia-basural>
- Pavlovic, D. (2004). Dejando atrás la tierra de nadie: asentamientos, contextos y movilidad de las comunidades alfareras tempranas del Choapa. *Werken* 5:39-46.
- Pavlovic, D. y J. Rodríguez (2005). Nuevas proposiciones sobre el período alfarero temprano en la cuenca del Choapa. *Actas del XVI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, pp. 121-130. Tomé
- Plissock, P., & Luebert, F. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. *Editorial Universitaria*.
- Troncoso, A. (2001). De monumentos y heterotopías: Arte rupestre y paisaje en el curso superior del Río Illapel, IV Región, Chile. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 8, 9-22. ISSN 0716-1530.
<https://exsitio.boletinmuseoprecolombino.cl/wp/wp-content/uploads/2015/12/bol8-02.pdf>
- Urizar, G. (2004). El material cerámico del sitio Camisas 6 (Embalse Corrales), Comuna de Salamanca, Provincia del Choapa. *Actas del XV Congreso Nacional de Arqueología Chilena. Chungará Revista de Antropología Chilena Vol. 36 Número Especial, Tomo 2*, pp. 817-831.
- Veenendaal, B., Brovelli, A., & Li, S. (2017). Review of Web Mapping: Eras, Trends and Directions. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(10), 317.
<https://doi.org/10.3390/ijgi6100317>
- Williams, R. (1973). Base and superstructure in Marxist cultural theory. *New left review*, (82), 3.