



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA Y TURISMO**

TESIS DE LICENCIATURA EN GEOGRAFÍA

**“Análisis espacial multivariado para la localización de
sitios óptimos de balnearios. Caso de estudio: Laguna
Epecuén. Partido de Adolfo Alsina”**

Tesista: Laffeuillade Lucía Manuela

Director/a: Geraldí Alejandra Mabel

Co-Director/a: Barragán Federico Gastón

BAHÍA BLANCA, 2018

A mi directora Geraldine Alejandra y codirector Barragán Federico por acompañarme en este proceso de aprendizaje y, principalmente, por ser incondicionales.

A mi familia que creyó que esto iba a ser posible, a su debido tiempo.

Amigos que me acompañaron y acompañan hoy en día: Alan, Gonza, Karen y Leo.

Integrantes del Laboratorio de Geotecnologías.

Instituciones que proporcionaron la información necesaria para llevar a cabo la investigación.

INDICE**CAPITULO 1**

1.1	Introducción.....	1
1.2	Plan de Trabajo.....	3
1.3	Características geohistóricas del área de estudio.....	4
1.3.1	Delimitación y descripción del área de estudio.....	4
1.3.2	Características ambientales ¿Por qué la laguna Epecuén es un ambiente “único en el mundo”?	6
1.3.3	Breve reseña histórica de Epecuén como atractivo turístico y generador de trabajo.....	8

CAPITULO 2: Marco Teórico.....12

2.1.	Geografía y Ordenamiento Territorial.....	12
2.1.1.	Amenaza y Vulnerabilidad.....	16
2.1.2.	Sitio Optimo.....	17
2.2.	Métodos y tecnologías en el marco del Ordenamiento Territorial (OT)	18
2.2.1.	Sistemas de Información Geográfica: versatilidad, eficiencia y prospectividad.....	18
2.2.1.1.	Características y utilidades de los SIG.....	18
2.2.2.	Evaluación Multicriterio: conceptos y generalidades.....	21
2.2.2.1.	Selección de variables.....	22
2.3.	Ordenamiento Territorial, Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica: alianza para la solución de problemas locacionales.....	23

CAPITULO 3: MÉTODO DE TRABAJO.....26

3.1	Asignación de pesos: método de Análisis Jerárquico (AHP).....	32
-----	---	----

CAPITULO 4: Resultados y discusión de la aplicación de Evaluación Multicriterio para la localización de balnearios en la laguna Epecuén.....39

4.1.	Diagnóstico y análisis del modelo de la realidad de cada variable mediante Sistemas de Información Geográfica y procesadores de imágenes satelitales..	39
------	--	----

4.1.1. Restricción legal.....	39
4.1.2. Peligro de inundación.....	41
4.1.3. Cursos de agua.....	43
4.1.4. Humedad del suelo.....	45
4.1.5. Área sensible Natural.....	49
4.1.6. Área sensible Cultural.....	52
4.2. Ponderación de variables con el método AHP.....	55
4.2.1. Restricción legal.....	55
4.2.2. Peligro de inundación.....	57
4.2.3. Cursos de agua.....	59
4.2.4. Humedad del suelo.....	61
4.2.5. Área sensible natural.....	63
4.2.6. Área sensible cultural.....	65
4.3. Producto final de la Evaluación Multicriterio: valoración de sitios según su aptitud para instalar un balneario y propuestas de localización	67
4.3.1. Elaboración de propuestas.....	70
CONCLUSIONES.....	71
BIBLIOGRAFIA.....	72
ANEXO.....	78

Índice de Figuras

Figura 1: Localización de laguna Epecuén.

Figura 2: Sulfato de calcio solidificado en las cosas de la laguna Epecuén.

Figura 3: Ejemplares de flamenco Austral en la laguna Epecuén.

Figura 4: Proceso de ocupación, difusión, decadencia y resurgimiento de la laguna Epecuén como atractivo turístico.

Figura 5: Componentes del ordenamiento territorial, fases de trabajo.

Figura 6: Relación amenaza-riesgo-vulnerabilidad.

Figura 7: Características generales de un Sistema de Información Geográfica.

Figura 8: Relaciones y orden de jerarquía entre Ordenamiento Territorial, Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio.

Figura 9: Vista de la base de datos de la digitalización de la laguna Epecuén (1984-2016).

Figura 10: Proceso de elaboración de la variable Restricción legal en el área de estudio.

Figura 11: Proceso de elaboración de la variable Peligro de inundación en el área de estudio.

Figura 12: Proceso de elaboración de la variable Cursos de agua en el área de estudio.

Figura 13: Proceso de elaboración de la variable Humedad del suelo en el área de estudio.

Figura 14: Proceso de elaboración de la variable Área sensible natural en el área de estudio.

Figura 15: Proceso de elaboración de la variable Área sensible cultural en el área de estudio.

Figura 16: Esquema metodológico-conceptual.

Figura 17: Variable Restricción legal de la laguna Epecuén.

Figura 18: Mapa de peligro de inundación basado en la geomorfología, topografía y cotas históricas.

Figura 19: Variable Peligro de Inundación de la laguna Epecuén.

Figura 20: Variable Cursos de agua de la laguna Epecuén.

Figura 21: NDWI y combinación RGB 543 de imagen Landsat o sensor OLI 227-086 (noviembre 2017).

Figura 22: Variable Humedad del suelo de la laguna Epecuén.

Figura 23: Variable Área Sensible natural de la laguna Epecuén.

Figura 24: Variable Área Sensible Cultural de la laguna Epecuén.

Figura 25: Resultado de reclasificación de la variable Restricción legal.

Figura 26: Resultado de la reclasificación de la variable Peligro de inundación.

Figura 27: Resultado de la reclasificación de la variable Cursos de agua

Figura 28: Resultado de la reclasificación de la variable Humedad del suelo

Figura 29: Resultados de la reclasificación de la variable Área sensible natural

Figura 30: Resultados de la reclasificación de la variable Área sensible cultural

Figura 31: Representación del algebra de mapas realizado con las variables del entorno a la laguna Epecuén.

Figura 32: Mapa de sitios óptimos para la localización de un balneario en la laguna Epecuén.

Índice de Tablas

Tabla I: Combinaciones de Evaluación Multicriterio.

Tabla II: Variables seleccionados y procedimientos realizados.

Tabla III: Escala de juicios de valor propuesta por Saaty.

Tabla IV: Matriz de comparación entre pares.

Tabla V: Cálculo de sumatoria de los pesos asignados.

Tabla VI: Normalización.

Tabla VII: Cálculo de Eigenvector principal.

Tabla VIII: Normalización del Eigenvector Principal.

Tabla IX: Escala de Inconsistencia Aleatoria Media.

Tabla X: Resultados del método AHP, variable Restricción legal.

Tabla XI: Resultados de IC y RC, variable Restricción legal.

Tabla XII: Pesos obtenidos de la variable Restricción legal.

Tabla XIII: Matriz comparación por pares de la variable Riesgo de inundación.

Tabla XIV: Normalización y cálculo de Eigenvector principal de la variable Riesgo de inundación.

Tabla XV: Resultados obtenidos de IC y RC de la variable Restricción legal.

Tabla XVI: Pesos obtenidos de la variable Peligro de inundación.

Tabla XVII: Resultados del método AHP, variable Cursos de agua.

Tabla XVIII: Resultados obtenidos de IC y RC de la variable Cursos de agua.

Tabla XIX: Pesos obtenidos de la variable Cursos de agua.

Tabla XX: Resultados del método AHP, variable Humedad del suelo.

Tabla XXI: Resultados obtenidos de IC y RC de la variable Humedad del suelo.

Tabla XXII: Pesos obtenidos de la variable Humedad del suelo.

Tabla XXIII: Matriz de Comparación por pares, variable Área sensible natural.

Tabla XXIV: Resultados de la normalización y cálculo de Eigenvector principal de la variable Área sensible natural.

Tabla XXV: Resultados del IC y RC, variable Área sensible natural.

Tabla XXVI: Pesos obtenidos de la variable Área sensible natural.

Tabla XXVII: Matriz de comparación por pares, variable Área sensible cultural.

Tabla XXVIII: Resultados de la normalización y cálculo de Eigenvector principal de la variable Área sensible cultural.

Tabla XXIX: Resultado de IC y RC de la variable Área sensible cultural.

Tabla XXX: Pesos obtenidos de la variable Área sensible cultural.

RESUMEN

El Ordenamiento Territorial (OT) es un proceso que tiene como objetivo organizar, planificar y gestionar el uso y ocupación del territorio en función de sus características culturales, biofísicas, sociales, económicas y políticas. Con el fin de lograr un desarrollo armónico y sostenible de un área, el OT cuenta con las etapas de Planificación territorial y Gestión territorial. La ordenación territorial se presenta como un método planificado para la prevención de los problemas generados por desequilibrios territoriales, conflictos de uso de suelo y/o riesgos naturales. El área de estudio corresponde al sector circundante de la laguna Epecuén, localizada en el partido de Adolfo Alsina en el sudoeste bonaerense. Esta área se caracteriza por su dinámica lacustre, la cual varía según atravesase períodos secos o húmedos, produciendo efectos negativos en localidades emplazadas en sus costas, al igual que las actividades de la zona, como es el caso de Carhué. Las fluctuaciones recurrentes del área ocupada por las aguas de la laguna Epecuén, con el pasar de los años, trajo consigo una serie de problemas, tanto edilicios, como económicos y sociales. El avance y retroceso del agua dificulta tanto los ingresos –a balnearios, monumentos, ruinas, etc– como el usufructo de las instalaciones con fines recreativos y de esparcimiento. Producto de esta situación, estudiar las condiciones geográficas del área para establecer sitios óptimos de localización de un balneario que no se vean afectados por esta dinámica se convirtió en el objetivo general de la investigación. Mediante análisis espacial y técnicas de Evaluación multicriterio se seleccionaron, crearon, ponderaron y relacionaron variables geográficas de interés para determinar los sitios óptimos planteados en el objetivo. De esta manera se arribó al resultado final: una matriz, resultante de una suma lineal de variables previamente ponderadas, que representa las celdas con diferentes grados de aptitud para la localización de un balneario. A partir de los resultados se elaboraron una serie de propuestas en base a la información recabada en salidas de campo e informantes clave.

Palabras clave: Epecuén, sitio óptimo, Ordenamiento Territorial, Evaluación Multicriterio, Sistemas de Información Geográfica

ABSTRACT

The Territorial Ordering (TO) is a process whose purpose is to organize, plan and manage the occupation and use of a territory according to its cultural, biophysical, social, economic and political characteristics. In order to reach the harmonious and sustainable development of an area, the TO relies on the Territorial Planning and Territorial Management phases. The territorial ordination is a planned method for preventing problems caused by territorial imbalances, land-use conflicts and/or natural risks. The study area belongs to the surrounding sector of the Epecuén lagoon, localized in the Adolfo Alsina district in the south-west of the Buenos Aires Province. This area is characterized by its lacustrine dynamics, which varies depending on the wet and dry seasons causing negative effects on the places located in the coast and in its activities, as is the case with Carhué. The recurrent fluctuations in the area occupied by the Epecuén lagoon's waters, with the passage of years, brought some economic, social, and building problems. The water's advance and setback complicates the accesses -to health resort, monuments, ruins, etc- and the use of amusement and recreation spaces. As a consequence of this situation, studying the geographic conditions of the area in order to set up optimal localization sites for a health resort that won't be affected by the referred dynamics becomes the main objective of the investigation. Through spatial analysis and multicriteria evaluation techniques, it's been selected, created, considered and related some relevant geographic variables to determine the optimal sites referred in the objective. That way we have arrived at the final result: a matrix resulting from a linear sum of previously weighted variables, which represents the cells with different degrees of aptitude for the location of a health resort. Upon the results, some suggestions were elaborated based on the collected information in field studies and key informants.

Key words: Epecuén, optimal sites, Territorial Ordering, multicriteria evaluation, geographic information system



Capítulo 1: **INTRODUCCIÓN**

CAPITULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

Estudiar las aguas continentales es de gran importancia en las zonas de llanura, como es el caso de la provincia de Buenos Aires. En la provincia existen lagunas de diferentes profundidades, tamaños, alta biodiversidad, etc. y, muchas de ellas son dependientes de la alternancia de periodos secos y húmedos, lo que genera la variación de su superficie (Laffeuillade, Geraldi y Barragán, 2017).

Epecuén es una laguna localizada en el partido de Adolfo Alsina, en el sudoeste bonaerense y forma parte del sistema de lagunas las Encadenadas del Oeste. La región pertenece al clima templado, con estaciones bien marcadas y concentración de precipitaciones en los meses de primavera. La superficie de la laguna varía por diversos factores, entre los cuales se mencionan: alternancia de periodos húmedos y secos y altura en la que se encuentra la laguna. Epecuén se sitúa en el sector más bajo de la cuenca de las Encadenadas del Oeste (90 msnm), lo cual significa que colecta excedentes de la región, dando lugar a inundaciones que afectan a la población. Sin embargo, cada vez que se da un periodo de lluvias abundantes, en contrapartida, ocurren periodos secos (Geraldi, 2009), que reducen considerablemente la superficie lagunar. Esta situación fluctuante es un problema que acontece en la región desde los inicios de la localidad de Carhué y Villa Epecuén como centros turísticos. En reiteradas ocasiones empresas dedicadas al turismo, localizadas en las costas de la laguna, se vieron afectadas por el ascenso y descenso de las aguas, por ejemplo, el “Balneario y Termas de Carhué”, “Colonia de Cura y Reposo para Ferroviarios”, entre otros. Esta situación trajo aparejado conflictos económicos, sociales y naturales (Partarrieu, 2012).

La Geografía se define como una ciencia que organiza el territorio y proporciona conocimientos, materiales, métodos y técnicas para resolver problemas socio espaciales que se presentan en la realidad, a través de formulación de escenarios y propuestas que permiten la toma de decisiones. Esta disciplina cuenta con métodos para estudiar los principios de localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial de todos los elementos que conforman el espacio geográfico. Entonces, los estudios geográficos, mediante métodos combinados con tecnologías específicas, permiten ordenar el territorio en el contexto del Ordenamiento Territorial (Buzai y Baxendale, 2012).

La elaboración de diagnósticos territoriales y propuestas que promuevan el desarrollo territorial se realiza mediante análisis espacial en el marco del Ordenamiento Territorial (OT). La Geografía cuenta con métodos versátiles que permiten modelar y analizar grandes volúmenes de información, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales se consideran como sistemas de apoyo para la toma de decisiones. Esto último, se debe a la capacidad que tienen para modelar la realidad, lo que permite representar el territorio deseado y así, ordenarlo (Buzai y Baxendale, 2012). Para tomar estas decisiones las técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) se consideran las más eficientes. La Evaluación Multicriterio permite escoger la mejor alternativa entre un conjunto de posibilidades en base a determinados criterios. Estos criterios, combinados en el entorno SIG, permiten la construcción del modelo de la realidad y la selección de la mejor alternativa espacial.

En el área de la laguna Epecuén se han realizado diversos estudios: Mercuri, F. T., 2017; Besagonill, V., 2017; Malacalza, M. E., 2016; Schwerdt, M. G., 2012; Geraldi, A. M., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E., 2011; Geraldi, A. M., 2009; Geraldi, A., & Piccolo, M., 2008; Monachesi, A., 1995; Pascual, R., Pisano, J., & Ortega, E. J., 1965. Estas investigaciones tienen un enfoque turístico, biológico y geográfico, sin embargo, se observa una falta de análisis desde el punto de vista del Ordenamiento Territorial que definan pautas de manejo y gestión del territorio con el fin de lograr un aprovechamiento armónico o racional de las actividades que en el área se desarrollan.

1.2. Plan de Trabajo

Desde su origen como espacio turístico centrado en la laguna como atractivo principal, la dinámica de la misma ha afectado a las instalaciones emplazadas ya las diferentes inversiones que se han realizado en las costas de la misma. A partir de aquí surge el planteamiento de los problemas de investigación:

- La necesidad de estrategias de localización espacial para la determinación de sitios óptimos al momento de la planificación del área.
- La carencia de análisis de variables cuantitativas y cualitativas interrelacionadas que permitan identificar los sitios óptimos para la localización de balneario en la Laguna Epecuén.

De estos problemas surge el planteamiento de dos hipótesis:

Hipótesis 1: “Los diferentes usos del suelo que existen actualmente alrededor de la laguna Epecuén, así como la variabilidad del cuerpo de agua obligan a utilizar estrategias de localización espacial para la determinación de sitios óptimos al momento de la planificación del área”

Hipótesis 2: “La aplicación de Geotecnologías para el análisis espacial multivariado de la dimensión Geográfica permite establecer sitios óptimos para la localización de balnearios”.

Se plantea el siguiente objetivo general y sus objetivos específicos:

General:

- Analizar las variables geográficas para la determinación de sitios óptimos de balnearios que permiten la planificación del área.

Específicos:

- Determinar y analizar los usos y coberturas del suelo presentes en el área de estudio.
- Identificar las variables geográficas que interactúan en el área de estudio.
- Generar un modelo digital de la realidad a fin de llevar adelante la estructuración y el análisis de las variables antes mencionadas.
- Analizar variables mediante la aplicación de técnicas de Evaluación Multicriterio.
- Proponer estrategias de localización y relocalización en base a sitios óptimos obtenidos.
- Representar mediante productos cartográficos los resultados obtenidos como aporte a toma de decisiones.

1.3. CARACTERÍSTICAS GEOHISTÓRICAS DEL AREA DE ESTUDIO

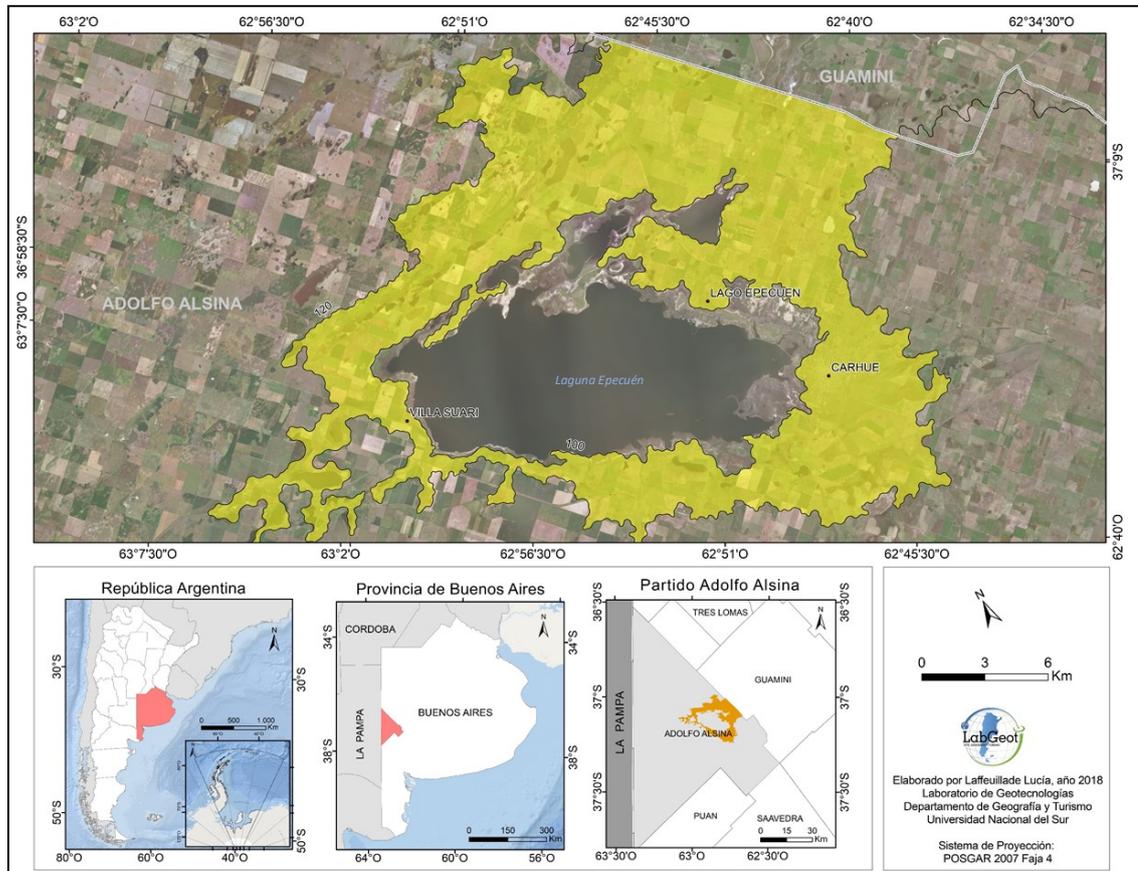
1.3.1. Delimitación y descripción del área de estudio.

La laguna Epecuén se localiza en el sudoeste bonaerense, específicamente en el partido de Adolfo Alsina. Como se mencionó anteriormente, la región se encuentra bajo la influencia del clima templado (Campo, Ramos y Zapperi, 2009). En lo que refiere a temperatura, los valores medios anuales están comprendidos entre 14°C y 20°C, mientras que durante la estación cálida los valores de temperatura pueden superar los 35°C (Anexo I).

El área presenta rasgos propios de la continentalidad que se evidencian en el comportamiento de las precipitaciones, con una media es de 730 mm. y disminución de noreste a sudoeste, concentrándose en los meses de septiembre, octubre y noviembre (Geraldí, 2009). La superficie de la laguna varía según las condiciones ambientales de la región. “El balance de las masas de agua de los cuerpos lagunares depende primariamente de la precipitación y la evaporación” (Laffeuille, et al., 2017) (Anexo II).

Los vientos predominantes provienen del Norte, “sin embargo, los vientos más fuertes soplan del sector Oeste, procedentes del anticiclón del Pacífico. Los vientos del Suroeste (Pampero) soplan frecuentemente en el invierno, se caracterizan por ser fríos y secos” (Geraldí, 2009:67). Las estaciones que registran mayor intensidad de los vientos son la primavera y el invierno, mientras que el otoño es la estación de menor viento. (Geraldí, 2009).

Figura 1
Localización de Laguna Epecuén



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

El área de estudio comprende al sector delimitado por las cotas 100 y 120 de la laguna Epecuén, representado en color amarillo en la figura 1. La búsqueda de sitios óptimos para la instalación de un balneario en la laguna Epecuén requiere la delimitación de la línea de ribera del cuerpo lacustre. Dicha línea imaginaria, como se mencionará a lo largo del trabajo, corresponde a la cota 100 de la laguna, límite interior del área de estudio. El límite exterior de análisis comprende la cota 120 dado que la pendiente en el sector sur y suroeste de la laguna es alta. Por último, el límite exterior del área de estudio se completa con la línea imaginaria que separa los partidos de Guaminí y Adolfo Alsina, fundamentado en el alcance administrativo y de gestión que tiene el último mencionado.

1.3.2. Características ambientales: ¿Por qué la laguna Epecuén es un ambiente “único en el mundo”?

Existe en el entorno a la laguna Epecuén gran variedad de atractivos que captan la atención de los turistas (avistaje de aves, ruinas, termas, monumentos históricos), sin embargo, el rasgo más sobresaliente, es la salinidad del agua de la laguna, el cual supera diez veces al agua de las grandes masas oceánicas, a tal punto de igualar al Mar Muerto (Cutuli, 2003). Esta característica provoca que el cuerpo humano flote sin esfuerzo. También, las aguas de la laguna presentan Azufre, Cloro, Potasio, Calcio, Magnesio, entre otros componentes (Secretaría de Turismo Municipalidad de Adolfo Alsina, s/f). Estos minerales resultan beneficiosos para la relajación muscular, regeneración de epidermis, dermatosis, contracturas, inflamaciones, entre otros, y fueron la razón de la explotación de la laguna como un balneario termal a fines del siglo XIX. La inmersión en sus aguas produce efectos beneficiosos en el organismo “por su carácter hipertónico y su saturación de sales, son el marco apropiado para terapias rehabilitadoras” (Gasparri, 1996:67). Además, “el recurso termal nos brinda salud y su práctica se remonta al nacimiento de la humanidad [...]. Muchos pacientes que nos visitan logran suspender o reducir hasta el 50% la ingesta de medicamentos [...] gracias a la práctica hidrotermal” (Gasparri, 1996:91).

En relación con las características del cuerpo de agua, el fango o barro de la laguna presenta características que lo hacen único en su tipo. Gasparri (1996) afirma que “las características que reúne el barro de Epecuén son la homogeneidad, la adherencia, la plasticidad y la untuosidad.” Se trata de un producto de color negro, con alto porcentaje de agua y un elevado contenido en materiales orgánicos. Es un barro blando, fácil de utilizar, cómodo para el usuario y considerado “óptimo” para su uso medicinal (Maraver, Armijo, Ubogui y Gasparri, 2014).

Si bien, las características mencionadas anteriormente se disfrutaban tanto en verano como en invierno –por medio de spa u hoteles hidrotermales-, existe un acontecimiento que ocurre en la estación invernal de atracción turística: la “nieve salada de Epecuén”. Esta “nieve” en realidad es sulfato de sodio (junto con otros minerales presentes en las aguas de la laguna) concentrado y cristalizado (Fig. 2). Las bajas temperaturas de la región durante el invierno, sumado al alto contenido de sal del agua y la evaporación durante la estación estival, provocan la solidificación del sulfato de calcio en las costas de la laguna, dando lugar a un paisaje único (Gasparri, 1996).

Figura 2
Sulfato de calcio solidificado en las costas de la laguna Epecuén



Fuente: Museo Regional Dr. Adolfo Alsina, 2018

El área de estudio se encuentra dentro de la región fitogeográfica del espinal, distrito del caldén. Este paisaje se caracteriza por la riqueza de los bosques nativos en cuanto a flora y fauna. Allí se encuentran, además del caldén, algarrobo negro (*Prosopis nigra*), chañar (*Geoffroea decorticans*), sombra de toro (*Jodina rhombifolia*) y numerosas gramíneas que, juntos, generan un ambiente propicio para diversas especies de aves y mamíferos.

Una característica natural del área se ve representada por la presencia de un bosque de caldenes (*Prosopis caldenia*) en la costa oeste de la laguna y se trata de un sector que, actualmente, es de aproximadamente 190 hectáreas (Anexo III).

El caldén actualmente se encuentra en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El bosque de esta especie:

“posee gran importancia debido a la diversidad biológica que sustentan y a los servicios ambientales que brindan a la sociedad. Por otra parte, dichas formaciones forestales han sido sujetas a explotación irracional de su madera, tala selectiva para diferentes usos, conversión del bosque a nuevas áreas agrícola-ganaderas y degradación por sobrepastoreo y por excesivo uso del fuego” (Menéndez, 2007).

Con el paso de los años los bosques se han reducido y fragmentado, provocando la degradación y pérdida de ejemplares. La razón principal de esta disminución es el avance de la frontera agrícola-ganadera que, como se sabe, es la actividad principal de la región

pampeana y sustento de la economía regional con producciones de maíz, avena, trigo, girasol, entre otros. (Menéndez, 2007) y sistema ganadero basado en bovinos.

En cuanto a la fauna:

“El distrito cuenta con 78 especies de mamíferos, siendo las más comunes los carnívoros como el puma (*Puma concolor*), el zorro gris pampeano (*Pseudalopex gymnocercus*), el zorrino (*Conepatus humboldti*) y los hurones (*Eira barbara* y *Galictis cuja*); y también los herbívoros como la vizcacha (*Lagostomus maximus*)” (Menéndez, 2007).

Además, en el área de estudio se observan ejemplares de flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*). Esta especie nidifica en ciertos sectores de la laguna, se alimenta de *Artemia* salina (único ser vivo en las aguas hipersalinas de Epecuén) y es la segunda colonia más grande de Latinoamérica (Fig. 3). Es por ello, que el sitio se declaró como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) por BirdLife International junto a Aves Argentinas (AOP) en el año 2016 (Anexo IV) y ave de interés municipal y legislativo a través de la ordenanza N°3697/2012 otorgada por el Honorable Consejo Deliberante de Adolfo Alsina (Mercuri, 2017).

Figura 3
Ejemplares de flamenco Austral en la laguna Epecuén



Fuente: Termas de Carhué, 2018

1.3.3. Breve reseña histórica de Epecuén como espacio turístico

Como todo espacio geográfico, el entorno de la laguna Epecuén tuvo una ocupación paulatina que se evidencia en distintos relictos que forman el paisaje actual. Antiguamente, los pueblos originarios ocupaban las tierras de la llanura pampeana y, debido al avance de la frontera durante la Campaña al Desierto, fueron exterminados y desplazados hacia el Oeste. El ferrocarril, como en la mayoría de los pueblos del sudoeste bonaerense, fue el

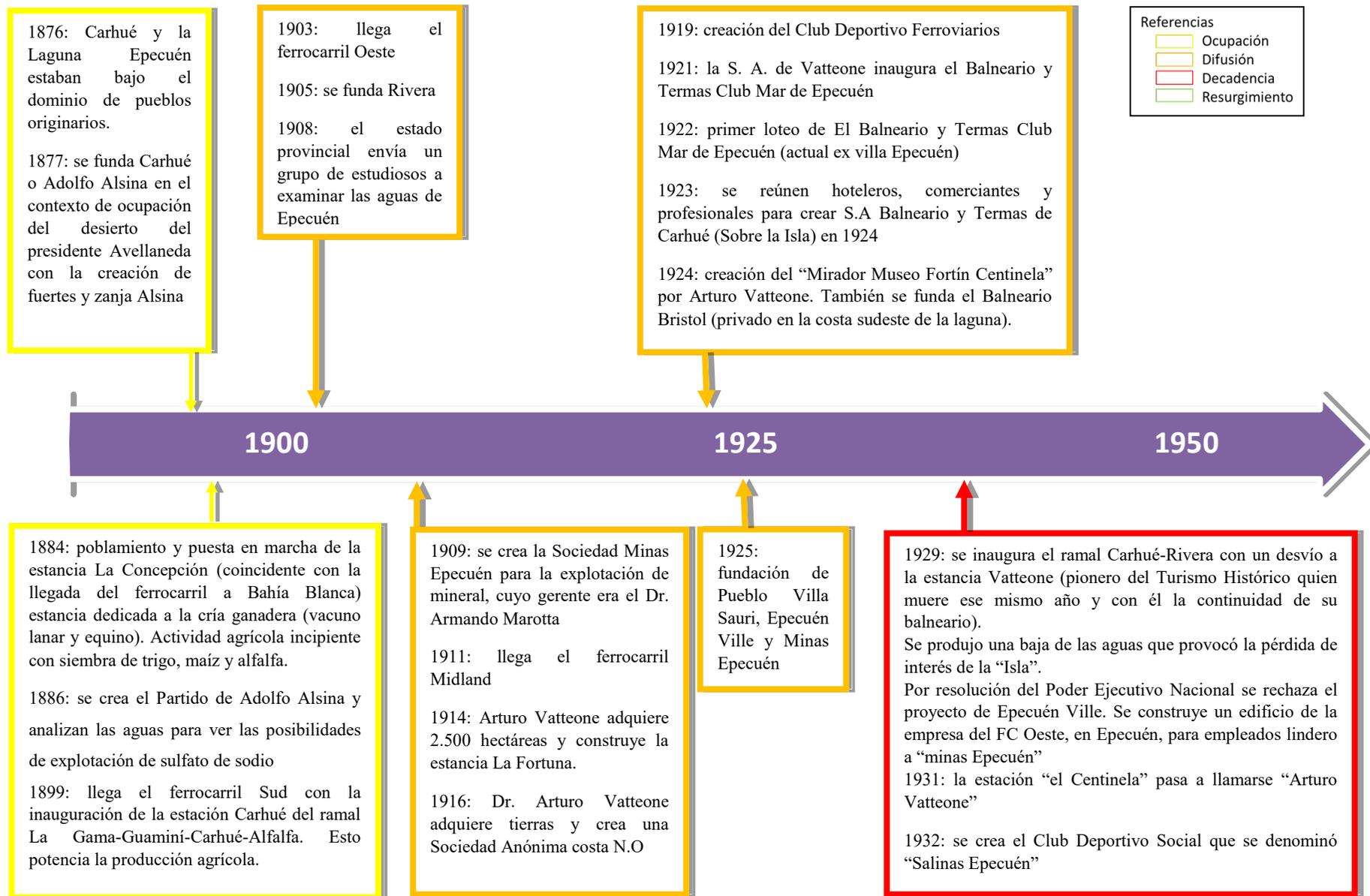
impulsor de la economía regional generando condiciones propicias para la creación de nuevos pueblos y el partido de Adolfo Alsina no quedó exento de ello, provocando un incremento de los habitantes en distintos puntos de la región (Geraldí, Michalijos, Barragán y Fittipaldi, 2016). La población llegaba, en muchos casos, en búsqueda de trabajo, sin embargo, la afluencia de turistas (de origen nacional e internacional) fueron los que impulsaron el área como un destino turístico, gracias a la difusión mediante publicidades acerca de las propiedades del agua de la laguna. El flujo de turistas iba en ascenso, razón por la cual, se lotearon nuevas villas turísticas respaldadas por el beneficio de las aguas hipersalinas de la laguna, reflejadas en las publicidades (Anexo V).

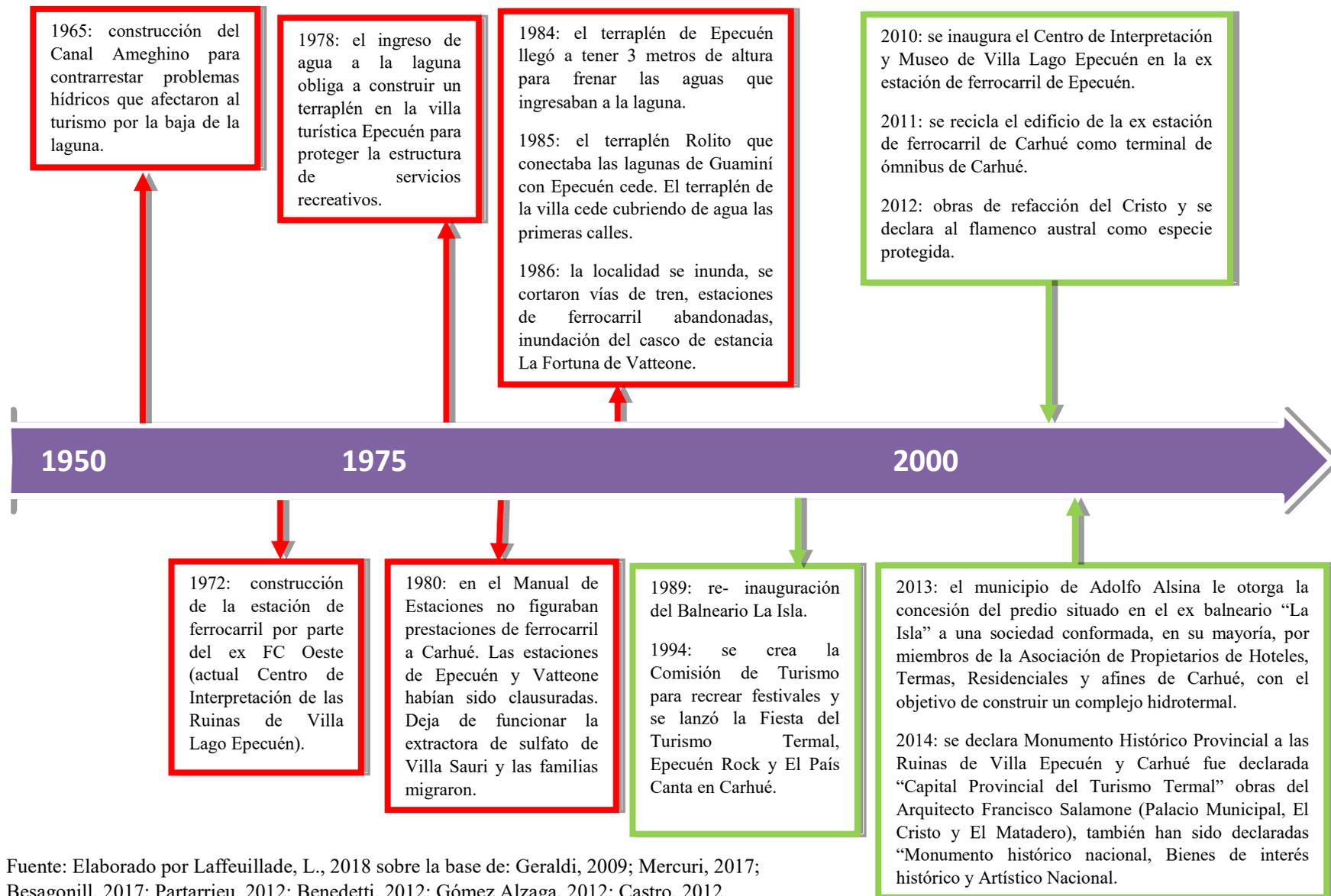
Con el pasar de los años las inversiones en la región se redujeron debido a fluctuaciones de la superficie de la laguna (La Nueva, 2018). Esto, dio como resultado efectos negativos en la economía local y regional, sumado al declive del sistema ferroviario. Pero sin dudas el acontecimiento de máximo impacto fue la inundación de 1985, suceso que marcó un antes y un después en el turismo de la región. Años después de la inundación, diversas actividades, inauguraciones y declaratorias de monumentos en el orden provincial y nacional de elementos naturales y culturales dieron lugar al proceso de resurgimiento del turismo en la región. En enero del año 2017, la laguna fue escenario del récord Guinness donde, aproximadamente 2.000 personas, provenientes de distintos puntos de la región (y del país), flotaron sin asistencia.

El proceso de ocupación, difusión, decadencia y resurgimiento del área turística se observa en la línea temporal que se presenta en la figura 4, donde se representa en diferentes colores el proceso antes mencionado.

Figura 4

Proceso de ocupación, difusión, decadencia y resurgimiento de la laguna Epecuén como espacio turístico





Fuente: Elaborado por Laffeuillade, L., 2018 sobre la base de: Geraldí, 2009; Mercuri, 2017; Besagonill, 2017; Partarrieu, 2012; Benedetti, 2012; Gómez Alzaga, 2012; Castro, 2012.



Capítulo 2:
MARCO TEÓRICO

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Geografía y Ordenamiento territorial

La Geografía es una ciencia tan antigua como el hombre. Daus (1966:7), define a la geografía “[...] como descripción escueta de la superficie terrestre, de sus accidentes físicos, de los grupos humanos que la habitan y de sus caracteres peculiares...” o “la ciencia que estudia al hombre y su entorno, [...] las relaciones que se producen entre el hombre-habitante y la superficie-habitada” (Randle, 1984: 343). Sin embargo, el autor Sánchez J. E. (1991) afirma que estas definiciones de la ciencia geográfica son meramente descriptivas. No es suficiente recopilar información acerca de un espacio, dado que el resultado final es un informe- síntesis, una descripción de una parcela de la realidad que no explica el porqué. La Geografía, partiendo de una base conceptual del espacio, debe contener una articulación global e incluir la teoría espacial. “Debe centrarse en estudiar la lógica interna [...] y las consecuencias que se derivarán de su actuación sobre el resto de la realidad natural” (Sánchez, 1991:7).

“Considerar la geografía como ciencia obliga, como requisito de toda ciencia, a que quede definido un cuerpo de teoría, en el sentido de un conjunto de articulaciones lógicas y coherente de variables explicativas de la realidad, no solamente describirla. Y también, si ello es posible, adentrándose en propuestas de pronóstico e intervención” (Sánchez, 1991:7).

De este modo, la geografía pasa a ser una ciencia, la ciencia del espacio geográfico, con un componente espacial. El espacio geográfico, objeto de estudio de la Geografía, Dollfus (1978) lo define como el espacio al que tiene acceso el hombre, usado para su existencia. También lo caracteriza como un espacio localizable, diferenciado y cambiante, con una apariencia visible (el paisaje) y evolutivo. Este espacio es reflejo de nuestra realidad, dado que la sociedad evoluciona, y, conforme pasan los años, las necesidades cambian, surgen nuevas tecnologías, conflictos de uso de suelo, problemas de expansión urbana, etc.

La Geografía a lo largo de su historia registró progresos o avances en el conocimiento que fueron enriqueciendo a los existentes. Como resultado de esto, los saberes geográficos evolucionaron, se incorporaron al desarrollo de las sociedades, conformando una ciencia moderna. Uno de los avances a lo largo de su historia fue la Geografía Cuantitativa. Esta última, surge en los años sesenta como resultado de la falta de soluciones que brindó la Geografía Regional en ese momento histórico a los problemas que presentaban los espacios geográficos afectados por la Segunda Guerra Mundial. Esta geografía bajo la perspectiva locacional, es considerada una ciencia espacial que hace hincapié en el estudio

del espacio geográfico mediante métodos clasificatorios de los datos espaciales, postulando técnicas y procedimientos objetivos, un vocabulario lógico matemático universal, amparado en la estadística y la probabilidad (Cuadra, 2014).

En la Geografía cuantitativa estos métodos se utilizarían para agrupar espacios y esto a nivel cartográfico lleva a definir espacios en un proceso de regionalización (Buzai y Baxendale, 2006). La Geografía Cuantitativa brinda métodos y técnicas concretas para el estudio de estructuras espaciales para la resolución de problemáticas específicas. (Buzai y Humacata, 2016).

“El enfoque geográfico es espacial, las teorías y metodologías de la Geografía están destinadas al estudio de las localizaciones, distribuciones, asociaciones, interacciones y evoluciones espaciales. En este contexto los estudios geográficos mediante tecnologías digitales permiten, sin lugar a dudas, poner su atención en la organización espacial a través de la planificación territorial, e intenta abordarla con la finalidad de conseguir mayor eficiencia en sus funciones y llevar mayor equidad a sus habitantes” (Buzai y Baxendale, 2011:51).

Este enfoque remite al concepto de Ordenamiento Territorial (O.T). Como menciona Gómez Orea (1994) “ordenar el territorio significa vincular las actividades humanas al territorio” y se hace “ordenación territorial cuando se toma en cuenta el territorio en la definición de la estrategia de desarrollo y cuando se vinculan a él las actividades que configuran dicha estrategia”. El Ordenamiento Territorial es un proceso que tiene como objetivo, en función de las características culturales, biofísicas, sociales, económicas y políticas, organizar, planificar y gestionar el uso y ocupación del territorio (Méndez Casariego y Pascale Medina, 2014). En el ámbito municipal, el OT busca lograr la “distribución territorial más equitativa y eficiente de las oportunidades de desarrollo, orientando las relaciones entre el territorio y sus ocupantes, vinculando las actividades humanas, productivas y el espacio” lo cual permitirá mejorar la calidad de vida, tanto en el presente como en el futuro (Méndez Casariego y Pascale Medina, 2014).

Con el fin de lograr un desarrollo armónico y sostenible de un área, el OT cuenta con dos etapas: *Planificación territorial* y *Gestión territorial*, los cuales a su vez se desglosan en *Diagnóstico*, *Propuesta*, *Implementación* y *Seguimiento* (Fig. 5).

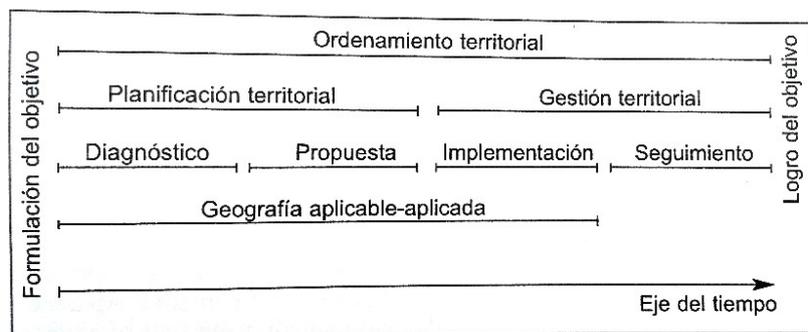
La *Planificación territorial* es considerada una etapa con base científica-tecnológica, incluye un *Diagnóstico*, entendido como el análisis del sistema territorial para comprender la situación actual y futura de un determinado espacio, y *Propuesta*, la cual busca categorías y soluciones a una determinada problemática.

La etapa de *Gestión territorial* tiene una base ejecutiva por medio de administradores que queda en manos de funcionarios. La *Implementación* es la aplicación de las políticas y criterios para el uso y la ocupación del territorio en base a los resultados obtenidos. La *Gestión* queda en manos de funcionarios que tienen poder decisorial que, además de la administración, incluye el mantenimiento, considerado permanente (Buzai y Baxendale, 2012).

En la figura 5 se observa que los autores ubican a la Geografía, como ciencia aplicada (por sus métodos –SIG–), en un sector acotado del proceso general del O.T. De esto último, es conveniente aclarar dos cuestiones importantes: en primer lugar, se define a la Geografía como “ciencia aplicada” porque los resultados obtenidos luego de una investigación no solo sirven para generar nuevos conocimientos, sino también para aplicarlos en la resolución de problemas en la sociedad (Klimovsky, 1995 en Buzai y Baxendale, 2012) y, en segundo lugar, no es preciso limitar el campo de aplicación de la Geografía, dentro del O.T. Como se verá más adelante, los SIG se consideran un método con múltiples técnicas y herramientas, útiles y eficientes en todos los ámbitos de trabajo, por lo tanto, descartarlo de la etapa de *seguimiento* se considera incorrecto.

Figura 5

Componentes del Ordenamiento Territorial, fases de trabajo y ubicación de la Geografía Aplicada



Fuente: Buzai, G. y Baxendale, C., 2012

Entonces, a pesar de existir el proceso del OT, muchos pueblos, empresas, actividades, etc. se localizaron en lugares “estratégicos”, pero no óptimos, lo que significa un perjuicio, por ejemplo, por inundaciones: Tartagal (provincia de Salta), Luján (provincia de Buenos Aires), ciudad de Santa Fe y Epecuén (área de estudio de la presente investigación), entre otros ejemplos. También, muchos de estos inconvenientes sucedieron debido al desarrollo de actividades que, tarde o temprano, provocarán un perjuicio a las poblaciones.

“El análisis [...] pone en evidencia importantes factores que podrían haber sido incluidos en una planificación integrada, teniendo en cuenta el tema Ambiental, el riesgo y el Ordenamiento Territorial, que habrían ayudado a prever esta grave y repetitiva situación que pone en riesgo no solo a la población, sino que en realidad pone en situación de desastre a toda la economía” (Gray de Cerdan, 2007: 95).

Como se expresó, una de las formas en que la Geografía se posiciona como ciencia aplicada a través de la práctica del Ordenamiento Territorial. De esta manera, las acciones estarán orientadas al logro de condiciones parciales adecuadas al correcto desarrollo de las actividades socioeconómicas de la población (Buzai y Baxendale, 2011:73). “El desarrollo equilibrado del municipio implica la planificación del espacio y de los sistemas productivos impulsando las economías locales y fomentando el arraigo de la población” (Méndez Casariego y Pascale Medina, 2014:6).

Gómez Orea (1994:7) afirma que “la ordenación territorial se justifica como método planificado de ataque y prevención de los problemas generados por los desequilibrios territoriales, la ocupación y uso desordenado del territorio y las externalidades que provoca el espontáneo crecimiento económico”.

El autor menciona también diferentes problemáticas que acontecen al momento de ordenar el territorio:

- Desequilibrio territorial, entendido como el crecimiento excesivo en algunos sectores y desiertos poblacionales en otros.
- Impactos ecológicos y paisajísticos debido a una localización incompatible con el medio, relacionado con el concepto de gestión ambiental.
- Despilfarro de los recursos naturales, visto desde la sobreexplotación de un recurso, como la falta de cuidado del mismo.
- Mezcla y superposición desordenada de los usos.
- Incoherencia entre localización de residencia y empleo, déficit de infraestructuras y equipamientos.
- Conflictos entre actividades y sectores, visto desde la oposición que generan ciertas actividades en sectores sociales.
- Descoordinación entre organismos públicos y niveles administrativos
- Ignorancia de los riesgos naturales en la localización de actividades, analizado como una relación recíproca entre la actividad y territorio en términos de efectos causados.

Este último ítem, es uno de los ejes que guían la presente investigación, dado que el área de la laguna Epecuén es un claro ejemplo de la localización de actividades en sitios de alto riesgo.

“La falta de estudios de delimitación de áreas de riesgo, la ausencia de reglamentación de uso del espacio y muchas veces la irresponsabilidad de urbanistas y gobiernos municipales da lugar a la ocupación de áreas inundables que, indefectiblemente, serán afectadas por crecidas extraordinarias” (Paoli, 2015:18).

2.1.1 Amenaza y Vulnerabilidad.

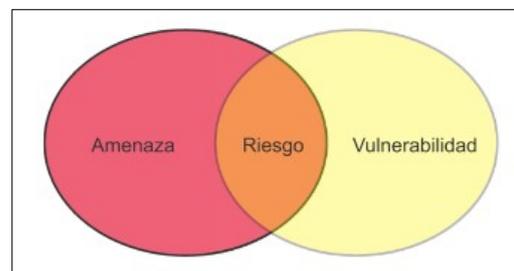
“El riesgo se considera como la probabilidad de que se presenten determinados niveles de daños y pérdidas económicas y sociales en un lugar y un tiempo definido” (Olivera Angel, 2007:32). Al análisis del riesgo se asocian también los conceptos de amenaza y vulnerabilidad. Estos últimos fueron considerados sinónimos por diversos autores. Sin embargo, es preciso diferenciar ambos conceptos.

Amenaza es el peligro latente que una actividad o fenómeno puede ocasionar y trae consigo efectos negativos en poblaciones, infraestructuras, recursos, pudiéndose analizar desde la frecuencia y la intensidad del fenómeno. Según el origen de esta amenaza puede clasificarse en natural, socio-natural o antropogénica. Según

Olivera Angel (2007:33), vulnerabilidad es la “susceptibilidad de un elemento o conjunto de elementos de un sistema social, económico o natural a sufrir fallas o daños ante la ocurrencia de un fenómeno”.

Entonces el riesgo puede aumentar o disminuir si se modifica la amenaza y/o la vulnerabilidad (Fig. 6) (Paoli, 2015). Al momento de diagnosticar y analizar un territorio con un potencial riesgo, por ejemplo, de inundación –como es el caso de Epecuén-, se debe tener en cuenta el aumento de los eventos climáticos extremos, como lluvias torrenciales y olas de calor. Estos eventos son de alto impacto en ciudades e implica adaptarse a la variabilidad del clima. Los autores Wilfried y Hernández (2016:86) afirman que “hay que disminuir la vulnerabilidad de los barrios que se encuentran en peligro, naturalmente sin cambio climático”. Es decir, que no solo se debe pensar de modo prospectivo y localizar

Figura 6
Relación amenaza-riesgo-vulnerabilidad



Fuente: Paoli, C., 2015

nuevas actividades en sitios que no se vean afectados por los problemas recurrentes, sino también hay que anticiparse a los problemas conocidos de un territorio y reducir el riesgo mediante la planificación y gestión territorial.

2.1.2. Sitio Óptimo.

Las situaciones descritas en el punto anterior desencadenan una serie de interrogantes: en los sitios en riesgo ¿hubo ordenación del territorio? ¿Es óptima la localización de una actividad, ejido urbano, empresa, etc.? Para responder estas incógnitas es necesario definir el concepto de “sitio óptimo”.

La palabra sitio alude al principio de la geografía de localización, y óptimo significa algo que no puede ser mejor. Por lo tanto, se habla del espacio más apto que alguien o algo puede ocupar. La localización de los usos de suelo en el territorio (con sus instalaciones, equipamientos y servicios pertinentes) es una temática importante en la práctica cotidiana, con un gran contenido geográfico. En un principio nos preguntamos ¿Cuál es el mejor lugar para la instalación de una determinada actividad? o, en este caso, ¿Cuál es el sitio óptimo para la instalación de un balneario en la laguna Epecuén?

Detrás de estas interrogantes existen variables a tener en cuenta y el impacto de la instalación de una actividad en el territorio.

“La cuestión de la localización se relaciona estrechamente con uno de los temas más relevantes que han preocupado a la Geografía: la organización espacial del territorio. [...] Las escuelas de pensamiento geográfico más interesadas en la problemática de la interacción hombre-medio físico, por su parte, han mostrado un interés menor por estos temas. De este modo, tanto la Geografía regional francesa, como la Geografía cuantitativa, [...] se han dedicado a tratar y desarrollar conceptos, métodos e instrumentos para analizar la localización de las actividades humanas sobre el territorio, desde un punto de vista descriptivo y explicativo” (Bosque Sendra y Moreno Jiménez, 2011:25).

En términos de O.T., sea cual sea la escala de trabajo, formular propuestas para ubicar equipamientos y servicios es una de las facetas ineludibles dado el interés que tiene para la sociedad humana. Estas propuestas no se realizan arbitrariamente, sino, a través de una investigación y aplicación de métodos con sustento científico-tecnológico y se materializan mediante instrumentos específicos del Ordenamiento Territorial: planes, programas y proyectos, desarrollados por los entes reguladores y decisores de orden municipal, provincial o nacional.

La Geografía cuenta con metodologías adaptadas a los desafíos planteados en la actualidad en el proceso de toma de decisiones en materia territorial, por ejemplo, los SIG. Estos, en conjunto con técnicas apropiadas en la toma de decisiones (desarrolladas en los próximos apartados), permiten cumplir con los objetivos del O.T. de modo tal que los riesgos se reduzcan considerablemente.

2.2 Métodos y técnicas efectivas en el marco del Ordenamiento Territorial

2.2.1 Sistemas de Información Geográfica: versatilidad, eficiencia y prospectividad.

2.2.1.1 Características y utilidades de un SIG

En un intento de revalorizar a la Geografía Cuantitativa, en los años '90 surge la Geografía Automatizada la cual “corresponde a la teoría y metodologías geográficas incorporadas en los SIG, los cuales permiten la automatización digital de procedimientos” (Buzai y Humacata, 2016:23).

Existen innumerables definiciones que nos permiten comprender el concepto de Sistemas de Información Geográfica, sin embargo, Paruelo (2014) aporta una definición completa y acabada de estos métodos: “un SIG es un sistema capaz de integrar, crear, almacenar, editar y manejar datos espaciales y atributos asociados”.

Inicialmente los Sistemas de Información Geográfica se consideraron técnicas que permitían ordenar la información espacial. Sin embargo, en la actualidad, la complejización de los territorios requiere del diseño de modelos de la realidad. Para crear estos modelos se apunta a la utilización de métodos, los cuales incluyen técnicas y herramientas. Georreferenciar, digitalizar, reclasificar, son claros ejemplos de técnicas incluidas dentro de los SIG, las cuales, en conjunto con una serie de herramientas, conforman un paquete que permiten comprender los territorios actuales. Estos métodos son fundamentales en el análisis geográfico.

En la actualidad, los SIG tienen un papel importante en la Geografía, por lo tanto, también en el O.T., dado que permiten ampliar nuestro conocimiento y saber geográfico de un área específica a partir del análisis espacial.

Teniendo en cuenta las definiciones mencionadas se observa que los autores coinciden en la capacidad que tienen los SIG para integrar fuentes de información heterogéneas, modelar el territorio y su potencial para realizar geoprocесamientos complejos, generando

de este modo, nueva información. El SIG funciona como una base de datos que administra información geográfica, este tipo de información posee una posición absoluta (coordenadas), una posición relativa (topología) y atributos (datos alfanuméricos). Esto nos permitirá proporcionar una ubicación absoluta y relativa del área que se analiza y es por ello que resultan útiles para la planificación y gestión del territorio.

Las características de los SIG son desarrolladas por diversos autores (del Bosque Gonzales et al, 2012; Barredo Cano, 1996; Sarría, 2005; Moreno Jiménez et al, 2017; Olaya, 2012; Buzai y Baxendale, 2012). La figura 7 representa, de modo sintético, los componentes, representación de datos e información, formatos y fuentes de datos de los Sistemas de Información Geográfica.

Figura 7
Características generales de un Sistema de Información Geográfica

Sistemas de Información Geográfica		
Componentes	Hardware	
	Software	
	Personas	
	Métodos y análisis	
	Datos e información	
Representación de datos e información	Capas o layers	
Formatos	Vectorial	
	Raster	
Fuentes de datos	Teledetección	
	Cartografía analógica	
	GPS	
	Fotografías aéreas	

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Si bien algunos autores difieren en la cantidad de componentes de un SIG, Olaya (2012) considera como elementos principales:

- Hardware: computadora u ordenador personal que contiene el software
- Software: aplicación o programa informático que permite trabajar con los datos
- Personas: encargadas del diseño y utilización del software.

- Métodos y análisis: fórmulas y metodologías que se le aplican a los datos e información
- Datos e información: materia prima que contiene la información geográfica, esencial para el funcionamiento de un SIG

Los datos o la información geográfica contenidos en un SIG pueden comprenderse como un conjunto de capas temáticas de una porción del mundo real. Esto conlleva una cierta dificultad en la representación dado que cada objeto de cada capa tiene una posición, relaciones y atributos (Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005). Estas capas pueden clasificarse en Vectorial o Raster. El modelo vectorial representa los objetos mediante líneas, puntos y polígonos las cuales asocia los datos alfanuméricos (separados de éstos), convirtiéndose en representaciones lineales, puntuales y areales. En cambio, el modelo raster está constituido por una matriz cuadrículada de celdas de tamaño uniforme (pixel) que contienen un valor (Digital Number o Valor Digital) (Buzai y Baxendale, 2012).

Las fuentes de datos e información más habituales de un SIG, según Sarria (2005), son: los datos de campo, teledetección, cartografía (analógica o digital), estadísticas oficiales, datos publicados e Internet. Es fundamental aclarar que a los datos y a la información analógica (cartografía, fotografías aéreas, etc.) se les deben asignar un sistema de coordenadas homogéneo, dado que, sin estas no es posible hacer análisis espacial.

Diversos autores afirman que los SIG son herramientas versátiles y funcionales en todos los ámbitos de estudio. Olaya (2012) sintetiza la utilidad de estos enumerando las siguientes cualidades:

- Modelador de la realidad a través de procesos de análisis espacial, ya sea de modo conceptual-cuantitativo o estático-dinámico.
- Difusor de información geográfica dada su facilidad para exponer o mostrar los datos geográficos al público en general.
- Centralizador de la información por ser una herramienta de gestión de la información dada su alta capacidad organizativa.
- Gestor de la toma de decisiones mediante la utilización de diferentes variables. Un ejemplo claro es la Evaluación Multicriterio (EMC) la cual requiere un gran volumen de información que el SIG permite procesar.

Como se ha mencionado anteriormente, en materia territorial y decisiones sobre el mismo, la Geografía lidera dado su enfoque espacial y apropiación de métodos, capaces de manejar

información de distinto origen, los SIG. Sin embargo, existe un conjunto de técnicas que “constituye uno de los procedimientos de mayor importancia cuando la tecnología SIG se utiliza como método para la toma de decisiones locacionales” (Buzai, 2017:385), la Evaluación Multicriterio.

2.2.2 Evaluación Multicriterio: conceptos y generalidades

Como menciona Bosque Sendra y Moreno Jiménez (2011:101) “los problemas de localización rara vez son simples”. Esto se relaciona con la multiplicidad de criterios y factores que intervienen en un espacio.

Anteriormente, se mencionaron problemáticas en el territorio y la reciprocidad de los efectos de conflictos entre el hombre y la naturaleza. Entonces, cuando se analiza y/o diagnostica un espacio para localizar una actividad se deben considerar estos efectos, no solo como una problemática del momento, sino prospectivamente. Es aquí donde adquieren importancia las técnicas de Evaluación Multicriterio en el marco de las nuevas pautas que demanda la planificación territorial estratégica y la resolución de conflictos sectoriales en diversas escalas (Buzai y Baxendale, 2011:163).

La evaluación Multicriterio permite tomar decisiones y es uno de los procedimientos de gran importancia en el Ordenamiento Territorial. “El fin básico de las técnicas de EMC es investigar un número de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto” (Voogd, 1983, en Barredo Cano, 1996:47) en búsqueda de resultados que permitan tomar decisiones locacionales, objeto de estudio de la presente investigación. Buzai (2017:395) afirma que la EMC, generalmente, se utiliza en la determinación de sitios candidatos para localizar usos de suelo en el espacio geográfico. Esto se resuelve a través del modelado con Sistemas de Información Geográfica (SIG). El autor también afirma que la EMC “se ha convertido en una importante vía metodológica para asistir a los procesos de toma de decisión (Santos, 1997:130) al permitir manejar información socio-territorial de manera eficiente, integrando múltiples temáticas [...]”.

Las técnicas de EMC incluyen cuatro combinaciones según la cantidad de objetivos a cumplir y criterios a analizar (Tabla I)

Tabla I
Combinaciones de Evaluación Multicriterio

Objetivo	Uniobjetivo	Multiobjetivo
Unicriterio	Se utiliza un criterio en la búsqueda de cumplir un objetivo. Grado de complejidad: bajo	En base a un criterio (capa/layer) se busca cumplir más de un objetivo. Grado de complejidad: bajo
Multicriterio	Se utilizan diversos criterios para cumplir con un único objetivo. Grado de complejidad: medio/alto	Considerando diversos criterios se busca cumplir múltiples objetivos. Grado de complejidad: medio/alto

Fuente: Laffeuillade, L., 2018, sobre la base de Jiménez, A., et al., 2017.

La opción Multicriterio-uniobjetivo requiere del análisis de diversos criterios para la toma de decisiones sobre un objetivo, especialmente cuando se trata de la localización de sitios óptimos para una actividad, empresa o localidad. Los criterios, según Gómez Delgado y Barredo Cano (2005:49), “son el punto de referencia para una decisión a ser tomada, sin embargo, la forma en que puede ser medido o caracterizado es un aspecto de trascendental importancia, ya que de ello dependerá en gran parte el resultado final”.

2.2.2.1 Selección de variables

Las técnicas EMC “se han convertido en una importante vía metodológica para asistir a los procesos de toma de decisión que permiten manejar información socio-territorial de manera eficiente, integrando múltiples capas temáticas” (Santos, 1997 en Jiménez *et al.* 2012:330). Esta técnica utiliza variables seleccionadas por el investigador, por ejemplo: clima, suelo, vegetación, accesibilidad, división política, y las relaciona. Para ello, el investigador pondera las variables seleccionadas en base a fuentes bibliográficas y consulta a expertos y, utilizando SIG, aplica operaciones aritméticas y geoprocetos para obtener un resultado final, la propuesta.

La selección de las variables depende del problema planteado. El investigador debe determinar las variables para realizar la EMC, considerando que mientras más información del área de estudio, más preciso será el resultado, pero no siempre es así, dado que la

información necesaria para la investigación muchas veces depende de si se encuentra disponible o no (Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005). Según Malczewski (1999) en Gómez Delgado & Barredo Cano (2005), las variables deben ser: completas, operacionales, divisibles, no redundante y mínimas.

“Habitualmente se dispone de variables que describen el territorio: altitudes, distancias, litología, etc.” (Bosque Sendra, s/f:21), sin embargo, la EMC utiliza criterios. Estos criterios valoran el territorio desde el punto de vista de la decisión y de los objetivos planteados, es por ello que hay que convertir las variables seleccionadas en criterios. Esta transformación requiere valorar a las categorías de cada variable, por ejemplo, para la construcción del criterio Litología, la categoría Arcillas, no es adecuado si el objetivo es localizar áreas aptas para edificar (Bosque Sendra, s/f).

Otra característica de las variables seleccionadas es la clasificación que se les debe aplicar: factor o limitante. Las primeras son aquellas variables que tienen categorías que pueden acentuar o reducir la aptitud del sitio y su escala es continua. En cambio, las limitantes, son variables que, generalmente, tienen una valoración binaria, donde una de las categorías es excluyente.

Es común encontrar variables que contengan categorías con aspectos cualitativos, sin embargo, las técnicas de EMC requieren aspectos cuantitativos. Es por ello que se requiere homogeneizar las categorías y esto se logra mediante la ponderación. Para cuantificar las variables de interés existen diferentes metodologías: utilidad multiatributo (MAUT), relaciones de superación, ponderación lineal (scoring) y proceso analítico jerárquico (analytic hierarchy process- AHP).

2.3 Ordenamiento Territorial, Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica: alianza en la búsqueda de soluciones a problemas locacionales.

Como se ha citado a lo largo del trabajo, los SIG son métodos versátiles y pueden utilizarse en cualquier ámbito de estudio. Existen diversos campos de aplicación, por ejemplo: gestión de riesgos, recursos naturales, ecología, negocio y marketing, ciencias sociales, militar, gubernamental, planificación, investigación, didáctica (Olaya, 2012; Sarría, 2005; Buzai y Humacata, 2016).

La interdisciplinariedad de la Geografía, y por lo tanto del Ordenamiento Territorial, permite integrar la mayoría de estos ámbitos de estudio y es por ello que los SIG resultan

ser una metodología ideal. Si se analizan los objetivos del Ordenamiento Territorial y la utilidad de los SIG se observa una correlación, ciertos interrogantes son resueltas con estos métodos:

Ordenamiento Territorial		SIG
¿Qué hay en...?		Localización
¿Dónde está...?		Condición
¿Qué ha cambiado desde...?		Tendencia
¿Qué evento recurrente existe...?		Patrones
¿Qué pasaría si...?		Análisis y Modelamiento

Anteriormente, también se mencionó que, ante un problema locacional –como es el caso de la presente investigación-, el O.T. se rige mediante etapas e instrumentos en la búsqueda de objetivos (Fig. 5). En el caso de contar con la posibilidad de iniciar uno de los instrumentos del OT, los autores Gómez Delgado y Barredo Cano (2005:10) consideran a las técnicas de EMC capaces para este tipo de análisis: “cada capa temática de una base de datos podría constituir un criterio particular, contando de esta manera con la posibilidad de gestionar con un SIG los distintos criterios y factores a incluir en los procesos de EMC o toma de decisiones”, aplicado en la etapa o fase de *Propuestas*.

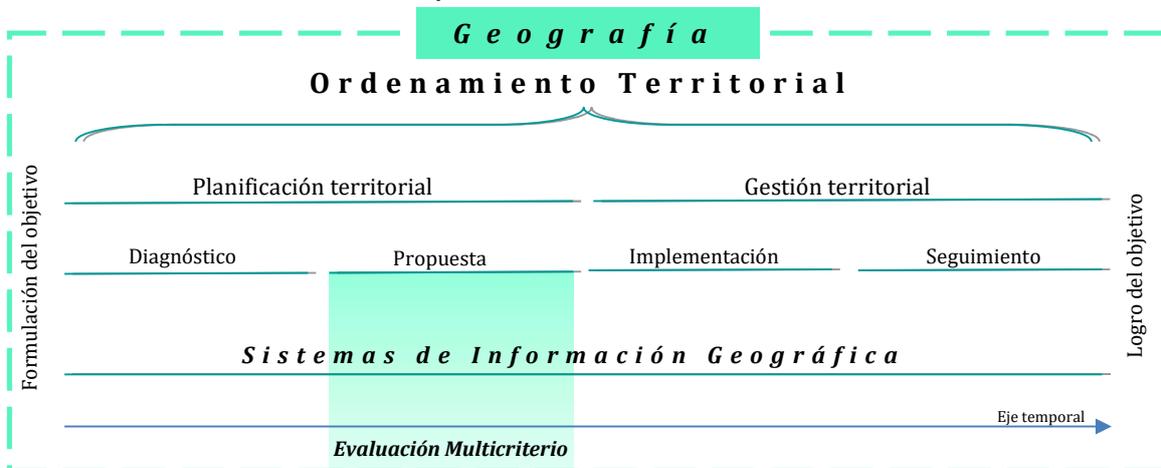
“La aplicación del enfoque decisional multicriterio en el campo de la evaluación prospectiva de impactos ambientales ha abierto una interesante vía metodológica al tratamiento de la problemática del ordenamiento territorial de espacios habitables” (Fuensalida Díaz, 2017:396).

En la figura 5 se observa que los autores Buzai y Baxendale (2012) circunscriben a la Geografía Aplicada en el proceso del Ordenamiento Territorial, poniendo fin luego de la implementación de un plan-programa-proyecto. Sin embargo, esto no es del todo cierto dado que, la etapa de *Seguimiento*, requiere una actualización de la información geográfica o corrección del modelo, lo cual permite realizar un análisis de la evolución de las problemáticas que acontecen en el territorio. Por ejemplo, para realizar el seguimiento y evaluación del territorio, existen los observatorios territoriales.

En base a lo expuesto, los conceptos de Ordenamiento Territorial, Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio presentan una relación y orden de jerarquía, como se observa en la figura 8. En una investigación se formulan objetivos con el fin de guiar al investigador para solucionar problemáticas que acontecen en un determinado espacio. Cuando las problemáticas tienen un perfil locacional, la Geografía contribuye a través del O.T. y los métodos propios de la ciencia.

Como su nombre lo indica, el O.T. es un proceso, por lo tanto, ocurre en un determinado tiempo. También se lo asocia a una sucesión de acciones ordenadas que apuntan a un fin común, ordenar el territorio. Estas acciones son las etapas del O.T., las cuales requieren distintos actores, saberes, métodos, técnicas, herramientas, etc., otorgando una característica notable del O.T., como es la interdisciplinariedad. Los SIG aportan a este proceso estructuración del modelo, multiescaliridad y multitemporalidad de los datos e información, los cuales, sin los actores adecuados, pierden su característica principal, el dinamismo.

Figura 8
Relaciones y orden de jerarquía entre Ordenamiento Territorial, Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio



Fuente: Laffeuille, L., 2018, sobre la base de Buzai, D. & Baxendale, C., 2012



Capítulo 3:
MÉTODO DE TRABAJO

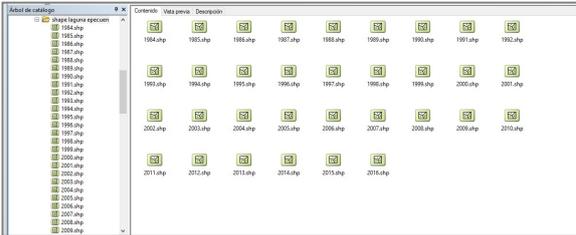
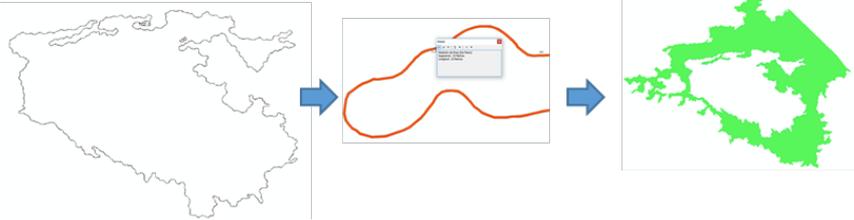
CAPITULO 3: MÉTODO DE TRABAJO

Se realizó una revisión y recopilación de bibliografía procedente de diversas fuentes sobre leyes nacionales y decretos provinciales, Museo y Archivo Histórico Dr. Adolfo Alsina, diarios, enciclopedias, tesis, artículos científicos, informes técnicos, reseñas de películas, datos históricos de precipitación y temperaturas de INTA y Campo experimental Adolfo Alsina.

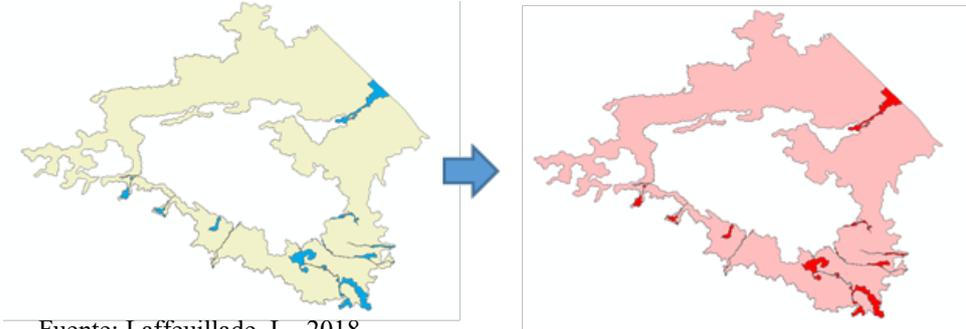
Se realizó trabajo de campo el día 2 de junio de 2017 para reconocer el área de estudio y obtener información en las instituciones gubernamentales. A su vez, se realizó un breve recorrido en la localidad y alrededores con informantes claves que proporcionaron información útil para dar inicio a la investigación y se mantuvo contacto con autoridades de la Municipalidad e instituciones que brindaron información necesaria.

Para llevar adelante la investigación se recurrió a las técnicas de Evaluación Multicriterio. Como se mencionó anteriormente, luego de consultar a expertos se seleccionó, de una vasta lista de variables, las útiles para la evaluación Multicriterio de objetivo simple. En la actual investigación se seleccionaron las siguientes variables: restricción legal (limitante), zonas con peligro de inundación (limitante), cursos de agua (limitante), humedad del suelo (factor) y áreas sensibles (factor). En la tabla II se detallan los procedimientos realizados para la construcción de las mismas.

Tabla II
Variables seleccionadas y procedimientos realizados

Variable	Procedimiento realizado
<p>Restricción legal</p>	<p>En las figuras 9 y 10 se presentan los pasos realizados para la elaboración de la variable: digitalización de la laguna de cada año y de las curvas de nivel, creación de buffer, recorte y conversión a raster. La línea de ribera fue calculada a partir de la digitalización del cuerpo de agua de los últimos 32 años. Se recurrió a imágenes satelitales LandSat 8 OLI, SPOT y DigitalGlobe® administradas por distintas fuentes entre las que podemos citar United States Geological Survey (USGS), Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), Google Earth® y ArcGis Earth®. Una vez estimada la línea de ribera se creó un buffer de 15 metros considerado no apto, mientras que el área restante se consideró apto. Finalmente la capa vectorial se convirtió en raster con una celda de 30 metros.</p> <p style="text-align: center;">Figura 9</p> <p style="text-align: center;">Vista de la base de datos de la digitalización de la laguna Epecuén (1984-2016)</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Laffeuillade, L., 2018</p> <p style="text-align: center;">Figura 10</p> <p style="text-align: center;">Proceso de elaboración de la variable Restricción legal en el área de estudio</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Laffeuillade, L., 2018</p>

<p>Peligro de inundación</p>	<p>Para la construcción de la variable se digitalizaron las curvas de nivel 100, 105, 115 y 120 a partir de las cartas topográficas Adolfo Alsina (3763-22-3), Estación Carhué (3763-22-4), Arroyo Venado (3763-22-2), Lago Epecuén (3763-22-1), Rivera (3763-21-2), Delfín Huergo (3763-21-4) y Cnia San Miguel Arcángel (3763-27-2) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [escala 1:50.000] con una equidistancia de 5 metros. Luego las entidades, originariamente líneas, se convirtieron a capa de polígonos lo que permitió localizar áreas con diferentes grados de peligro de inundación, establecidos por Geraldí, 2009, apreciable en la figura 11.</p> <p style="text-align: center;">Figura 11 Proceso de elaboración de la variable Peligro de inundación en el área de estudio</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Laffeuillade, L., 2018</p>
<p>Cursos de agua</p>	<p>Los cursos de agua y su llanura de inundación se identificaron mediante interpretación visual, luego se digitalizaron mediante la utilización de imágenes de Google Earth PRO® de alta resolución del día 5/06/2015. Cabe destacar que las imágenes que proporciona Google son imágenes SPOT y DigitalGlobe®. La delimitación de estos sectores se logró gracias a la identificación de patrones de drenaje y reconocimiento de texturas propias de suelo perteneciente a las llanuras de inundación. También fue útil para el reconocimiento de la variable la utilización de imágenes de otros años, dado que permitieron la identificación de áreas anegadas en periodos de inundación. Luego de la digitalización se convirtió la capa vectorial a raster, como se observa en la figura 12.</p>

	<p style="text-align: center;">Figura 12</p> <p style="text-align: center;">Proceso de elaboración de la variable Cursos de agua en el área de estudio</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Laffeuillade, L., 2018</p>
<p>Humedad del suelo</p>	<p>Para discriminar las coberturas con mayor contenido de humedad en el suelo se utilizó una imagen LandSat 8 del sensor OLI del 11 de noviembre del año 2017, fecha que coincide con la estación húmeda de la región, apreciable en la figura 13. Se aplicó un Índice diferencial de agua normalizado (NDWI). Dicho índice considera el sector comprendido entre las longitudes de onda del Verde e Infrarrojo Cercano del espectro electromagnético. Para obtenerlo se aplicó la siguiente fórmula:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\text{NDWI} = \frac{\text{Verde} - \text{NIR}}{\text{Verde} + \text{NIR}}$ </div> <p>Obtenido el NDWI se realizó la clasificación no supervisada del índice con el método IsoData, con un total de diez clases, lo que permite tener mejores resultados en la discriminación de suelos con presencia-ausencia de contenido de humedad. Luego, en el posprocesamiento se fusionaron las 10 clases, reduciéndolas a 3. Cabe destacar que para ésta última etapa se realizaron puntos de control en campo y plataformas de análisis espacial y mapeo que permitieron reconocer las coberturas fusionadas. Mediante distintas herramientas del procesador ENVI® se discriminaron las clases que arrojó el procesamiento de imágenes. Para ello, se realizaron combinaciones de banda (composición falso color RGB 543), lectura de ND, firmas espectrales y toma de puntos de control con ArcGis Earth® (Fig. 13). Esto permitió reclasificar la imagen de diez clases en un total de 3 clases, que luego se recortó con los límites del área de estudio.</p>

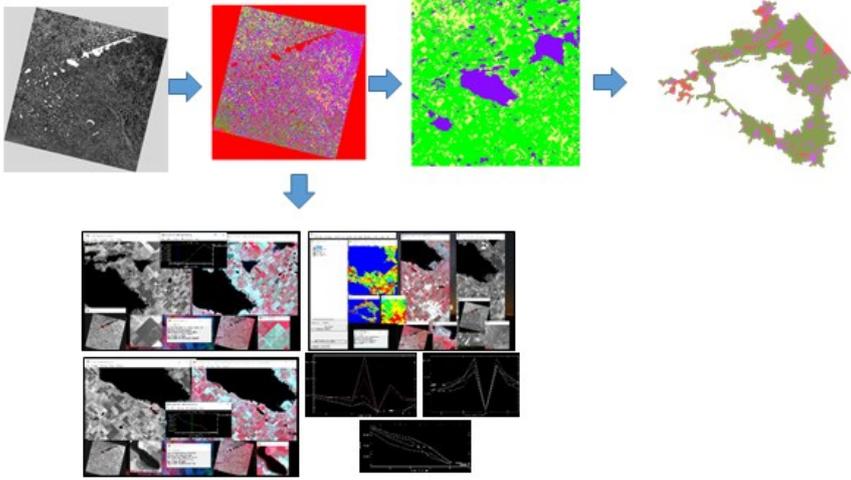
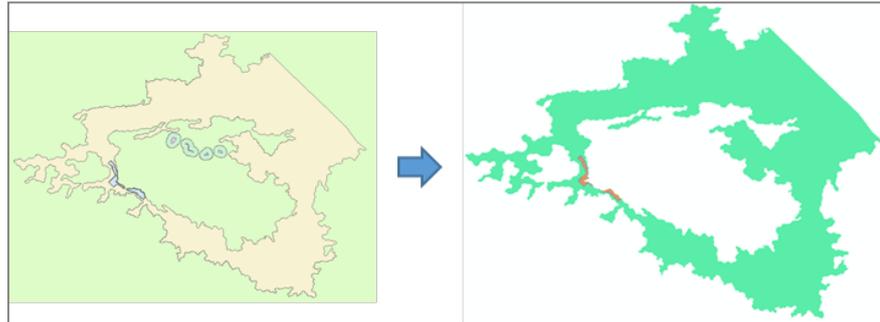
	<p style="text-align: center;">Figura 13</p> <p style="text-align: center;">Proceso de elaboración de la variable Humedad del suelo en el área de estudio</p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Laffeuille, L., 2018</p>
<p>Áreas sensibles</p>	<p>El análisis de las áreas sensibles se realizó mediante la consulta a expertos, trabajo de campo y digitalización de los elementos presentes. Se utilizaron imágenes de Google Earth PRO® de alta resolución. Luego, con herramientas de análisis espacial de ArcGis®, se crearon tres anillos de distancia variada, los cuales se denominaron zonas núcleo, de amortiguamiento y de influencia. Según el origen de los elementos, las áreas sensibles se clasificaron en:</p> <p><u>Naturales:</u> Se consideró como área natural a los sectores que habitualmente los flamencos australes (<i>Phoenicopterus chilensis</i>) se asientan para construir sus nidos. Se digitalizaron los polígonos gracias a los datos brindados por los informantes claves. También se incluye dentro de área sensible natural un sector relicto de caldenes (<i>Prosopis caldenia</i>). Se digitalizaron las zonas núcleo y se aplicó el mismo procedimiento. Luego de obtenidas las áreas núcleo y zonas de amortiguamiento se procedió a la delimitación de área de influencia, que corresponde al resto del área de estudio, obtenida con herramientas de análisis espacial (intersección) (Fig. 14)</p>

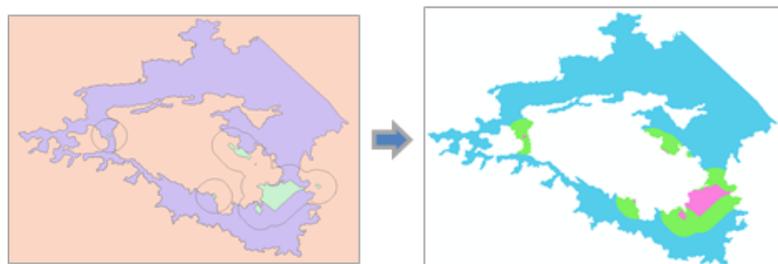
Figura 14

Proceso de elaboración de la variable Área sensible natural en el área de estudio

Fuente: Laffeuillade, L.,

Culturales: en la figura 15 se observa el proceso de construcción de la variable. Se digitalizaron las ruinas de la ex Villa Sauri, ex balneario Vatteone y ex Villa Epecuén. En cuanto a la ex Villa turística Epecuén, se digitalizó como zona núcleo al área mencionada en la ley provincial 14696 (ver en Anexo VI). Por último, se digitalizó la localidad de Carhué. Estas digitalizaciones corresponden a las áreas núcleo de la variable a las cuales se les realizó un buffer correspondiente a las áreas de amortiguamiento. El cálculo de estos sectores difiere unos de otros dependiendo del interés que reviste cada uno de los elementos según leyes, decretos o normativas vigentes en la actualidad. El área restante corresponde a la zona de interés, definida por el límite del área de estudio.

Figura 15

Proceso de elaboración de la variable Área sensible cultural en el área de estudio

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Con las variables, y sus respectivas categorías, construidas en el SIG se generó el modelo de la realidad del área de estudio. A partir de allí, se procedió a la ponderación de las categorías y su validación. Para ello se utilizó el método Analytical Hierarchy Process (AHP) propuesto por Thomas L. Saaty, el cual permitió, asignar un peso a cada categoría independientemente del origen de los datos, es decir, cuantitativo o cualitativo, y validar la consistencia de los mismos, basándose en la bibliografía consultada, consulta a expertos y trabajo de campo en cada temática.

3.1 Asignación de pesos: Método de Análisis Jerárquico (Analytical Hierarchy Process- AHP)

El método AHP, desarrollado por Saaty Thomas en 1980, permite valorar numéricamente a los juicios que las personas le dan a cada variable, utilizando una escala del 1 al 9 (Tabla III). “Este procedimiento parte de establecer una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de factores a ponderar, así se establece la matriz de comparación entre pares de factores, comparando la importancia de uno sobre cada uno de los demás” (Barredo Cano, 1996:126).

La ventaja del método AHP es la incorporación de aspectos cualitativos que pueden quedar fuera del análisis dada su complejidad pero que revisten interés para los actores en la decisión final (Sarría, 2005).

Tabla III
Escala de juicios de valor propuesta por Saaty

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Menor importancia			Igual importancia			Mayor importancia		

Fuente: Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005

Con la escala numérica mencionada anteriormente se completa la Matriz de comparación entre pares para cada variable, como se observa en la tabla IV.

Tabla IV
Matriz de comparación entre pares

	1	2	3	4
a	Variable X	Categoría A	Categoría B	Categoría C
b	Categoría A	1		9
c	Categoría B		1	
d	Categoría C			1

Fuente: Laffeuillade, L., 2018, sobre la base de Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005

Para completar esta matriz se debe asignar un valor a cada categoría de la columna principal en relación con las demás columnas. Por ejemplo: la Categoría A (1b) se considera extremadamente más importante que la Categoría C (4a) y por ello se valora con un 9 (4b). En cuanto a la comparación de las categorías consigo mismo se les asigna un valor 1, como se observa en la tabla IV, lo cual significa que tienen igual importancia.

Luego de completar la tabla con los juicios de valor, se calcula la sumatoria de cada columna (Tabla V). El valor de cada comparación lo divide con el resultado de la sumatoria y obtiene un nuevo resultado, la normalización, representado en la tabla VI.

Tabla V
Cálculo de sumatoria de los pesos asignados

	1	2	3	4
a		Categoría A	Categoría B	Categoría C
b	Categoría A	1		9
c	Categoría B		1	
d	Categoría C			1
e	Sumatoria	$\Sigma (2b;2c;2d)$	$\Sigma (3b;3c;3d)$	$\Sigma (4b;4c;4d)$

Fuente: Laffeuillade, L., 2018, sobre la base de Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005

Tabla VI
Normalización

	1	2	3	4
a		Categoría A	Categoría B	Categoría C
b	Categoría A			$9/4e^1$
c	Categoría B			
d	Categoría C			

Fuente: Laffeuillade, L., 2018, sobre la base de Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005

El siguiente paso es el cálculo del Eigenvector principal (Tabla VII). Este permite representar el orden de prioridad y calcular el Índice de Consistencia para validar el método.

Tabla VII
Cálculo de Eigenvector principal

	1	2	3	4	5
a		Categoría A	Categoría B	Categoría C	Eigenvector principal (EPpal)
b	Categoría A	$2b/2e$	$3b/3e$	$4b/4e$	$\Sigma (2b; 3b; 4b)^2$
c	Categoría B				
d	Categoría C				

Fuente: Laffeuillade, L., 2018, sobre la base de Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005

Una vez calculado el Eigenvector principal (EPpal), se normaliza el resultado obtenido dividiéndolo por n (cantidad de categorías de la variable), como se observa en la tabla VIII.

¹ Al momento de realizar el cálculo, el analista debe dividir por la sumatoria de cada columna. A modo de ejemplo se considera la coordenada $4e$ de la Tabla V

² El Eigenvector Principal resulta de la suma de los valores obtenidos en la Normalización calculados en la tabla V (Tabla VII)

Tabla VIII
Normalización del Eigenvector Principal

	1	2	3	4	5	6
a		Categoría A	Categoría B	Categoría C	Eigenvector principal (EPpal)	Normalización
b	Categoría A	2b/ 2e	3b/3e	4b/4e	$\Sigma (2b; 3b; 4b)$ →	5b/3
c	Categoría B					
d	Categoría C					

Fuente: Laffeuillade, L., 2018, sobre la base de Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005

Se calculó el Índice de Consistencia (IC) para el cual se debe hallar el valor de λ MAX a partir de los datos sin normalizar (Tabla IV) como se aprecia en el siguiente ejemplo:

$$\lambda \text{ MAX Categoría A} = (2b*6b) + (3b*6c) + (4b* 6d)$$

Luego se divide el valor de λ MAX por el EPpal. de cada categoría, se promedian los n valores de λ MAX y se aplica la fórmula de IC:

$$IC = (\bar{X} \lambda \text{ MAX} - n) / n - 1$$

La validación de los datos hallados se realiza con la Relación de Consistencia (RC) el cual se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$RC = IC / IMA$$

Donde:

IC: Índice de Consistencia calculado anteriormente.

IMA: Inconsistencia Aleatoria Media. Se obtiene de una escala que varía según la cantidad de clases o categorías a analizar (Tabla IX).

Tabla IX
Escala de Inconsistencia Aleatoria Media

Clases o Categorías	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IMA	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Fuente: Laffeuillade, L., 2018, sobre la base de Gómez Delgado y Barredo Cano, 2005

El resultado de RC debe ser menor a 0,10 para que sea admisible. En caso de que el resultado $RC > 0,10$ se debe considerar la posibilidad de modificar los valores de la matriz de juicios de valor (Tabla IV)

Luego se estandarizaron los resultados de cada categoría de modo tal que se puedan incorporar al Sistema de Información Geográfica y permita realizar las operaciones para las cuales han sido calculados. Para hallar dichos valores se aplicó la siguiente fórmula a cada categoría:

$$x = [(EP_{pal. \text{ Categoría } n} - \min EP_{pal}) / (\max EP_{pal} - \min EP_{pal})] * 100$$

El resultado de x son valores que oscilan entre 100 - 0 y corresponde al peso que tiene cada categoría de los distintos criterios a utilizar. Por último, resta integrar los resultados en un Sistema de Información Geográfica y de este modo lograr la formulación integral del modelo.

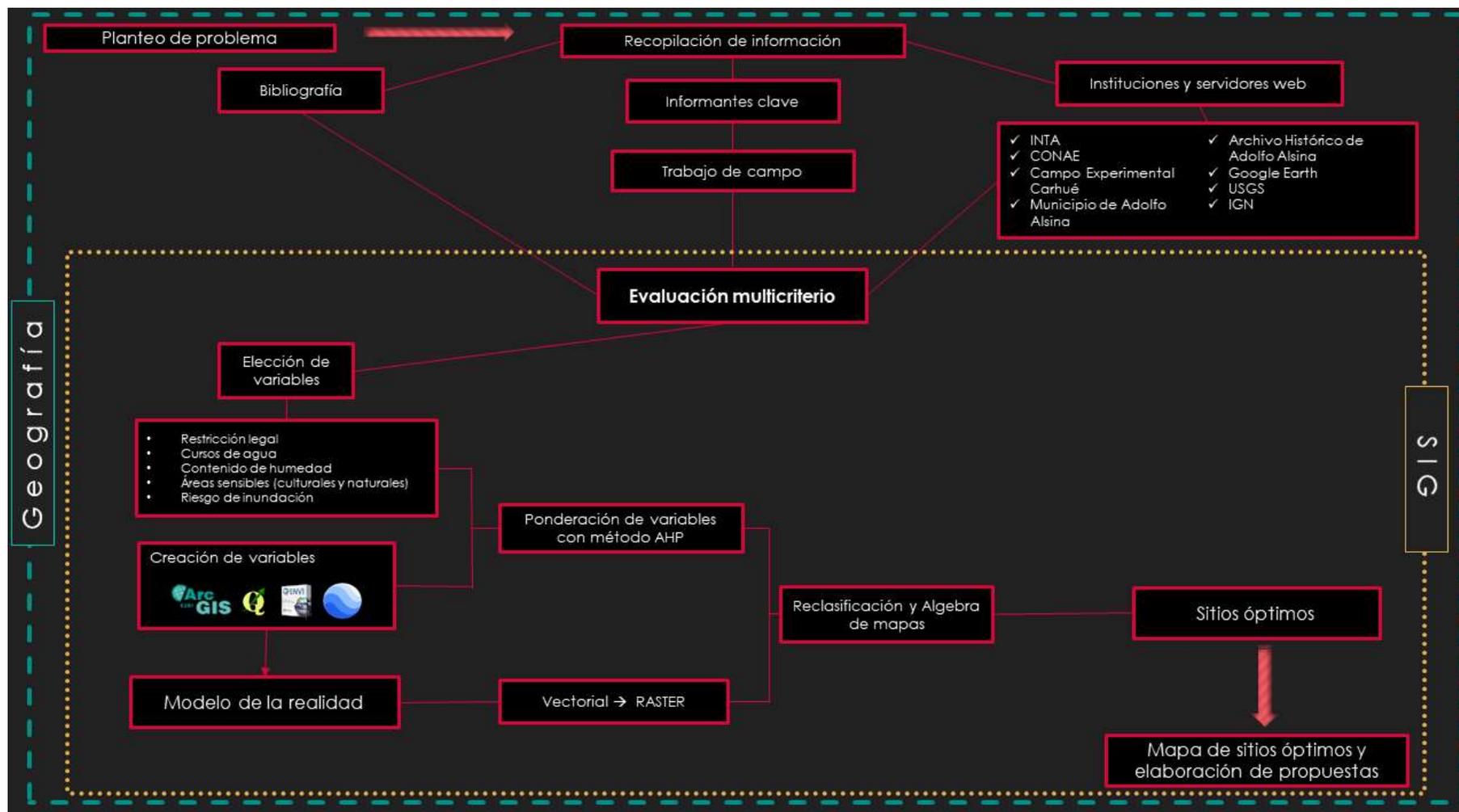
Una vez digitalizados y ponderados, se procedió a la conversión de las capas vectoriales a raster. Esta conversión es imprescindible para poder realizar el álgebra de mapas y es importante tener conocimiento de los parámetros necesarios para llevar a cabo la operación aritmética entre capas. Uno de los parámetros determinantes a tener en cuenta para la correcta relación entre las diferentes capas o entidades es el tamaño de la celda con el que se trabajará. En este caso, se utilizó un tamaño de celda de 30 metros dado que la imagen satelital utilizada para determinar el criterio “Humedad del suelo” fue una imagen LandSat

8 del sensor OLI con una resolución espacial de 30 metros, lo que determina la unidad mínima de trabajo.

Finalmente, se reclasificaron las capas raster asignando el valor obtenido por el método AHP y, mediante la herramienta calculadora raster, se calcularon los pesos acumulados. Para los valores obtenidos se utilizó el método de clasificación de datos de Jenks (también conocido como rupturas naturales) con un total de cuatro clases. Este método utiliza los quiebres naturales de los valores totales y obtiene clases homogéneas (ESRI, s/f). El resultado es una nueva capa del área de estudio donde se observa, en cuatro clases, los sectores con Muy baja, Baja, Media y Alta aptitud para la instalación de un balneario.

A modo de síntesis, en la figura 16 se presenta el esquema metodológico desarrollado anteriormente. Este esquema refleja claramente las etapas de la investigación y cómo el trabajo se orienta en la búsqueda de soluciones a un problema común en el área de estudio, junto a la elaboración de propuestas que permitan dar respuestas al conflicto.

Figura 16
Esquema metodológico



Fuente: Laffeuillade, L., 2018



Capítulo 4: **RESULTADOS**

CAPITULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA APLICACIÓN DE EVALUACION MULTICRITERIO PARA LA LOCALIZACIÓN DE UN BALNEARIO EN LAGUNA EPECUÉN

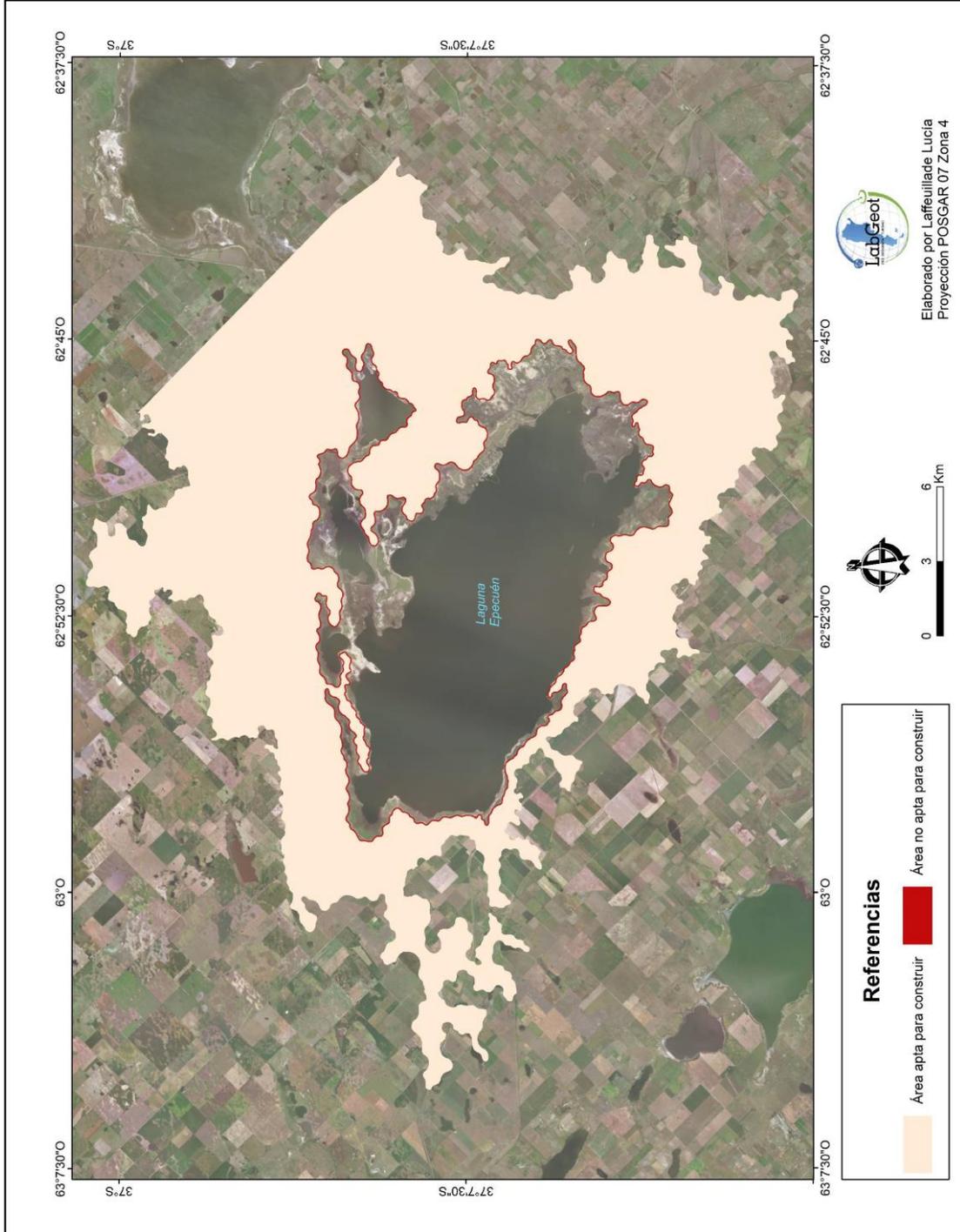
4.1 Diagnóstico y análisis del modelo de la realidad de cada criterio mediante Sistemas de Información Geográfica y procesadores de imágenes satelitales

Los materiales y métodos mencionados en el capítulo anterior permitieron la elaboración de un modelo de la realidad del territorio analizado. Para ello, se recopiló información de cada variable que permitió identificar las categorías de cada una de ellas. Las variables analizadas para la construcción del modelo permitieron el análisis de este territorio complejo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis.

4.1.1. Restricción Legal

La zona que divide un cuerpo de agua de la tierra es de naturaleza variable, tanto debido a los cambios de nivel como a los procesos que ocurren en el territorio. El límite entre el dominio público y el privado lo establece la línea de ribera. Perassi (2009) sostiene que es la sucesión de puntos de nivel (cotas) que determinan las más altas aguas en estado normal (arts. 2340 inc. 4° y 2577 del Código Civil). La línea de ribera es de vital importancia en áreas llanas y zonas inundables. Específicamente, en el área de estudio es fundamental conocerla dada la variabilidad de la superficie del cuerpo de agua (Geraldi, 2009; Laffeuillade, et al. 2017). A partir del análisis realizado se determinó que la cota 100 es la línea de ribera dado que es la más cercana a la superficie media del periodo. Teniendo en cuenta esto se presenta en la figura 17 las áreas aptas y aquellas que no lo son según las restricciones legales. En la misma se observa que existen zonas aptas en todos los sectores de la laguna. En la zona Este se presentan áreas aptas muy cercanas al cuerpo de agua según el análisis de esta variable. Las zonas no aptas se corresponden con los 15 metros a partir de la línea de ribera, fijado en el nuevo código Civil y Comercial, en el que se restringe la construcción en esta área por ser de uso público (artículo 1974). Se destaca que según el Nuevo Código (2016) el antiguo balneario de la Villa Epecuén estaba construido en zonas donde actualmente se prohíbe la construcción.

Figura 17
Variable Restricción legal de la laguna Epecuén

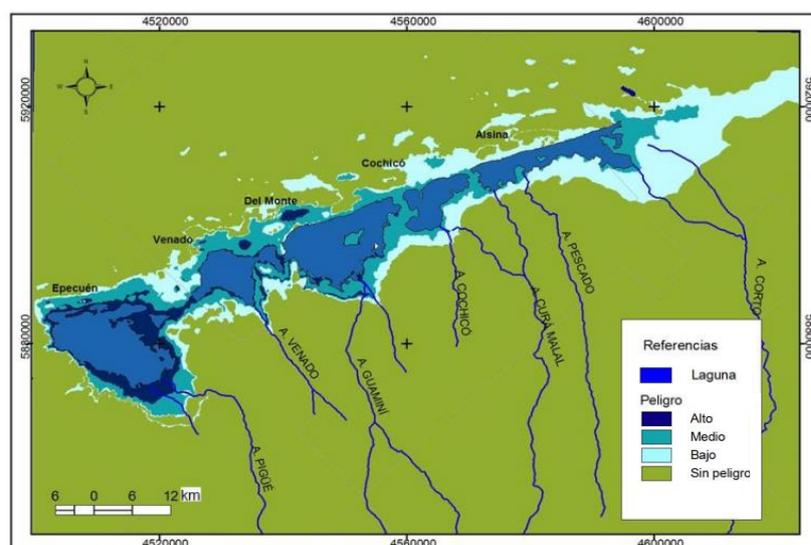


Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.1.2. Peligro de Inundación

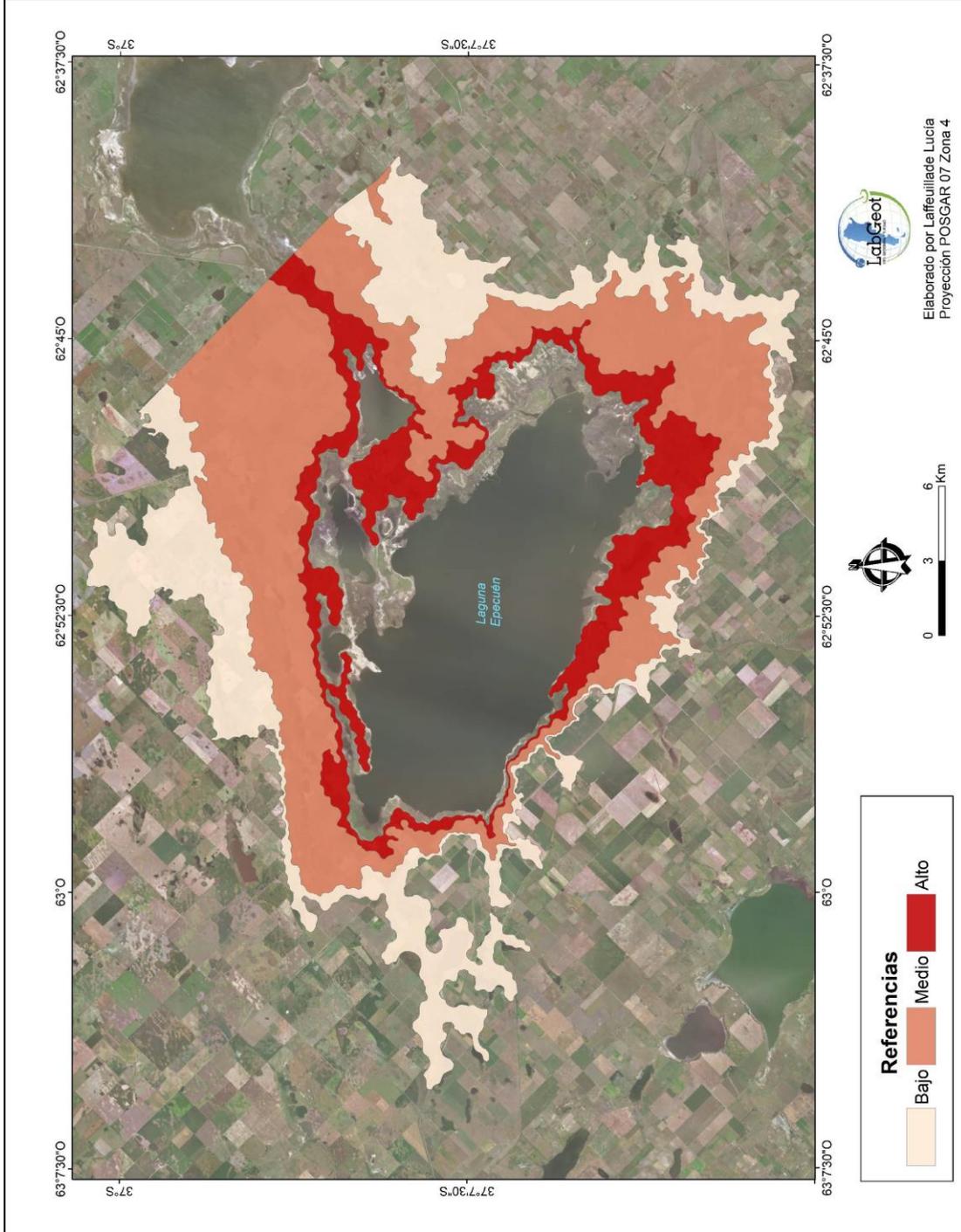
Como se ha mencionado en los primeros capítulos de la investigación, Epecuén se encuentra en el sector más bajo de la cuenca de las Encadenadas, lo que provoca un ascenso de las aguas en distintos sectores de la laguna destinados al uso residencial, turístico-recreativo, industrial o agrícola-ganadero. Geraldí (2009) establece una serie de anillos (Fig. 18) con distinto grado de peligro de inundación: sectores debajo de la cota 105 se considera una zona con alto peligro de inundación (representado en color azul intenso), entre cota 105-115 zona de peligro medio (celeste oscuro), peligro bajo entre cotas 115-120 (celeste claro) y por último, sin peligro de inundación áreas superiores a la cota 120 (verde). Esto permitió definir la variable “peligro de inundación” la cual reviste interés dado que, como afirma la autora, la mayor parte de la localidad de Carhué, al igual que la ex villa turística Epecuén, se localiza dentro de la zona de alto peligro y para cualquier emplazamiento a futuro, se debería tener en cuenta las zonas que representan peligro de inundación, hecho apreciable en la figura 19, donde el área con alto peligro de inundación se representa en color rojo intenso. También, se aprecia en la imagen que los sectores de alto peligro coinciden con las áreas donde se encuentran los escurrimientos y sus llanuras de inundación y sectores que, ante excedentes, se conectan formando una gran lámina de agua (Epecuén- La Paraguaya).

Figura 18
Mapa de peligro de inundación basado en la geomorfología, topografía y cotas históricas



Fuente: Geraldí, A., 2009

Figura 19
Variable Peligro de inundación de la laguna Epecuén e inmediaciones



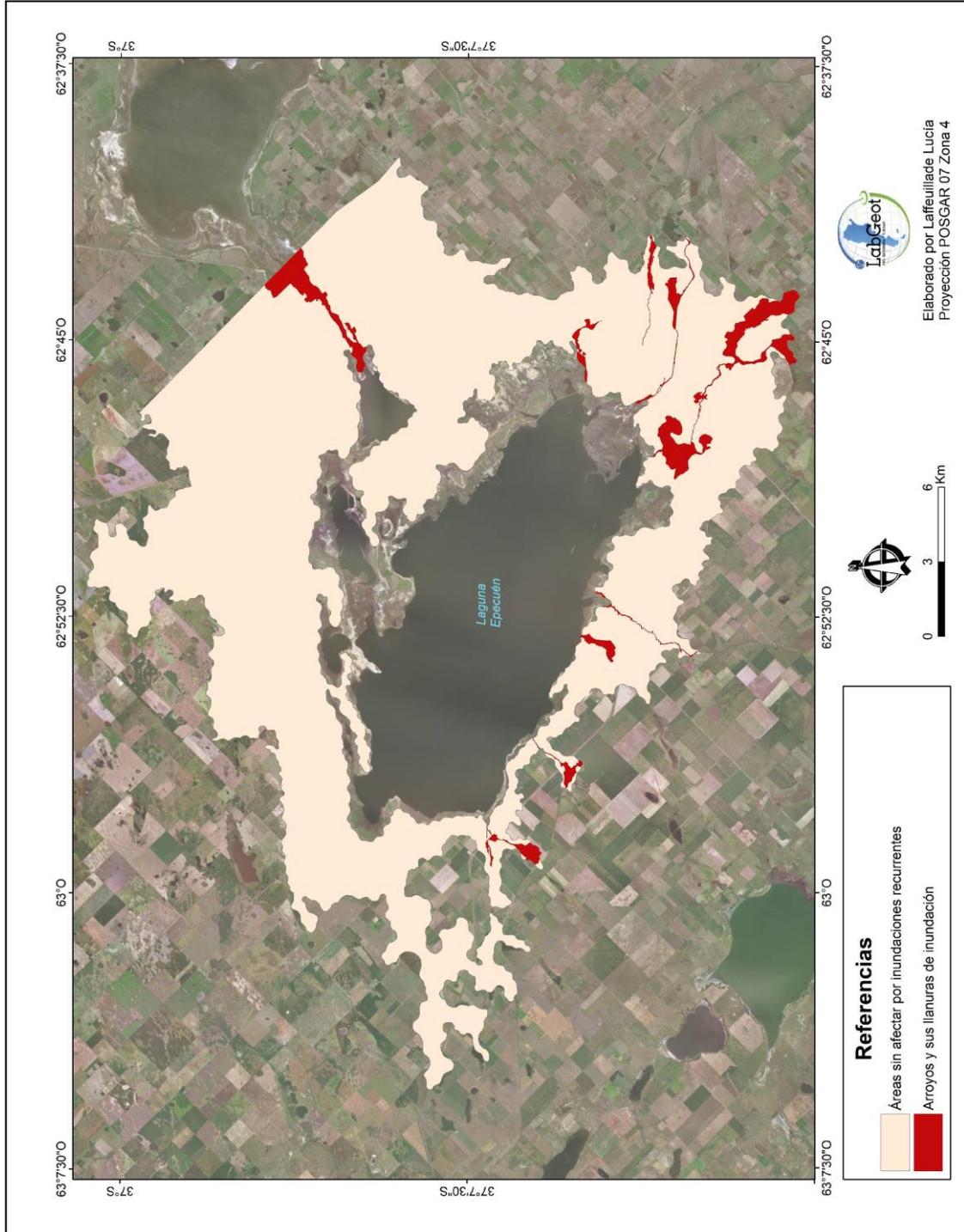
Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.1.3. Cursos de agua

La alternancia de periodos secos y húmedos, además de la variabilidad climática que acontecen en la actualidad, provocan excedentes hídricos en la región, lo que afecta tanto a la laguna como a los cursos de agua. La variable cursos de agua es considerada importante para la determinación de sitios óptimos dado que, si ocurriera una inundación, la infraestructura del balneario podría verse afectada en caso de que la instalación sea próxima a estos sectores. Como afirma Paoli (2015:8) “las pérdidas ocasionadas por las inundaciones constituyen un serio problema [...], esto se debe a que la ocupación de los valles fluviales y especialmente de las llanuras aluviales de inundación, plantean una grave disyuntiva. Por una parte, son lugares atrayentes para las más diversas actividades humanas, pero, por otra parte, están sujetas al peligro de inundación”. Sumado a esto, el aumento de la frecuencia de lluvias, por efecto de la variabilidad climática, genera excedentes, lo que provoca acumulación de agua. Ameghino (1969) asegura que, en épocas de grandes lluvias, el agua se acumula en los puntos más bajos y de poco declive, formando charcos o pantanos. Esta lámina de agua poco profunda está constituida por lodo negro arcilloso e impermeable que impide la infiltración de las aguas en el subsuelo, convirtiéndose en zona anegada. “En Argentina, esos fenómenos climáticos extremos son cada vez más frecuentes y muchos especialistas aseguran que tiene que ver con los efectos directos del calentamiento global.” (Clarín, 2018).

En la figura 20 se representa la variable; el color rojo representa los cursos de agua con sus llanuras de inundación, considerados no aptos para la instalación de un balneario dado que, como se mencionó previamente, las estructuras pueden ser afectadas ante lluvias en la región que provoquen excedentes. Entre los tributarios se encuentra el arroyo Pigüé, el arroyo Pull grande y aporte de caudal mediante sistema de canales de la laguna del Venado. Se puede apreciar que en el sector sureste del área de estudio es el sector de mayor concentración de arroyos y llanuras de inundación, lo cual coincide con el emplazamiento de la localidad de Carhué.

Figura 20
Variable Cursos de agua de la laguna Epecuén



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.1.4. Humedad del suelo

Las aguas y el barro de Epecuén son consideradas terapéuticas. Gasparri (2013:67) afirma que “por su carácter hipertónico y su saturación de sales, son el marco apropiado para terapias rehabilitadoras”. También resulta de gran interés realizar fangoterapia, la cual “consiste en la aplicación cutánea de los sedimentos naturales del Lago Epecuén en forma de limo o barro” (Gasparri, 2013:86). Es por ello, que las áreas con presencia de suelos con alto contenido de humedad son óptimas para la instalación de un balneario.

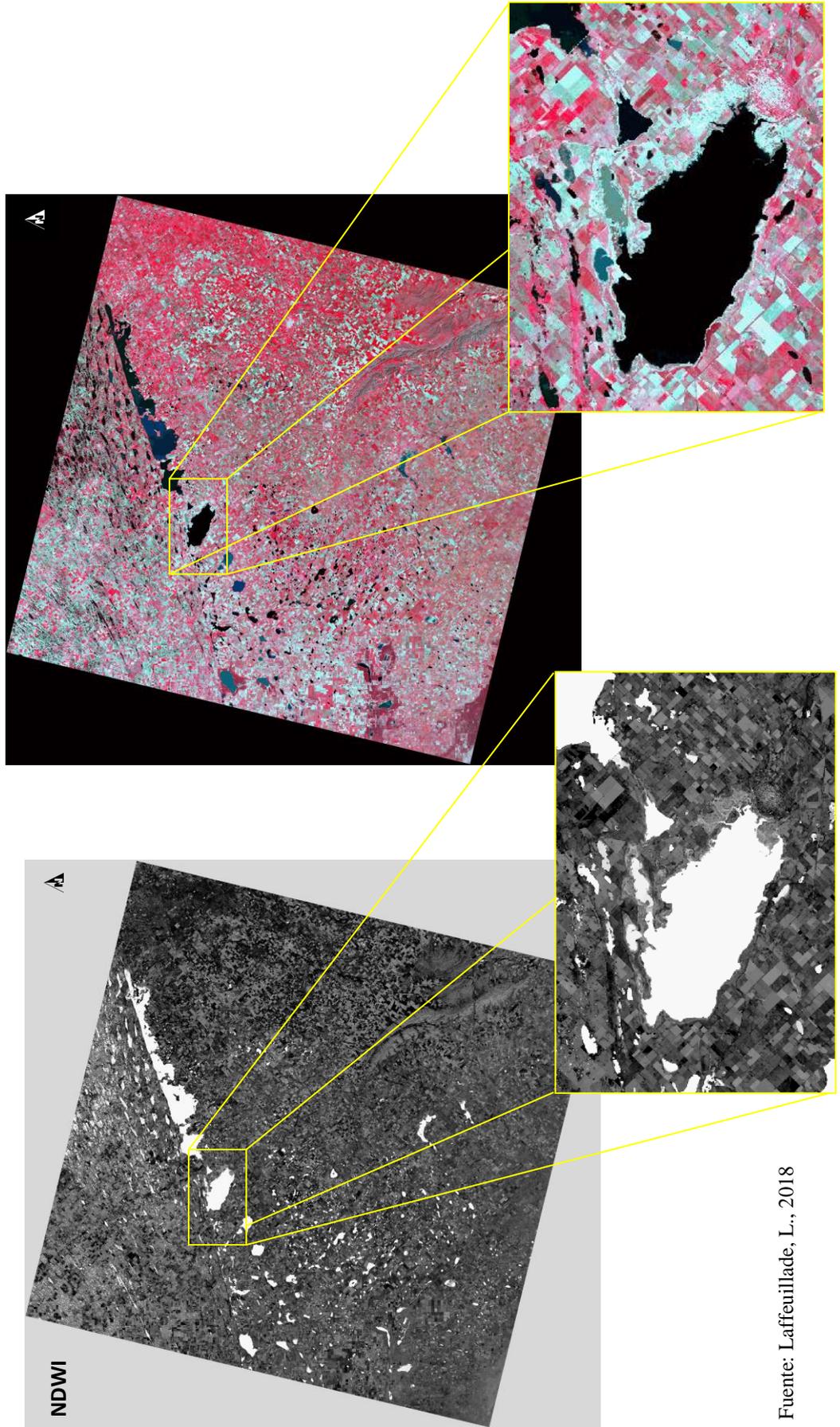
En la figura 21 se presentan los resultados de la aplicación del índice NDWI y combinación de bandas RGB 5,4,3 de la imagen LandSat 8 utilizada para la identificación de suelos con alto contenido de la humedad.

El índice NDWI permite diferenciar los suelos húmedos de los secos y sus valores oscilan entre 1 y -1. Los valores > 0 corresponden a suelos cubiertos de agua o con cierta humedad en el suelo, mientras que los valores < 0 hacen referencia a sectores con suelo descubierto o con algún tipo de vegetación que lo cubre. La relación tonos de gris y valor del índice es el siguiente: a mayor valor del índice, más claro es el tono de gris, y viceversa; es decir 1=blanco, mientras que -1=negro. En cuanto a la combinación de bandas RGB 5,4,3, el color rojo hace referencia a suelos con vegetación, mientras que los colores cian y negro son suelos descubiertos y cuerpos de agua respectivamente.

En base a lo expuesto, los resultados reflejan la presencia de superficies cubiertas de agua en el área de estudio (a excepción de los bordes de la imagen), las cuales poseen diferentes características. También se observa la existencia de campos con vegetación vigorosa y campos con suelo descubierto, lo cual se relaciona con los bajos valores de NDWI.

Cabe destacar, que la vegetación es un factor que influye al aplicar este índice dado que, como se mencionó en capítulos anteriores, el índice utiliza la banda verde del Visible e Infrarrojo Cercano. Esto significa que la alta reflectividad en el sector del verde y la alta absorción del agua (propio de vegetaciones en clímax y con alto contenido de humedad en el suelo por encontrarse en situación de riego) da como resultado valores positivos, al igual que las cubiertas de agua.

Figura 21
NDWI y combinación RGB 543 de imagen Landsat 8 sensor OLI 227-086 (noviembre 2017)



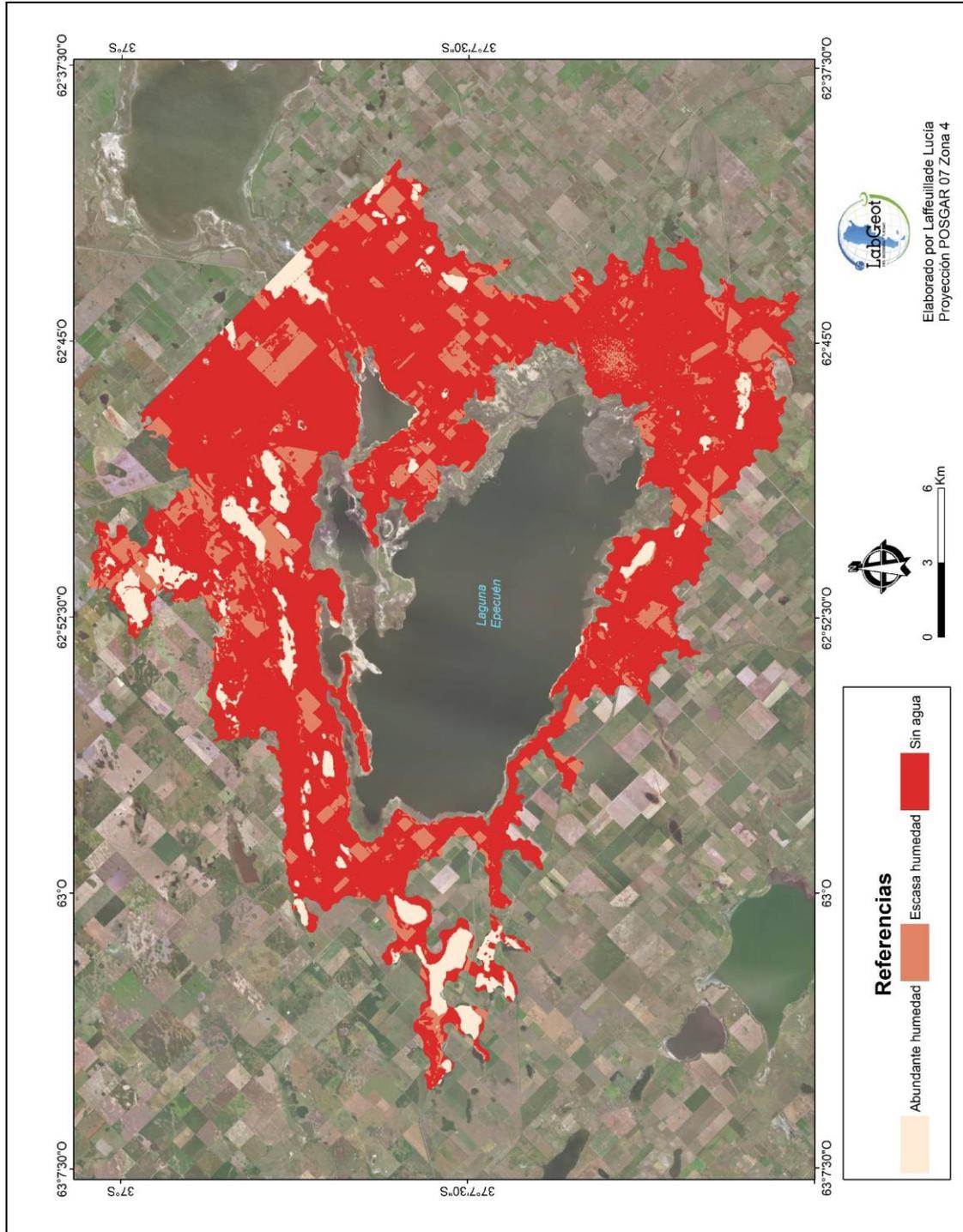
Fuente: Laffeuillade, L., 2018

El producto derivado del índice aplicado se clasificó en 10 clases y se obtuvo una matriz donde cada píxel es asignado a una clase en correspondencia con cada valor digital, asumiendo que tienen características espectrales homogéneas (Fig. 13). El patrón resultante de la clasificación no supervisada simplemente es organización de los píxeles por sus valores, sin especificar qué tipo de cobertura o uso de suelo corresponde a cada clase dado que ese etiquetado es un análisis que debe hacer el investigador posteriormente (Chuvieco, 2008). Luego de la fusión de clases y recorte del área de estudio los resultados fueron las siguientes coberturas: suelo con abundante humedad (2.288 hectáreas de superficie), escasa humedad (4.894 hectáreas) y sin agua (25.315 hectáreas).

El autor Gasparri afirma que es un barro homogéneo, adherente, plástico y untuoso. En las aguas de la laguna existen restos de un crustáceo (*Artemia Salina*), que, al frotar el barro, liberan un aceite aportando propiedades medicinales (Gasparri, 2013). Por lo expuesto, se entiende que, ante la ausencia de humedad en el suelo, las propiedades del barro no serán las mismas que las de la ex villa Epecuén, característica que hizo famosa a la localidad. Es por ello, que el suelo con mayor humedad tiene aptitud para la instalación de un balneario.

En la figura 22 se observa la presencia de cuerpos de agua en la región, puntualmente en sectores norte y oeste del área de estudio. Cabe destacar que los resultados de la variable están asociados a la presencia de campos con cultivos que, dada la fecha de la imagen satelital utilizada, podrían tratarse de áreas que se encontraban en situación de riego. Sin embargo, acercándonos a la costa de la laguna se aprecia como el producto obtenido refleja otra realidad, el alto contenido de humedad.

Figura 22
Variable Humedad del suelo de la laguna Epecuén e inmediaciones



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.1.5. Área sensible natural

El área sensible natural es una variable que representa sectores de interés ambiental dado su condición actual de preservación. Para el análisis de las categorías de esta variable se debe considerar utilizar una serie de anillos que indican la magnitud de intervención posible del elemento. Como indica el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras (FUPNAND, 2012), la primera zona corresponde al elemento de interés o área protegida, según corresponda, con los límites precisos según lo establezca la ley. La zona de amortiguamiento es el sector contiguo a la zona núcleo y la importancia de esta zona es que permite una interacción con el ambiente, pero controlado. La zona de influencia es la que sigue a la zona de amortiguamiento y no tiene un límite exterior, permitiendo la utilización del espacio sin necesidad de controlar sus efectos negativos o positivos sobre el área protegida.

Uno de los elementos a considerar es la zona de nidificación de flamencos, sector donde el flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) construye sus nidos. Esta especie vive en la laguna Epecuén y es la segunda colonia más grande de Latinoamérica. Se asientan en la laguna debido a la presencia de alimento, al igual que otras especies de aves que se acercan por el mismo motivo. Es de importancia considerar esta área dentro de la variable dado que es una especie “casi amenazada” según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. A su vez, el sector de las Encadenadas del Oeste se declaró AICA (Área de importancia para la conservación de las Aves), incluida la laguna Epecuén. El cálculo del buffer para determinar el área de amortiguamiento arrojó una distancia de 500 metros según lo establecido por Barisón (2014).

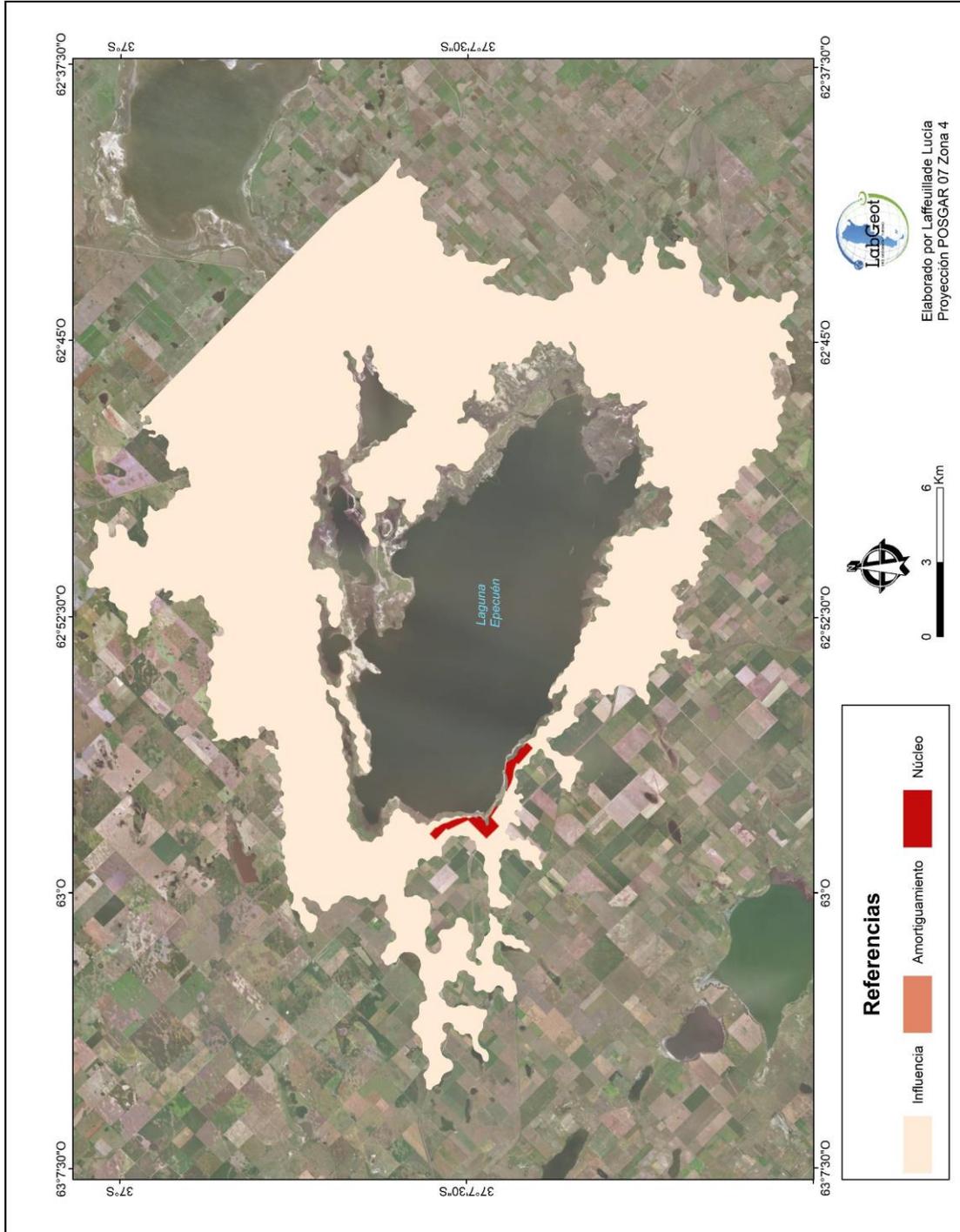
También hay presente en el área de estudio un sector relicto del bosque de caldenes (*Prosopis caldenia*). Dicha área se redujo considerablemente con el pasar de los años y actualmente esta especie se encuentra en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). La zona núcleo comprende el bosque completo y el área de amortiguamiento al sector de contacto entre la actividad agrícola-ganadera y el bosque, con un ancho de 30 metros en relación a las distancias a las que se ubican (naturalmente) los ejemplares entre sí (Menéndez et al., 2007).

En la figura 23 se observa el área núcleo y de amortiguamiento, apreciable en la costa oeste de la laguna, la cual representa al bosque de caldenes, considerada de interés por su estado crítico luego del avance de la frontera agrícola-ganadera que provocó la reducción

del área. Además, como se ha mencionado en capítulos previos, este bosque cuenta con una gran diversidad de flora y fauna. La zona de amortiguamiento permite que el bosque no se vea afectado directamente por la acción antropogénica, lo que posibilita un crecimiento del área boscosa sin intervención del hombre.

Figura 23

Variable Área sensible natural de la laguna Epecuén



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.1.6. Área sensible cultural

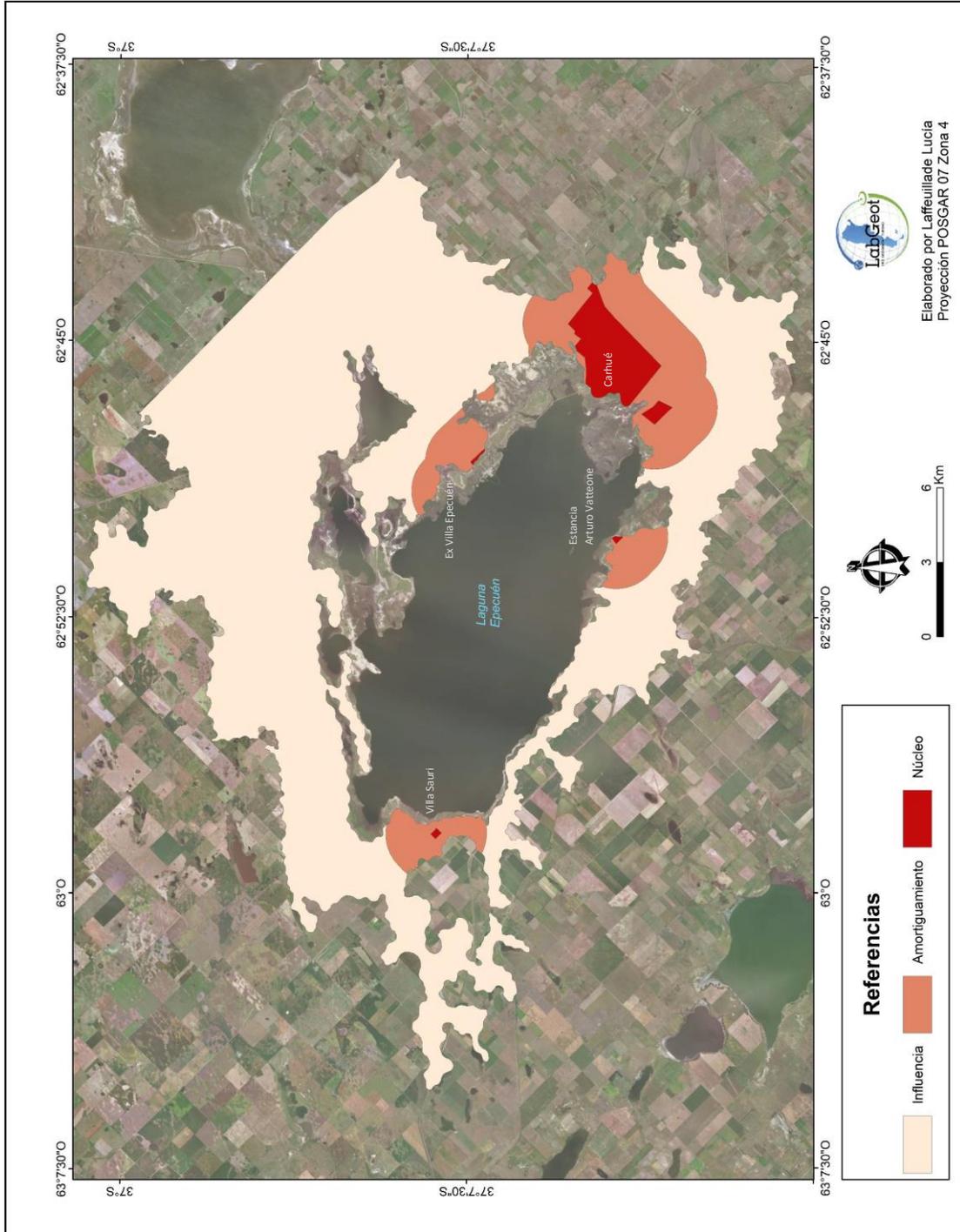
Previamente se indicó la importancia de las localidades emplazadas en las costas de la laguna. Estas localidades tuvieron momentos de auge como de decadencia y se vieron afectadas por las fluctuaciones del agua. El caso más conocido fue el de la ex Villa Epecuén, que luego de la inundación de 1985 quedó hasta 9 metros bajo agua. Luego, por decreto municipal y por ley provincial, se declaró “Monumento Histórico Provincial” (ley 14696, 2014). El mismo año se declaró también por decreto N°1138 como “Bien de Interés Histórico y Artística” al Matadero Municipal, localizado en las inmediaciones de la ex Villa turística Epecuén. (Anexo VI). Otros asentamientos también se vieron afectados por las inundaciones: Carhué, ex Villa Sauri y el balneario de Arturo Vatteone. La primera de ellas desde el año 2014 es cabecera del Distrito Adolfo Alsina y declarada “Capital Provincial del Turismo Termal” (decreto 839, ley provincial 14639). También fueron declarados el Palacio Municipal como Monumento Histórico (decreto 1138) y la Cruz del Cementerio como “Bien de Interés Histórico y Artístico” (decreto 1138) en el año 2014 (en Anexo VI). En cuanto a la ex Villa Sauri y el ex balneario Vatteone, Mercuri (2017:2), haciendo alusión a estos, afirma que la región cuenta, además de las reconocidas ruinas de Epecuén, con elementos culturales “muy importantes e inexplorados hasta el momento, los cuales podrían formar parte de la oferta turística”. La autora propone senderos interpretativos que tienen como objetivo diversificar la oferta turística recreativa. Es por ello, que se tuvo en cuenta estos elementos dentro del análisis de variables, dado que puede existir una revalorización del área y un aporte al estudio realizado en la región, sin afectar de manera negativa el patrimonio arquitectónico.

Para la digitalización de estos elementos se utilizó el mismo criterio que la variable “Áreas Sensibles Naturales”, una serie de anillos. En relación con el patrimonio arquitectónico, el autor Merodio (2011:4) afirma que “es prioritario la concepción de zona núcleo y zona de amortiguamiento; la primera caracterizada por una elevada concentración de monumentos y vialidades con importante significado cultural, económico y político, mientras que la segunda incluso puede no contar con patrimonio alguno, pero su inclusión es indispensable para explicar en su conjunto las dinámicas ocurridas en la evolución de la ciudad.”. La digitalización de las zonas núcleo se realizó en base a leyes, decretos y planificación del municipio de Adolfo Alsina (Anexo VIII). Del análisis de esta información se determinó una distancia de 1800 metros para la ex Villa Sauri y 1600 metros para el ex balneario Vatteone. En cuanto a la ex Villa turística Epecuén, se digitalizó como zona núcleo al área

mencionada en la ley provincial 14696 (Anexo VII). La zona de amortiguamiento quedó definida a una distancia de 2000 metros. Esta distancia se calculó desde los límites que menciona la ley provincial hasta lo planificado por el municipio. Además, se observa el área urbana de Carhué con su zona de amortiguamiento (Fig. 24). Del análisis espacial se determina una zona de amortiguamiento de 1800 metros que, ante la inexistencia de criterios para definir las distancias adecuadas, se calculó el promedio de las zonas de amortiguamiento ya establecidas en los elementos anteriores.

En la figura 24 se observan las áreas en tonos rojos, relacionados con su aptitud para la instalación de un balneario (más oscuro indica menor aptitud). En la costa sureste se encuentra la localidad de Carhué y el Cristo. Al oeste de dicha localidad el ex balneario Vatteone y en la costa noreste de la laguna las ruinas de la ex Villa Epecuén y ruinas del Matadero. Por último, en la costa oeste de la laguna las zonas correspondientes a las ruinas de Villa Sauri.

Figura 24
Variable Área sensible cultural de la laguna Epecuén



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.2. Ponderación de variables con el método AHP.

La ponderación de las categorías de cada variable se realizó con el método AHP considerando, para la asignación de los pesos, una escala (Tabla III) con justificación teórica y basada en los saberes e intereses de actores locales (capítulo 3). Luego de la asignación de pesos y su respectiva valoración/validación se normalizan para que los resultados puedan ser incorporados en una base de datos geográfica, para ser modelados con asistencia de un Sistema de Información Geográfica, a través del álgebra de mapas. A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada variable analizada.

4.2.1. Restricción Legal

En la tabla X se presentan los resultados obtenidos de la asignación de pesos a cada categoría analizada de la variable Restricción Legal, la normalización de los valores y cálculo del Eigenvector principal. La tabla XI contiene los resultados del cálculo de λ , el Índice de Consistencia y Relación de Consistencia.

Tabla X
Resultados del método AHP, variable Restricción legal

Matriz comparación			Normalización		Eigenvector principal	Normalización del Eigenvector
	Apto para construir	No Apto para construir	Apto para construir	No Apto para construir		
Apto para construir	1	9	0,90	0,90	1,80	0,90
No Apto para construir	1/9	1	0,10	0,10	0,20	0,10
Sumatoria	1,11	10,00				

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XI
Resultados de IC y RC, del criterio Restricción legal

λ máx.	2
IC	0
RC	0

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Los IC y RC se calculan en base a una escala numérica (Tabla VIII), la cual asigna un valor en la fórmula de acuerdo a la cantidad de categorías presente en la variable. En este caso (Tabla XII) al considerarse dos categorías, el valor es 0, por lo tanto, los resultados serán del mismo valor.

Una vez obtenidos los pesos y normalizados se convirtieron a raster las variables, las cuales al reclasificarlas dio como resultado una nueva capa (Fig. 25).

Figura 25

Resultado de reclasificación de la variable Restricción legal



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XII

Pesos obtenidos del criterio Restricción legal

Categorías	Peso
No Apto para construir	0
Apto para construir	100

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Para el caso de la variable restricción legal, el resultado obtenido es un peso de 100 para sectores aptos para la instalación de balnearios, mientras que los sectores no aptos un valor de 0 (Tabla XII).

4.2.2. Peligro de inundación:

La asignación de pesos de las variables se observa en la tabla XIII mientras que la normalización, cálculo del Eigenvector principal (y su normalización) se encuentran en la tabla XIV.

Tabla XIII

Matriz comparación por pares de la variable Peligro de inundación

Comparación por pares			
	Bajo	Medio	Alto
Bajo	1	3	5
Medio	1/3	1	3
Alto	1/5	1/3	1
Sumatoria	1,53	4,33	9,00

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XIV

Normalización y cálculo de Eigenvector principal de la variable Peligro de inundación

NORMALIZACION				Eigenvector principal	Normalización del Eigenvector
	Bajo	Medio	Alto		
Bajo	0,65217	0,69231	0,55556	1,90004	0,6333
Medio	0,21739	0,23077	0,33333	0,78149	0,2605
Alto	0,13043	0,07692	0,11111	0,31847	0,1062
					1,00

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Estos resultados permitieron el cálculo de λ máx., Índice de Consistencia y Relación de Consistencia (Tabla XV)

Tabla XV

Resultados obtenidos de IC y RC del criterio Restricción legal

λ máx.	3,04
IC	0,02
RC	0,04

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

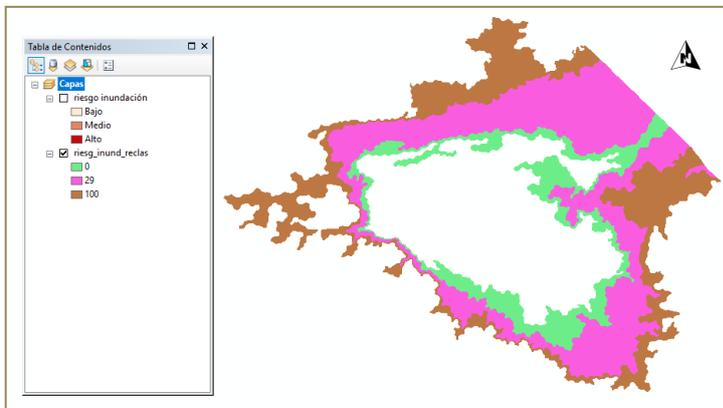
La Relación de Consistencia es el valor que nos valida los resultados obtenidos. Un valor de $RC > 0,10$ indicaría que los pesos asignados no son los correctos. En el caso de la variable Peligro de inundación el resultado de RC fue de 0,04, lo cual significa que los valores que se asignaron a cada categoría en la matriz de comparación de pares son aceptables.

Con los resultados obtenidos en la ponderación se procedió a la conversión de los resultados en el SIG de vectorial a raster y su posterior reclasificación, de modo tal que permita realizar el álgebra de mapas (figura 26).

Como se observa en la tabla XVI la categoría de mayor peso corresponde al sector con bajo peligro de inundación (100), seguido de peligro medio (29) y, por último, con menor ponderación, el sector con alto peligro de inundación (0). Esta valoración se relaciona directamente con el perjuicio que puede generar una inundación a la población emplazada en zonas con alto y mediano peligro.

Figura 26

Resultado de la reclasificación de la variable Peligro de inundación



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XVI

Pesos obtenidos de del criterio Peligro de inundación

Categorías	Peso
Alto	0
Medio	29
Bajo	100

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.2.3. Cursos de agua

Los cursos de agua, al igual que la variable restricción legal, son criterios de tipo limitantes y por lo tanto, binarias. En la tabla XVII se presentan los resultados obtenidos de la asignación de pesos de las categorías, normalización y cálculos del Eigenvector principal que dan lugar al cálculo de los pesos para la integración en un S.I.G.

Tabla XVII

Resultados del método AHP, variable Cursos de agua

Cursos de agua			Normalización		Eigenvector principal	Normalización del Eigenvector
	Áreas sin afectar por inundaciones recurrentes	Arroyos y sus llanuras de inundación	Áreas sin afectar por inundaciones recurrentes	Arroyos y sus llanuras de inundación		
Áreas sin afectar por inundaciones recurrentes	1	9	0,90	0,90	1,80	0,90
Arroyos y sus llanuras de inundación	1/9	1	0,10	0,10	0,20	0,10
sumatoria	1,11	10,00				

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

En cuanto al cálculo de la Relación de Consistencia, al tratarse de una variable con dos alternativas el resultado, indefectiblemente será cero (0), como se observa en la tabla XVIII

Tabla XVIII

Resultados obtenidos de IC y RC del criterio Cursos de agua

λ máx.	2
IC	0
RC	0

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

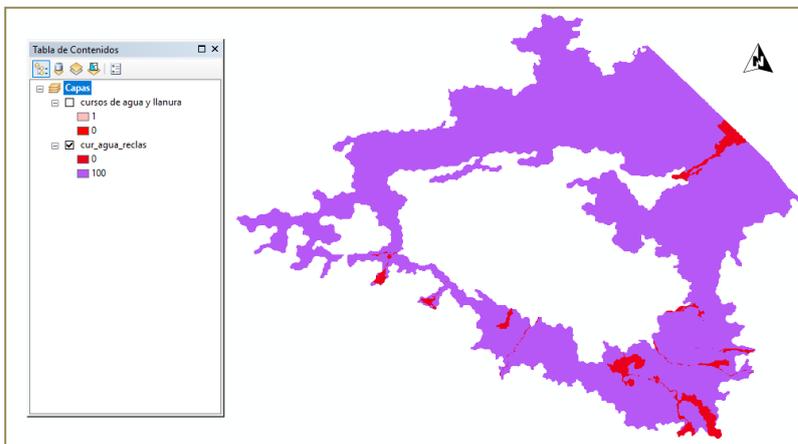
La ponderación de las categorías se presenta en la tabla XIX. En este caso la categoría “Áreas sin afectar por inundaciones recurrentes” arrojó un peso de 100 mientras que “Arroyos y sus llanuras de inundación” un valor de 0. Estos pesos se deben, como se mencionó, a la imposibilidad de localizar un balneario en llanuras de inundación de

arroyos por ser sectores de alto peligro de producirse inundaciones. La variable, originariamente en formato vectorial, se transformó a raster y se reclasificó los resultados obtenidos se presentan en la figura 27.

Las zonas no aptas pertenecen a las llanuras de inundación de los arroyos Pigüé, Pull, y drenajes intermitentes. El área con valor 0 ubicada al noreste de la laguna pertenece a un drenaje que ha sido modificado en épocas de sequía e inundación y que pone en contacto a la laguna Epecuén con la laguna Venado.

Figura 27

Resultado de la reclasificación de la variable Cursos de agua



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XIX

Pesos obtenidos del criterio Cursos de agua

Categorías	Peso
Arroyos y sus llanuras de inundación	0
Áreas sin afectar por inundaciones recurrentes	100

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.2.4. Humedad del suelo

Dicha variable contiene tres categorías: abundante humedad, escasa humedad y sin agua. En la tabla XX se observa el proceso del método AHP. En este caso, tanto abundante, como escaso contenido de agua tienen un peso superior a la categoría sin agua. El resultado de la relación de Consistencia (Tabla XXI) arrojó un valor de 0,06, lo que significa que la asignación de pesos en la matriz de comparación por pares fue acertada.

Tabla XX

Resultados del método AHP, variable Humedad del suelo

Comparación por pares				Normalización			Eigenvector principal	Normalización del Eigenvector
	Abundante	Escasa	Sin agua	Abundante	Escasa	Sin agua		
Abundante	1	5	7	0,74	0,79	0,64	2,17	0,72
Escasa	1/5	1	3	0,15	0,16	0,27	0,58	0,19
Sin agua	1/7	1/3	1	0,11	0,05	0,09	0,25	0,08
sumatoria	1,34	6,33	11,00					

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XXI

Resultados obtenidos de IC y RC del criterio Humedad del suelo

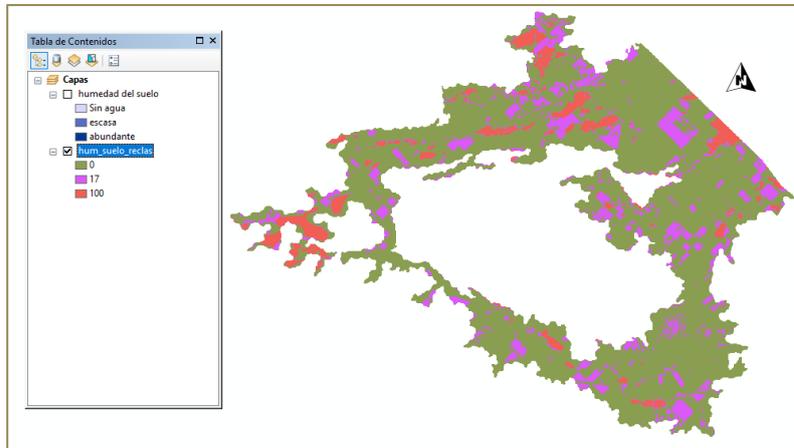
λ máx.	3,07
IC	0,03
RC	0,06

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

El resultado de reclasificación se observa en la figura 28, donde los sectores sin contenido de agua arrojaron un peso de 0, mientras que el escaso y abundante contenido de agua arrojó valores de 17 y 100, respectivamente.

Figura 28

Resultado de la reclasificación de la variable Humedad del



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XXII

Pesos obtenidos del criterio Humedad del suelo

Categorías	Peso
Sin agua	0
Escasa humedad	17
Abundante humedad	100

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.2.5. Área sensible natural

En lo que refiere a las variables “Áreas sensibles” (natural o cultural), el área de influencia siempre será el que mayor peso tendrá, siguiendo el área de amortiguamiento y por último la zona núcleo. Esto se debe al nivel de intervención que se le puede imprimir a los elementos que la conformen.

En el caso del área sensible natural, en la tabla XXIII se observa la matriz de comparación por pares y es apreciable lo mencionado anteriormente.

Tabla XXIII

Matriz de Comparación por pares, variable Área sensible natural

Comparación por pares			
	Influencia	Amortiguamiento	Núcleo
Influencia	1	3	7
Amortiguamiento	1/3	1	3
Núcleo	1/7	1/3	1
Sumatoria	1,48	4,33	11,00

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

En cuanto a las tablas XXIV y XXV representan los cálculos realizados para llevar a cabo el método AHP y validación del mismo respectivamente. La relación de Consistencia en este caso arrojo un resultado de 0,01, es decir, que nuevamente los pesos asignados en la tabla XXIII fueron aceptables.

Tabla XXIV

Resultados de la normalización y cálculo de Eigenvector principal de la variable Área sensible natural

Normalización				Eigenvector principal	Normalización del Eigenvector
	Influencia	Amortiguamiento	Núcleo		
Influencia	0,68	0,69	0,64	2,01	0,67
Amortiguamiento	0,23	0,23	0,27	0,73	0,24
Núcleo	0,10	0,08	0,09	0,26	0,09
					1,00

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XXV

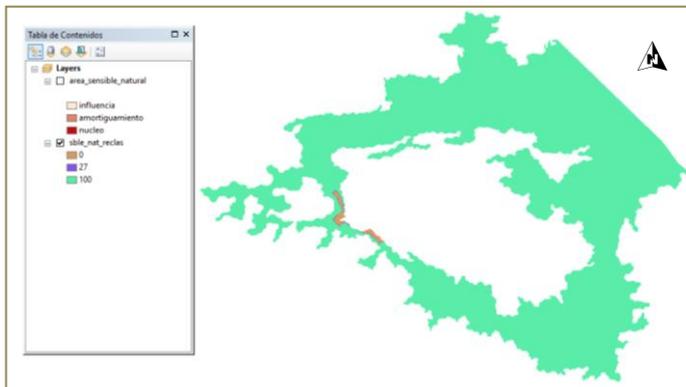
Resultados del IC y RC del criterio Área sensible natural

λ máx.	3,01
IC	0,00
RC	0,01

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Al igual que otras variables analizadas, la creación del área sensible natural se realizó en formato vectorial, motivo por el cual se requiere la conversión a formato raster para poder llevar a cabo el álgebra de mapas. Luego se reclasificaron las categorías según los pesos arrojados por el método AHP. En el caso de la zona de influencia, es decir el representado en tonos celestes en la figura 29 tiene un peso 100, mientras que la zona de amortiguamiento un peso de 27 y, como se dijo, la zona núcleo 0.

Figura 29

Resultados de la reclasificación de la variable Área sensible natural

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XXVI

Pesos obtenidos del criterio Área sensible natural

Categorías	Peso
Zona Núcleo	0
Zona de Amortiguamiento	27
Zona de influencia	100

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.2.6. Área sensible Cultural

El área sensible cultural, al igual que el Área Sensible Natural, tiene interés dado la historia del lugar, sumado al reconocimiento de estas áreas por organismos locales y provinciales. En la tabla XXVII se presenta la matriz de comparación por pares de las categorías que se han tenido en cuenta para el análisis y en la tabla XXVIII los resultados de los procedimientos aplicados con el método AHP, desarrollado en capítulos anteriores.

Tabla XXVII

Matriz de comparación por pares, variable Área sensible cultural

Comparación por pares			
	Influencia	Amortiguamiento	Núcleo
Influencia	1	3	7
Amortiguamiento	1/3	1	3
Núcleo	1/7	1/3	1
sumatoria	1,48	4,33	11,00

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XXVIII

Resultados de la normalización y cálculo de Eigenvector principal de la variable Área sensible cultural

Normalización				Eigenvector principal	Normalización del Eigenvector
	Influencia	Amortiguamiento	Núcleo		
Influencia	0,68	0,69	0,64	2,01	0,67
Amortiguamiento	0,23	0,23	0,27	0,73	0,24
Núcleo	0,10	0,08	0,09	0,26	0,09
Fuente: Laffeuillade, L., 2018					1,00

En cuanto a la Relación de Consistencia de la variable el resultado fue 0,01 (Tabla XXIX). Cabe aclarar que, para que el método aplicado sea aceptado, el resultado RC debe ser inferior a 0,10.

Tabla XXIX

Resultado de IC y RC del criterio Área sensible cultural

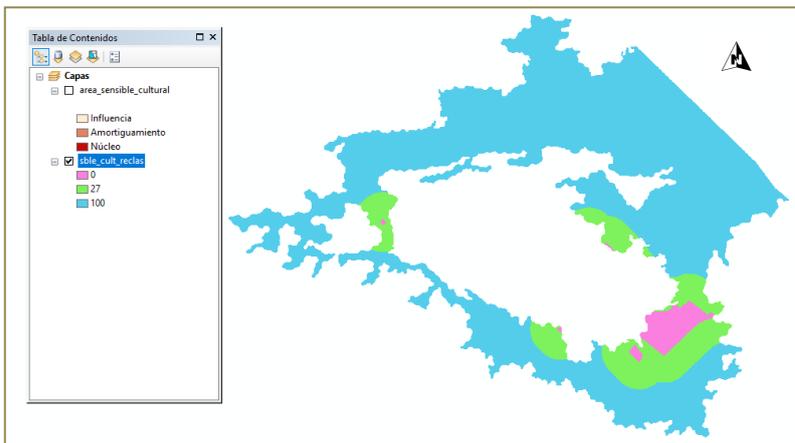
λ máx.	3,01
IC	0,00
RC	0,01

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

El resultado de la reclasificación de la variable Área Sensible Cultural se observa en la figura 30, donde la representación en celeste corresponde a la zona de influencia, la cual obtuvo un peso de 100. El color verde representa a la zona de amortiguamiento, con un peso total de 27 y, por último, el área núcleo, con un valor 0 en los pesos, de color rosa.

Figura 30

Resultados de la reclasificación de la variable Área sensible cultural



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Tabla XXX

Pesos obtenidos del criterio Área sensible cultural

Categorías	Peso
Zona Núcleo	0
Zona de Amortiguamiento	27
Zona de influencia	100

Fuente: Laffeuillade, L., 2018

4.3. Producto final de la Evaluación Multicriterio: valoración de sitios según su aptitud para instalar un balneario y propuestas de localización.

El resultado de la aplicación de álgebra de mapas mediante Sistemas de Información Geográfica es una única capa. El álgebra de mapas permite generar nueva información, de la combinación de dos o más criterios. Los criterios analizados se combinaron mediante un álgebra de mapas según se representa en la figura 31. Esta capa, de cuatro clases, representa el grado de aptitud que tiene el área de estudio para localizar el balneario. Las variables obtenidas por medio de la reclasificación se sumaron dando como resultado áreas con valores que oscilan entre 0 y 100.

El resultado del análisis realizado se presenta en la figura 32, en la cual se observa los lugares óptimos para la localización del balneario de la laguna Epecuén. Se representa en color rojo los sectores que tienen muy baja aptitud. Corresponden a estos sectores los lugares de gran interés social y natural: bosque de caldenes en el sector oeste del área de estudio, estancia de Arturo Vatteone al sur, ex villa Epecuén enfrentada a la estancia antes mencionada. Otros sectores que no son considerados óptimos corresponden a sitios que se encuentran ocupados por el ejido urbano de Carhué, sin embargo, la importancia de este sector es que se localiza sobre la llanura de inundación, tanto de la laguna como de los arroyos aledaños.

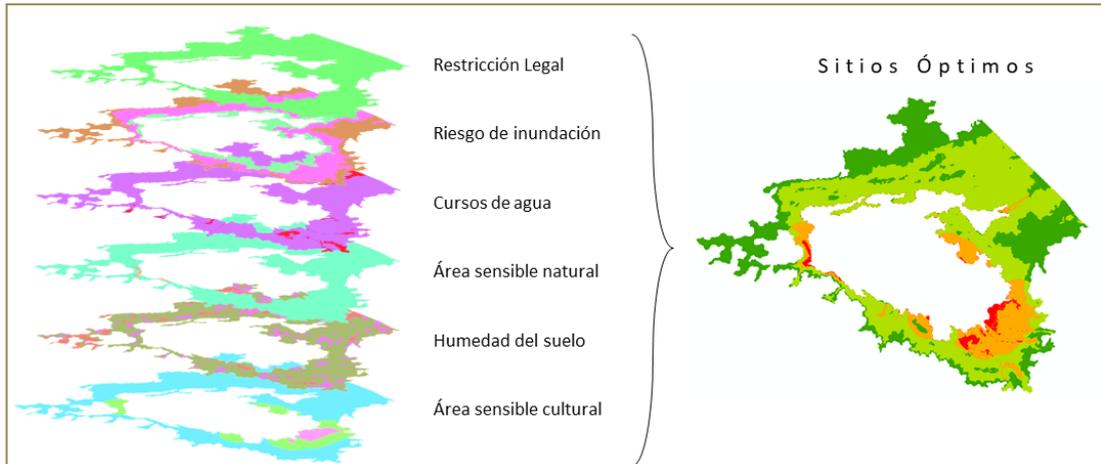
El color naranja representa sectores con baja aptitud para localizar un balneario. Estos sectores coinciden, en su mayoría, con zonas de amortiguamiento de las áreas sensibles (tanto culturales como naturales) y en menor medida con llanuras de inundación de arroyos. Esto último, a pesar de considerarse un riesgo para la instalación de balnearios, obtuvo tal aptitud por tratarse de sectores con alto contenido de humedad en el suelo y aptos para la instalación en relación con las variables “restricción legal” y “áreas sensibles cultural” y “área sensible natural”.

Los colores verdes claro y verde oscuro representan sectores con media y alta aptitud respectivamente. El sector con alta aptitud se debe también al contenido de humedad en el suelo, dado que si se observa el mapa de dicha variable se aprecia que los pequeños sectores al norte y al sur corresponden a cuerpos de agua presentes en la región. Al igual que estos pequeños cuerpos de agua, en el sector de la costa centro sur, hay un pequeño sector en tonos verde oscuro (alta aptitud). Este resultado es favorable dado que no presenta influencia de las variables “áreas sensibles” (natural y cultural), “cursos de agua” ni “zonas con peligro de inundación”, al contrario, es un sector beneficioso para la

instalación dado que es de bajo peligro de inundación por su altura en metros sobre el nivel del mar en la que se encuentra y con alto contenido de humedad. Es por ello, que este sector es el que resulta ser el sitio óptimo para la instalación de un balneario en la laguna Epecuén.

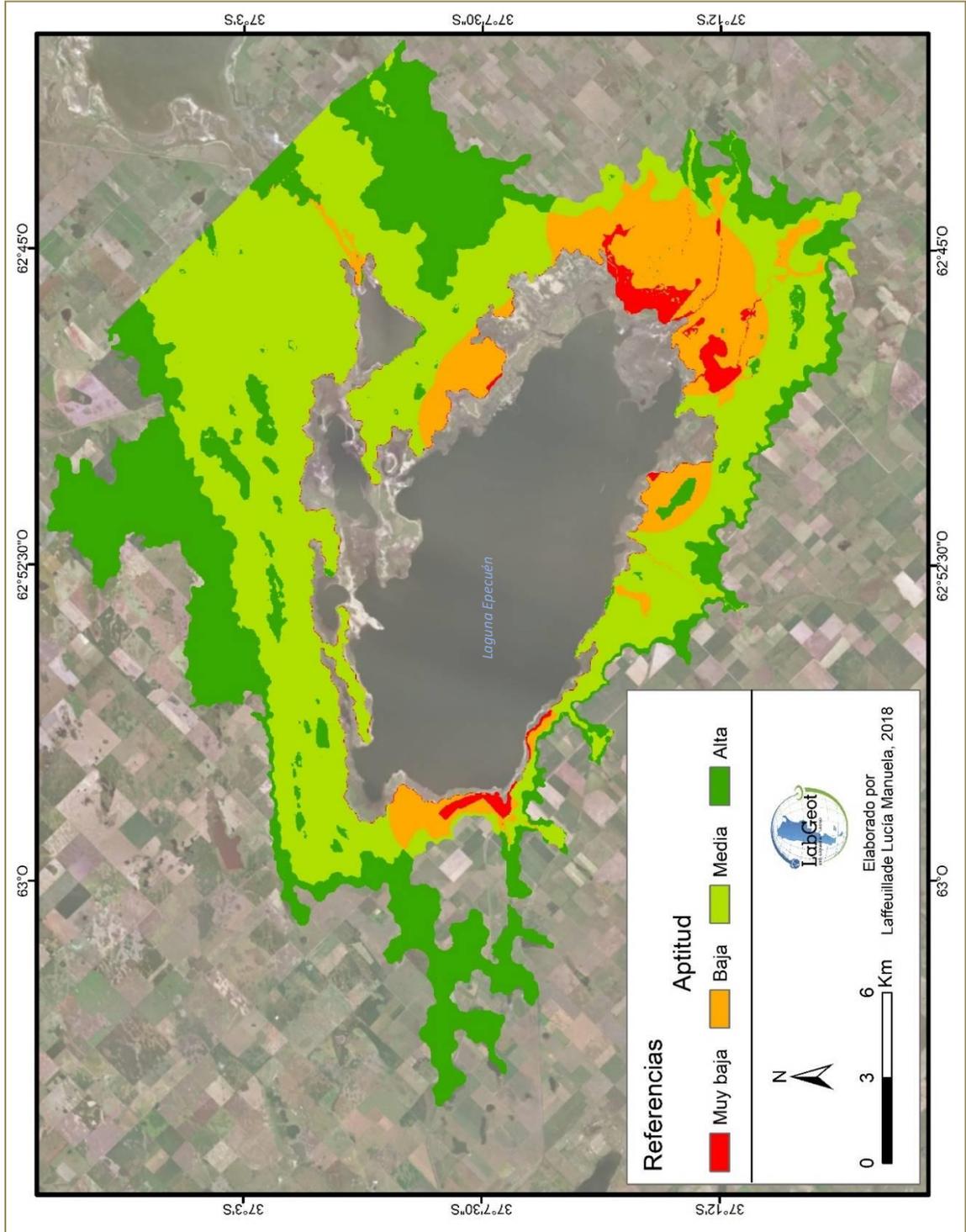
Figura 31

Representación del algebra de mapas realizado con las variables del entorno a la laguna Epecuén



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Figura 32
Mapa de sitios óptimos para la localización de un balneario en la laguna Epecuén



Fuente: Laffeuille, L., 2018

4.3.1. Elaboración de propuestas

En los últimos años la laguna Epecuén ha incrementado su superficie, puntualmente en sectores donde se localiza Carhué y la ex Villa Turística Epecuén. (Laffeullade y Geraldí, 2017), entonces, en base al análisis de la presente investigación es posible realizar las siguientes propuestas para afrontar el problema que acontece en la región:

- Realizar un estudio continuo en la región considerando las variables sociales, ambientales y económicas que presenta un área tan nutrida de elementos históricos y naturales, como es el caso de la laguna Epecuén. Con el objetivo de mejorar el desarrollo regional, reducir el impacto de las actividades antrópicas en el espacio y en la economía regional, se propone utilizar los instrumentos propios del Ordenamiento Territorial (planes, programas, proyectos) para diagnosticar, proponer, implementar y gestionar soluciones ante eventuales conflictos con usos del suelo y/o locaciones. Es importante considerar la participación de los distintos actores sociales mediante talleres, charlas y encuestas, de modo tal que las decisiones que se tomen sean acorde a las necesidades de la población.
- En relación al objetivo general planteado en la presente investigación, se propone como sitio óptimo para la instalación de un balneario turístico al sector que se encuentra en la costa centro sur de la laguna ($37^{\circ} 09' 46''$ S- $62^{\circ} 53' 40''$ O). De acuerdo a las variables analizadas y los resultados obtenidos con las técnicas de Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica, este sector tiene alta aptitud para la instalación dado su bajo riesgo de inundación, además de los factores, mencionados con anterioridad, que incrementaron su aptitud para ser considerado como sitio óptimo. Cabe destacar, que este sector también tiene aptitud dado que no se ve afectado por la disminución de la superficie lagunar, como sí sucede en la costa norte.
- Por último, y en relación con la propuesta antes planteada, el sector seleccionado como sitio óptimo resulta ser un área cercana a los circuitos propuestos por Mercuri (2017). Esto es importante dado que, en conjunto con las propuestas realizadas por la autora, permitiría generar un aumento del turismo en la región y una revalorización de ruinas consideradas de interés por actores locales y desconocidas hasta el momento por los turistas.

CONCLUSIONES

A lo largo de la historia de la región, alternancia de periodos húmedos y secos provocaron el ascenso y descenso del nivel del agua de la laguna Epecuén. Este hecho trae consigo perjuicios de carácter económico, social y natural, dado que afecta, en el caso de las inundaciones, las infraestructuras emplazadas en la costa de la laguna, como es el caso de la ex Villa Epecuén en el año 1985. En el caso de las sequías, el descenso de la superficie de la laguna trae consigo problemas económicos por la merma de turistas que se acercan a la región para beneficiarse con las aguas curativas de la laguna.

El Ordenamiento Territorial cuenta con instrumentos para la solución de problemáticas locacionales y generar una armoniosa relación entre el hombre y la naturaleza. La clave de la determinación de sitios óptimos para la instalación de actividades es el estudio del espacio como un sistema, considerando sus factores económicos, ambientales, sociales, culturales, históricos, etc. El enfoque geográfico reviste interés en este tipo de estudios por su visión integradora del espacio y la capacidad de análisis, como también sus conceptos, métodos y tecnologías.

Las técnicas de Evaluación Multicriterio son, sin duda alguna, las adecuadas para la toma de decisiones por el amplio espectro de criterios que son necesarios abordar al momento de analizar de manera hipotética una problemática locacional, sin discriminar variables cuantitativas y cualitativas.

Los Sistemas de Información Geográfica, creados por la ciencia que le da nombre, son el método adecuado para integrar grandes volúmenes de datos e información y, en este caso particular, para la aplicación de las técnicas de Evaluación Multicriterio. También, resultan imprescindibles para la ejecución de los análisis, seguimiento y verificación de los modelos originados en el proceso de Ordenamiento Territorial. Los resultados y generación de propuestas de planificación son de fácil comprensión y comunicación mediante productos cartográficos.

En base a lo expuesto y al análisis realizado a lo largo de la presente investigación, el sitio óptimo para localizar un balneario en la laguna Epecuén resultó ser un área de la costa sur. Este sector reúne las características necesarias para la instalación de un balneario, planteadas en las variables, y se localiza en un sitio favorable en términos de accesibilidad, distancias a la ciudad, cercanía a atractivos y cuerpo de agua, entre otros.



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Ameghino, F. (1969). *Las secas y las inundaciones en la provincia de Buenos Aires*. Ministerio de Asuntos Agrarios
- Barredo Cano, J. I. (1996). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: RA-MA Editorial
- Barragán, F. G. (2014). *Factibilidad Geográfica para la implementación de cultivos no tradicionales en el partido de Coronel Rosales, Buenos Aires. Una aproximación a través del uso de geotecnologías*. Recuperada en <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3255>
- Barisón, C., Cruz, N., Romano, M., & Barberis, I. M. (2014). Patrones de comportamiento de dos especies de flamencos (*Phoenicoparrus andinus* y *Phoenicopterus chilensis*) y su relación con las condiciones meteorológicas de la laguna Melincué, Argentina, durante el invierno. *El hornero*, volumen 29, pp. 61-71.
- Benedetti, H. A. (2012). *El ferrocarril Midland en la región*. En Hiriart, E. y Partarrieu, G. (2012). *Museos del desierto. Revista de historia regional* (pp. 26 – 30).
- Besagonill, V. (2017). *El patrimonio histórico cultural de la localidad de Carhué como alternativa para potenciar el desarrollo turístico termal*. Recuperado en <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3765>
- Bosque Sendra, J. y Moreno Jiménez, A. (2011). *Sistemas de Información Geográfica y Localización Óptima de Instalaciones y Equipamientos*. España: RA-MA Editorial
- Bosque Sendra, J. (s/f). *SIG y evaluación multicriterio*. Recuperado de <http://www.geogra.uah.es/joaquin/ppt/Evaluacion-multicriterio.pdf>
- Buzai, G. D. (1999). *Geografía Global. El paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G. D. y Baxendale C. A. (2011). *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Perspectiva científica. Temáticas de base raster. Tomo 1*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

- Buzai, G. D. y Baxendale C. A. (2012). Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Ordenamiento territorial. Temáticas de base vectorial. Tomo 2. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G. D. y Humacata, L. (2016). *Implementación de Tecnologías de la Información Geográfica en la enseñanza de la Geografía*. Mercedes: MCA Libros.
- Campo, A., Ramos, M. y Zapperi, P., (2009). Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el Suroeste bonaerense. Montevideo. Recuperado en http://egal2009.easyplanners.info/área_07/7085_CampoAliciaM.pdf ISBN 978-9974-0-5.
- Chuvieco, E. (2009). Teledetección ambiental. Barcelona: Ariel
- Cuadra, D. E. (2014). *Los enfoques de la Geografía en su evolución como ciencia*. Recuperado en <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/download/2186/1911>
- Cutuli, G. (2013, septiembre, 1). *Lo que el agua se llevó*. Página 12. Recuperado en <https://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/turismo/9-2635-2013-09-03.html>
- Dollfus, O. (1978). *El análisis Geográfico*. Barcelona: ediciones Oikos-tau S.A.
- Del Bosque González, I., Fernández Freire, C., Martín-Forero Morente, L. y Pérez Asensio, E. (2012). *Los Sistemas de Información Geográfica y la Investigación en Ciencias Humanas y Sociales*. Madrid: Confederación Española de Centros de Estudios Locales (CSIC).
- FUPNAND /ICF (2012). *Plan de Manejo Parque Nacional Nombre de Dios, Fundación Parque Nacional Nombre de Dios. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre*. Honduras.
- Garza Merodio, G. G. (09, 2011). Zonas de amortiguamiento y barrios antiguos en la Consolidación y expansión de los entornos protegidos: el caso de Morelia, México. Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas, nro 7. Recuperado de <http://revistas.um.es/navegamerica>
- Gasparri, E. (1996). *Termas de Carhué. La salud por el Lago Epecuén*.
- Geraldi, A. M. (2009). *Estudio geoambiental de la cuenca lagunar las encadenadas del oeste*. (Tesis doctoral). Recuperada de <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2233>
- Geraldi, A., Michalijos, P., Barragán, F. y Fittipaldi, R. (2016). *La aplicación de geotecnologías al campo de la didáctica. Estudio de la evolución de los*

ferrocarriles en la provincia de Buenos Aires. Recuperado en http://igeopat.org/parrafosgeograficos/images/RevistasPG/2016_V15_1/25-3.pdf

- Gómez Alzaga, R. F. (2012). *El Ferrocarril y la Estancia “La Concepción”*. En Hiriart, E. y Partarrieu, G. (2012). *Museos del desierto. Revista de historia regional* (pp. 38 – 42).
- Gómez Delgado, M. y Barredo Cano, J. I. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. España: RAMA Editorial.
- Gómez Orea, D. (1994). *Ordenación del territorio. Una aproximación desde el Medio Físico*. Madrid: Editorial Agrícola Española.
- Gray de Cerdán, N. (2007). *Articulación del Ordenamiento Territorial y la gestión del riesgo*. En Grupo Internacional Recursos del Sur, IRG (2007). *Tiempo para entregar el relevo: reducción del riesgo de desastres desde la perspectiva de la gestión ambiental, ordenamiento territorial, finanzas e inversión pública* (pp. 79 – 198). San José: EDITORAMA S.A.
- Laffeuillade, L. M. y Geraldi, A. M. (2017). *Estudio multitemporal de la laguna Epecuén a través del análisis de la variación de temperaturas y precipitaciones mediante la aplicación de Geotecnologías*.
- Laffeuillade, L. M., Geraldi, A. M. y Barragán, F. G. (2017). *Estudio de la dinámica espacio temporal del área de la laguna Epecuén, Partido de Adolfo Alsina, Provincia de Buenos Aires, en el período 1950-2017*. Buenos Aires: GAEA
- Maraver, F. Armijo, F., Ubogui, J. & Gasparri, EA. (09,2014). *Estudio del fango mineromedicinal terapéutico extraído del lecho del lago Epecuén (Termas de Carhué-Buenos Aires. República Argentina)*. En 9º Encuentro Internacional sobre Agua y Termalismo llevado a cabo por la Sociedad Española de Hidrología Medica, Termas de Río Hondo.
- Mercuri, F. T. (2017). *Evaluación turística para la localización de un sendero interpretativo en la costa sudoeste de la Laguna Epecuén*. Recuperado en <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4025>
- MENÉNDEZ, J. (2006). *Primer inventario Nacional de Bosques Nativos. Segunda etapa, inventario de campo de la región del espinal: Distritos del Caldén y Ñandubay. Anexo 1: Estado de conservación del Distrito Caldén*. Recuperado en

http://leydebosques.org.ar/zips/bosquesargentinos/Inventario%20Nacional%20de%20Bosques%201998_2005%20Espinal%202%20%28SAyDS%29.pdf

- Méndez Casariego, H y Pascale Medina, C. (2014). *Ordenamiento Territorial en el Municipio: una guía metodológica*. Santiago de Chile: ErreGé & Asociados
- Moreno Jiménez, A., Buzai, G. D. y Fuensalida Díaz, M. (2017). *Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales*. 2da edición actualizada. Ciudad de México: Ra-Ma Editorial.
- Olaya, V. (2012). *Sistemas de Información Geográfica*. Recuperado de <http://volaya.github.io/libro-sig/>
- Olivera Ángel, M. F. (2007). *Articulación de la Gestión del riesgo y la gestión ambiental*. En Grupo Internacional Recursos del Sur, IRG (2007). *Tiempo para entregar el relevo: reducción del riesgo de desastres desde la perspectiva de la gestión ambiental, ordenamiento territorial, finanzas e inversión pública* (pp. 21 – 77). San José: EDITORAMA S.A.
- Randle, P. H. (1966). *Geografía histórica y planeamiento*. Buenos Aires: Editorial EUDEBA.
- Sarría, F. A. (2005). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Partarrieu, G. (2012). *El ferrocarril y su importancia en el desarrollo del turismo en Epecuén*. En Hiriart, E. y Partarrieu, G. (2012). *Museos del desierto. Revista de historia regional* (pp. 01 – 06).
- Partarrieu, G. (2012). *El ramal Carhué-Rivera del F.C. Sud, una apuesta al desarrollo económico y turístico*. En Hiriart, E. y Partarrieu, G. (2012). *Museos del desierto. Revista de historia regional* (pp. 50 – 54).
- Paoli, C. U. (2015). *Gestión integrada de crecidas. Guía y caso de estudio*. Recuperado en http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/63-Inundaciones.pdf
- Perassi, D. M. (2009). Estudio de los límites generados en la determinación de la línea de ribera en la Provincia de Córdoba. Recuperada en <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASH536f.dir/doc.pdf>
- Wilfried E. y Hernández, C. (2016). Las ciudades y el cambio climático. Evitar lo evitable y adaptarse a lo inevitable. *Breves Contribuciones del I.E.G*, Volumen 27, pp. 73 – 88

- s/a (2018, 08, 26). Turismo. Lago Epecuén, un lugar que brilló y que merece ser visitado y recorrido. La Nueva Domingo. Recuperado en <https://www.pressreader.com/argentina/la-nueva-domingo/20180826/282862256744827>

Páginas web consultadas

<http://www.adolfoalsina.gov.ar/>

<https://www.facebook.com/museo.de.carhue/>

<http://www.ign.gob.ar/>

<http://www.termasdecarhue.gov.ar/2015/index.html>

<http://normasapa.com/>

<https://inta.gob.ar/>

<https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae>

<http://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/index.html>

Materiales utilizados

Cartografía:

- Adolfo Alsina (HOJA 3763-22-3) [documento cartográfico], [Escala 1:50.000]. Buenos Aires: Instituto Geográfico Militar. Ejército Argentino, 1963. Carta topográfica.
- Estación Carhué (HOJA 3763-22-4) [documento cartográfico], [Escala 1:50.000]. Buenos Aires: Instituto Geográfico Militar. Ejército Argentino, 1963. Carta topográfica.
- Arroyo Venado (HOJA 3763-22-2) [documento cartográfico], [Escala 1:50.000]. Buenos Aires: Instituto Geográfico Militar. Ejército Argentino, 1963. Carta topográfica.
- Lago Epecuén (HOJA 3763-22-1) [documento cartográfico], [Escala 1:50.000]. Buenos Aires: Instituto Geográfico Militar. Ejército Argentino, 1963. Carta topográfica.
- Rivera (HOJA 3763-21-2) [documento cartográfico], [Escala 1:50.000]. Buenos Aires: Instituto Geográfico Militar. Ejército Argentino, 1963. Carta topográfica.

- Delfín Huergo (HOJA 3763-21-4) [documento cartográfico], [Escala 1:50.000]. Buenos Aires: Instituto Geográfico Militar. Ejército Argentino, 1963. Carta topográfica.
- Cnia San Miguel Arcángel (HOJA 3763-27-2) [documento cartográfico], [Escala 1:50.000]. Buenos Aires: Instituto Geográfico Militar. Ejército Argentino, 1963. Carta topográfica.

Imágenes Satelitales

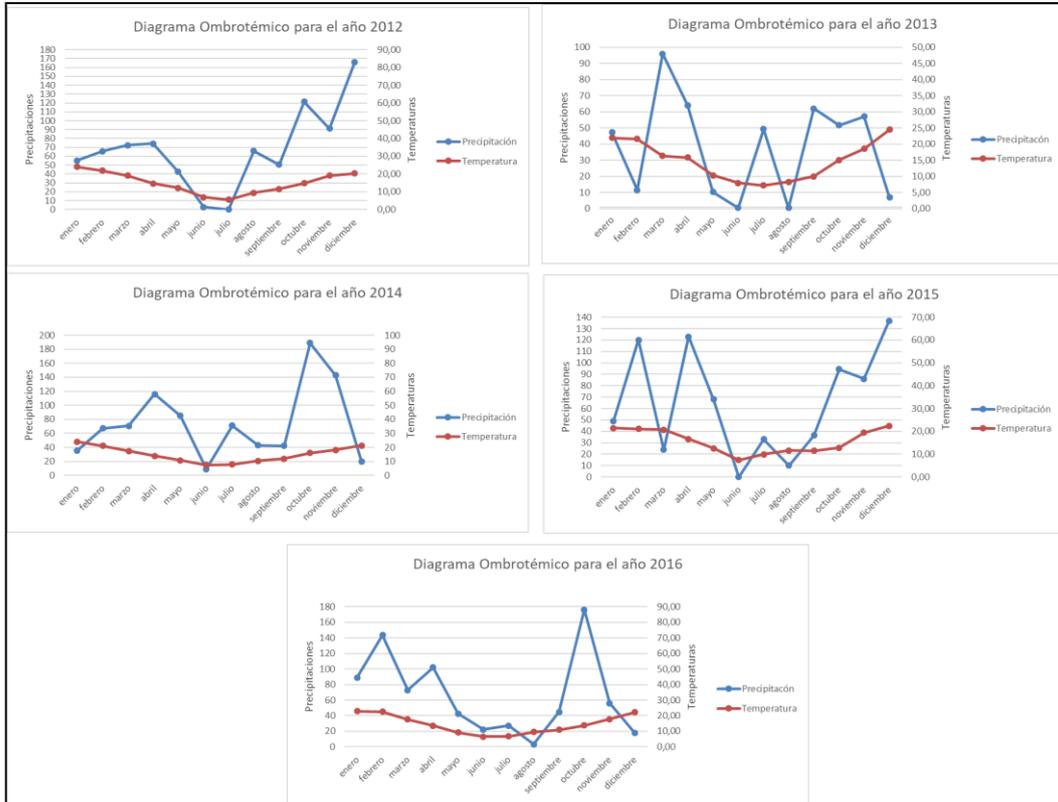
- LC08_L1TP_227086_20171123_20171206_01_T1



ANEXO

Anexo I

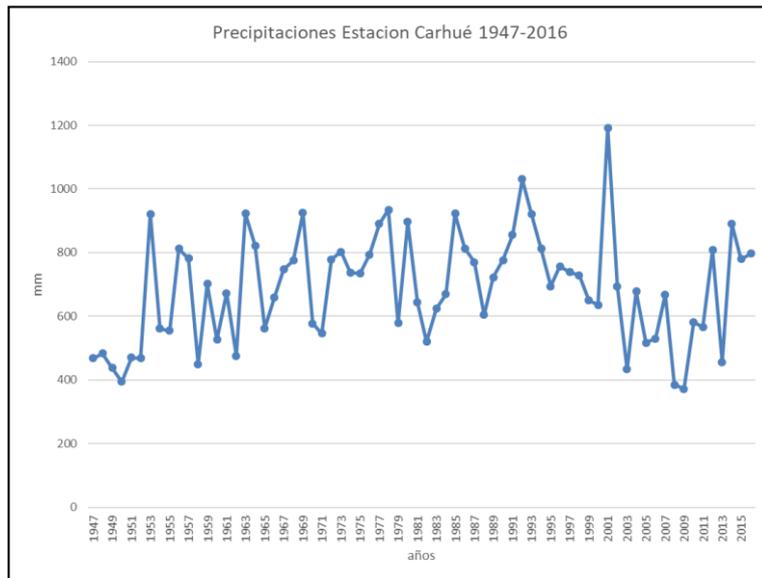
Diagramas ombrotérmicos de Epecuén (2012- 2016)



Fuente: Laffeuillade, L., 2017

Anexo II

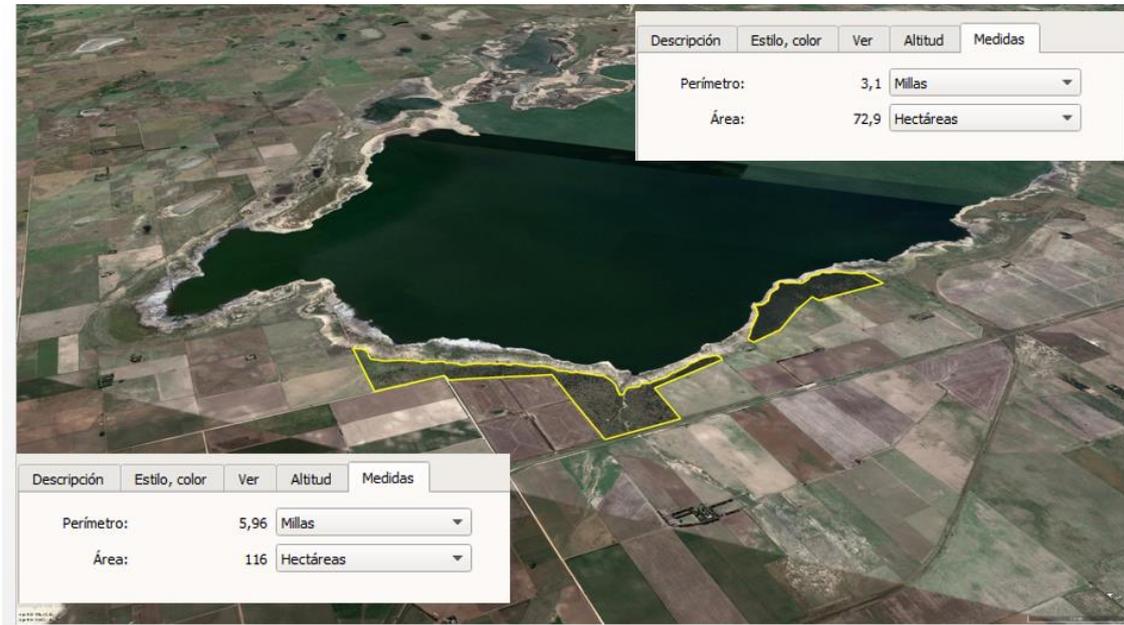
Gráfico de Precipitaciones de Estación Carhué (1947-2016)



Fuente: Laffeuillade, L., 2018 en base a datos de Estación Carhué

Anexo III

Calculo del área del bosque de caldenes en la laguna Epecuén



Fuente: Laffeuillade, L., 2018

Anexo IV

Declaración como Área de Importancia para la conservación de las Aves a la zona de las Lagunas Encadenadas del Oeste



Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 22 de marzo de 2016

A quien corresponda,

Certificamos mediante la presente que la zona de Lagunas Encadenadas del Oeste de la Provincia de Buenos Aires, que incluye al Lago Epecuén, es declarada AICA (Área de Importancia para la conservación de las Aves) por BirdLife Internacional junto a Aves Argentinas/AOP.

Esta cuenca endorreica de la provincia de Buenos Aires conforma uno de los ambientes lénticos más importantes de la región pampeana y alberga una gran biodiversidad. Entre las especies más destacadas se encuentra el Flamenco Austral (*Phoenicopterus chilensis*) que se encuentra en grandes concentraciones y utiliza el área para sus colonias reproductivas. Otras aves acuáticas, como el Macá Plateado (*Podiceps occipitalis*) se concentra de a miles en las salidas aguas del Lago Epecuén, el Falaropo Común (*Phalaropus tricolor*) suele formar enormes bandadas durante el verano, impresionando por el sincronismo de su vuelo. Es importante destacar la presencia anual y reproducción del Chorlito de Doble Collar (*Charadrius flabianif*), especie típica de nuestro litoral atlántico. También suelen observarse importantes concentraciones de otros migrantes neárticos como Playero Unicolor (*Calidris bairdii*), Playero Rabadilla Blanca (*Calidris fuscicollis*) y Pitotay Chico (*Tringa flavipes*).

Adjuntamos con la presente el documento de BirdLife Internacional con la información y geolocalización de esta AICA. Por todo lo expuesto en esta nota y en la información adjunta, se hacen necesarias las gestiones y tareas tendientes a la conservación de este sitio, sus recursos naturales y las especies que allí habitan por parte de los organismos tanto públicos como privados con injerencia en el área.

Atentamente,

Hernán Casañas
Director Ejecutivo
Aves Argentinas/AOP

Matheu 1246/8 - (C1249AAB) - CABA - Argentina
Tel/Fax (54-11) 4943-7216 al 19
www.avesargentinas.org.ar - info@avesargentinas.org.ar

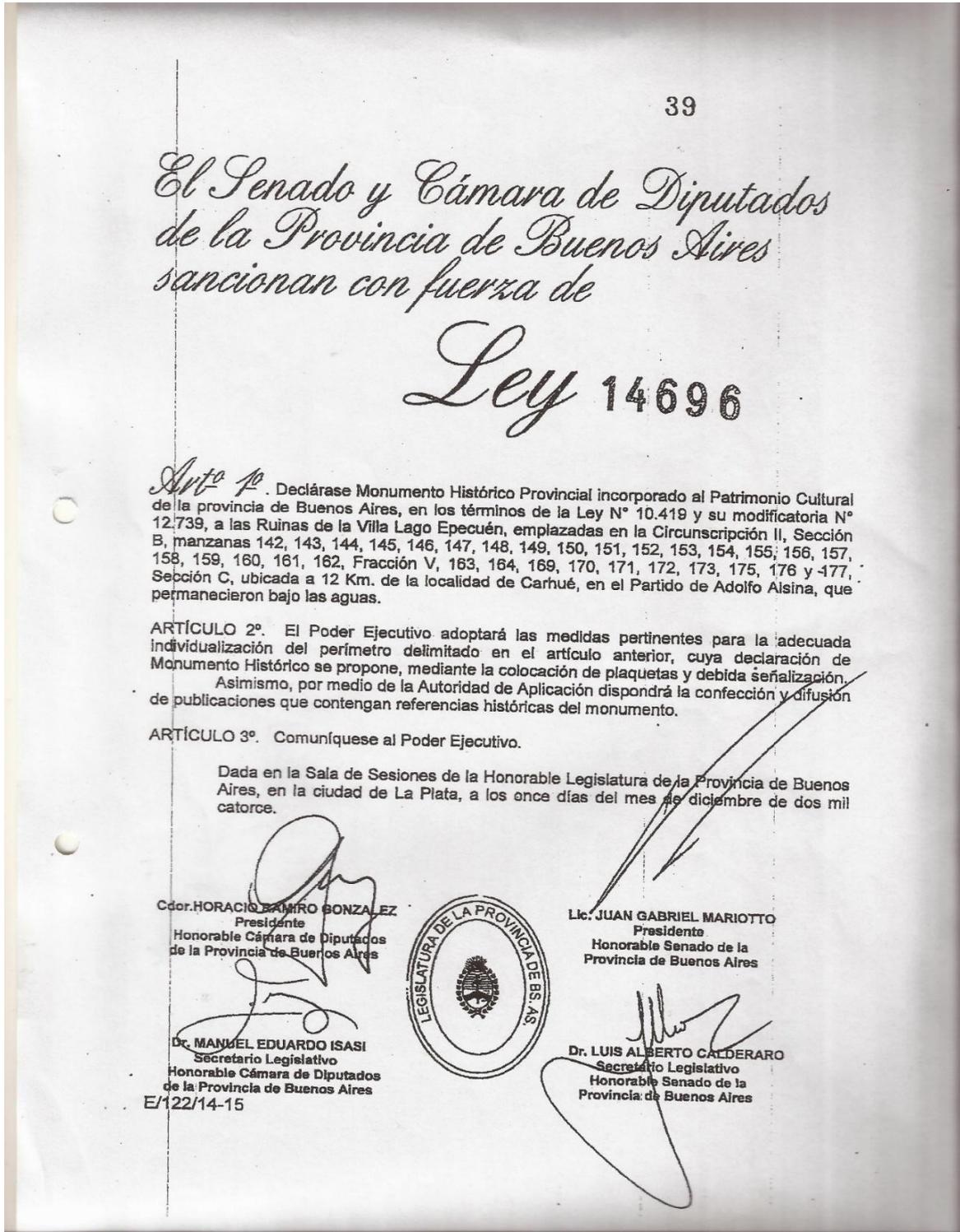


Partecemos a BirdLife
International, una alianza
global de organizaciones
conservacionistas.

Fuente: Mercuri, F., 2017

Anexo VI

Ley 14696 de la provincia de Buenos Aires que declara Monumento Histórico Provincial a las Ruinas de la Villa Lago Epecuén



Fuente: Mercuri, F., 2017

Anexo VII

Ley 14639 de la Provincia de Buenos Aires que declara a la ciudad de Carhué como cabecera del Partido de Adolfo Alsina

DEPARTAMENTO LEGISLATIVO Y CONVENIOS GOBERNACION

839

El Senado y Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires sancionan con fuerza de Ley 14639

Art. 1º Declárase a la ciudad de Carhué, cabecera del Distrito de Adolfo Alsina, "Capital Provincial del Turismo Termal".

ARTICULO 2º: Comuníquese al Poder Ejecutivo.

Dada en la Sala de Sesiones de la Honorable Legislatura de la Provincia de Buenos Aires, en la ciudad de La Plata, a los veintiocho días del mes de Agosto del año dos mil catroce.

Dr. MANUEL EDUARDO ISLA
SECRETARIO LEGISLATIVO
Honorable Cámara de Diputados
Provincia de Buenos Aires

Csdr. HORACIO MARTINO GONZALEZ
PRESIDENTE
Honorable Cámara de Diputados
Provincia de Buenos Aires

Lic. JUAN GABRIEL MARBUTTO
PRESIDENTE
Honorable Senado de la
Provincia de Buenos Aires

Lic. LUIS ALBERTO CALDERANO
SECRETARIO LEGISLATIVO
Honorable Senado de la
Provincia de Buenos Aires

La Plata, 29 OCT 2014

Clasase, comuníquese, publíquese, dése al Registro y Boletín oficial y archívese.-

DECRETO Nº 839

Lic. ALBERTO PEREZ
SECRETARIO DE LEGISLACION
GOBIERNO DE BUENOS AIRES

DANIEL OSWALDO SOROLI
SECRETARIO DE LEGISLACION
GOBIERNO DE BUENOS AIRES

REGISTRADA bajo el número CINCOE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE (14.639)

ES FOTOCOPIA FIEL DEL ORIGINAL

NORMA G ORDINA
SECRETARIA LEGAL Y TECNICA
Provincia de Buenos Aires

ES FOTOCOPIA FIEL DEL ORIGINAL

NORMA G ORDINA
SECRETARIA LEGAL Y TECNICA
Provincia de Buenos Aires

D-1038/14-15

Fuente: Mercuri, F., 2017

Anexo VIII

Ubicación de Epecuén Ville, Villa Sauri, Villa Lago Epecuén (actuales ruinas) y Carhué



Fuente: Museo y Archivo Histórico Dr. Adolfo Alsina, 2017.