

Análisis de la fragmentación de la infraestructura verde urbana de 5 ciudades de Chile, empleando imágenes Landsat entre los años 2004, 2009, 2014 y 2019

Nataly Recabarren Mardonez

Proyecto de Título presentado al
Departamento de Ciencias Geodésicas y Geomática
Universidad de Concepción, Campus Los Ángeles

En cumplimiento del requisito parcial

Para obtener el título de

Ingeniera Geomática

Escrito bajo la orientación del profesor

Dr. Guido Staub (Dpto. De Cs. Geodésicas y Geomática)

Aprobado por la comisión

Gustavo Godoy Uribe (Dpto. De Cs. Geodésicas y Geomática)

José Cornejo Morales (Dpto. De Cs. Geodésicas y Geomática)

Los Ángeles
Marzo, 2021

RESUMEN

En Chile más del 80% de la población total habita en zonas urbanas, el constante crecimiento demográfico que sufren las ciudades implica un cambio importante en la Infraestructura Verde Urbana (IVU). Este fenómeno requiere un continuo seguimiento, ya que su distribución espacial en función del número y área de las IVU, presenta un interés por su relación potencial con la calidad ambiental de las ciudades.

En el presente proyecto de título se estudiaron 5 ciudades de Chile, Coyhaique, Linares, Osorno, Padre las Casas y Santiago, catalogadas dentro de las ciudades con mayor contaminación del aire de Latinoamérica, donde se analizó, por medio de la técnica fotointerpretación junto con cartografía catastral de los parques y plazas de Chile, las imágenes satelitales de la misión Landsat-5 y Landsat-8, con la finalidad de determinar e identificar las IVU disponibles entre los años 2004, 2009, 2014 y 2019, con las que se calcularon métricas de fragmentación y distribución espacial de las IVU y se relacionaron con los indicadores de calidad ambiental en áreas urbanas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Concejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU).

En este contexto, a partir de los resultados obtenidos en los índices, se establecieron que las ciudades se encuentran altamente fragmentadas, lo que genera un claro impacto en las condiciones ambientales de las ciudades, sobre todo en Coyhaique, puesto que obtuvo en la mayoría de los índices estudiados, bajos valores en su calidad ambiental, mientras que Osorno y Linares, son las que mejores condiciones ambientales presentan.

Palabras claves: Infraestructura verde, Percepción Remota, SIG, Landsat-5, Landsat-8, fragmentación, calidad ambiental, Fotointerpretación.

DEDICATORIA

A:

Mis padres, Pedro y Raquel

Mis hermanos, Melisa y Pedrito

Mi mami, que me acompaña desde el cielo



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi profesor guía, el Dr. Guido Staub, por su paciencia y buena disposición, cuyas ideas y conocimientos fueron fundamentales para finalizar este escrito.

A mi familia por su constante apoyo y palabras de aliento.

A mis amigos, Nicole Rocha, Abigail Barra, Ricardo Pino y Magdiel Silva, que me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de mi etapa universitaria.

Finalmente le agradezco a Dios por acompañarme y guiarme siempre.



Índice de Contenidos

RESUMEN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
Indice de Contenidos	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tablas	ix
Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones	x
1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo Principal	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
2. Marco teórico.....	4
2.1. Percepción Remota.....	4
2.2. Sensores	5
2.2.1. Misión Landsat.....	5
2.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	7
2.4. Infraestructura verde urbana	7
2.5. Indicadores de calidad ambiental	8
3. Marco metodológico	11
3.1. Área de estudio.....	11
3.1.1. Coyhaique	11
3.1.2. Linares	13
3.1.3. Osorno	15
3.1.4. Padre las Casas.....	18
3.1.5. Santiago	19
3.2. Diagrama de procesos.....	23
3.3. Datos de partida.....	24
3.3.1. Datos censales	24
3.3.2. Descarga de información territorial.....	24

3.3.3.	Imágenes Satelitales	25
3.4.	Métodos	26
3.4.1.	Definición e identificación de AVU.....	26
3.4.2.	Índices de Fragmentación	28
3.4.3.	Índice verde urbano	29
3.4.4.	Indicador proximidad a zonas verdes	29
4.	Resultados	30
4.1.	Cuantificación IVU	30
4.2.	Índices de Fragmentación	30
4.3.	Indicadores.....	32
4.3.1.	Zonas verdes por habitante	32
4.3.2.	Proximidad a zonas verdes	34
5.	Discusión, conclusión y recomendaciones.....	39
6.	Referencias	41
7.	Anexos.....	47
7.1.	Anexo A Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2004	47
7.2.	Anexo B Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2009.....	48
7.3.	Anexo C Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2014.....	49
7.4.	Anexo D Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2019	50
7.5.	Anexo E Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2004	51
7.6.	Anexo F Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2009	52
7.7.	Anexo G Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2014	53
7.8.	Anexo H Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2019	54
7.9.	Anexo I Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2004	55
7.10.	Anexo J Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2009	56
7.11.	Anexo K Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2014	57
7.12.	Anexo L Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2019.....	58
7.13.	Anexo M Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 2004.....	59
7.14.	Anexo N Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 2009.....	60
7.15.	Anexo O Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 2014.....	61

7.16. Anexo P Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 201962

7.17. Anexo R Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 200463

7.18. Anexo S Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 2009.....64

7.19. Anexo T Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 201465

7.20. Anexo U Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 201966



Lista de Figuras

Figura 1. Concepto físico sensor pasivo.	4
Figura 2. Concepto físico sensor activo.....	5
Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Coyhaique, Región de Aysén.....	11
Figura 4. Unidades vecinales sector urbano de Coyhaique	13
Figura 5. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Linares	14
Figura 6. Unidades vecinales sector urbano de Linares	15
Figura 7. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Osorno	16
Figura 8. Unidades vecinales sector urbano de Osorno.....	17
Figura 9. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Padre las Casas	18
Figura 10. Figura 8. Unidades vecinales sector urbano de Padre las Casas	19
Figura 11. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Santiago	20
Figura 12. Unidades vecinales sector urbano de Santiago.....	22
Figura 13. Delimitación AVU Sector noroeste de Osorno (2004, 2009, 2014, 2019).	28

Lista de Tablas

Tabla 1. Resolución espacial Landsat 5	6
Tabla 2. Resolución espacial Landsat 8	7
Tabla 3. Clasificación de plaza y parque	8
Tabla 4. Unidades vecinales de Coyhaique, pertenecientes al tramo 0%-40%	12
Tabla 5. Unidades vecinales de Linares, pertenecientes al tramo 0%-40%	14
Tabla 6. Unidades vecinales de Osorno, pertenecientes al tramo 0%-40%	16
Tabla 7. Unidades vecinales de Padre las Casas, pertenecientes al tramo 0%-40%	18
Tabla 8. Unidades vecinales de Santiago, pertenecientes al tramo 0%-40%	20
Tabla 9. Imágenes Landsat seleccionadas	26
Tabla 10. Cuantificación de parques	30
Tabla 11. Cuantificación de plazas	30
Tabla 12. Indicadores índices de fragmentación.	31
Tabla 13. Zona verde por habitante	33
Tabla 14. Área de influencia plazas	35
Tabla 15. Área de influencia parques	36

Lista de abreviaciones

Abreviaturas

AVU: Área Verde Urbana

CNDU: Consejo Nacional de Desarrollo Urbano

IVU: Infraestructura Verde Urbana

OMS: Organización Mundial de la salud

SIG: Sistema de Información Geográfica



1. Introducción

El crecimiento urbano es considerado como uno de los procesos que transforman una zona geográfica (Taubenböck, y otros, 2008), generando una fragmentación de espacio, asociado a distintos usos de suelo vinculados a la división social de una ciudad (Soriano, 2017). Uno de los componentes fundamentales de la fragmentación, es la cobertura de las IVU, ya que cumplen un papel fundamental en el medio ambiente, al ser considerada como una matriz ecológica que entrega a la comunidad una gran variedad de servicios ecosistémicos (Varela, 2020), por lo que se ha incorporado progresivamente en políticas y planes territoriales, a diferentes escalas (Rodríguez & Aguilera, 2016). Aunque no siempre revela una acertada planificación (Campoverde, 2019).

Gran parte de la literatura disponible, estudia la fragmentación aplicando técnicas estadísticas, desde una perspectiva socioeconómica enfocada a la segregación existente dentro del paisaje de una urbe (Celemín, 2012), mientras que pocos estudios se orientan en estudiar la fragmentación enfocándose en el análisis espacial de las Áreas Verdes Urbanas (AVU) y las causales que generan en la calidad ambiental de estas (Atasoy, 2018; Celemín, 2012). Dentro de los pocos estudios que consideran este último enfoque, definen la fragmentación como la ausencia de conectividad entre los parches de un paisaje (Jaeger, y otros, 2008), generando problemas perjudiciales en la calidad ambiental de las IVU, tales como, disminuir la capacidad de dispersión de las especies y reducir la escorrentía superficial (Miller, 1997; Cushman, 2006), por lo que se considera la fragmentación, como una de las principales manifestaciones espaciales del deterioro ambiental, por lo tanto, es importante determinar la degradación de la fragmentación en los espacios verdes urbanos (Atasoy, 2018).

Existen investigaciones que estudian la fragmentación urbana, y su influencia en la calidad ambiental, enfocándose principalmente en emplear indicadores temáticos que estudien las coberturas vegetales en el territorio, derivados de imágenes de sensores remotos (Campoverde, 2019). Siguiendo distintas metodologías, tales como generar clasificación de usos de suelo, a partir de la clasificación supervisada a las imágenes satelitales (Soriano, 2017; Buyantuyev, Wu, & Gries, 2007), u obtener los índices o indicadores que muestren el estado y distribución de la vegetación y de las áreas construidas, a través del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y la Temperatura de Superficie (TS) (Campoverde, 2019).

En este contexto, la metodología se enfoca en el caso de Chile, donde el 87,8% de la población habita zonas urbanas (INE, 2018), generando constantes presiones ambientales en los ecosistemas, provocando que sus habitantes se expongan a altas concentraciones de material particulado fino (MP 2,5), muy superior a la norma ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (SINIA, 2019). Esta problemática ha generado que 5 ciudades de Chile (Coyhaique, Linares, Osorno, Padre las Casas y Santiago), se encuentren posicionadas entre las primeras 10 ciudades con peor calidad del aire de Latinoamérica (IQAir, 2019).

Es por ello, que se propone evaluar el impacto que generan las IVU en la calidad ambiental de las ciudades mencionadas, entre los años 2004, 2009, 2014 y 2019 a partir de imágenes satelitales Landsat-5 y Landsat-8, para obtener mediante la técnica fotointerpretación las coberturas vegetales, con la que se calcularán métricas de fragmentación y distribución espacial de las áreas verdes, las cuales se compararan con indicadores estándar de calidad ambiental en áreas urbanas, establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Concejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Principal

Analizar la fragmentación de la infraestructura verde urbana de 5 ciudades de Chile, en base a la fotointerpretación de imágenes satelitales de las misiones Landsat-5 y Landsat-8, entre los años 2004, 2009, 2014 y 2019, para obtener indicadores de calidad ambiental.

1.1.2. Objetivos Específicos

1. Determinar e identificar las infraestructuras verdes urbana de las áreas de estudio, basado en datos obtenidos desde imágenes Landsat.
2. Estimar índices de fragmentación de las infraestructuras verdes urbanas de cada ciudad, por medio de la herramienta Indifrag.
3. Estimar los indicadores de índice verde urbano y proximidad a zonas verdes para cada área de estudio, en base a los datos obtenidos en la cuantificación de áreas verdes urbanas.
4. Obtener los indicadores de calidad ambiental para cada ciudad en base a los resultados obtenidos entre cada índice estimado.

2. Marco teórico

2.1. Percepción Remota

La Percepción Remota es una disciplina científica que integra conocimientos y tecnología para la observación, el análisis y la interpretación de fenómenos terrestres y atmosféricos, sin contacto directo con el objeto estudiado (Montecinos, s.f.).

Dentro de la Percepción Remota se encuentran dos tipos de sensores; pasivos o activos. Los sensores pasivos (Figura 1) corresponden a aquellos que detectan la radiación electromagnética emitida o reflejada por fuentes naturales, como la luz del sol (Pagot, 2003)



Figura 1. Concepto físico sensor pasivo.

Fuente: Elaboración propia

Los sensores activos (Figura 2), poseen un sistema interno que genera artificialmente la radiación, como el sistema RADAR (Pagot, 2003)

Fuente: Elaboración propia

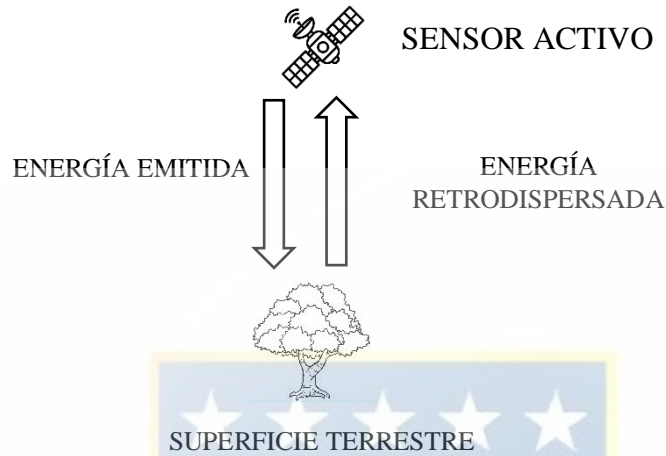


Figura 2. Concepto físico sensor activo.

2.2. Sensores

2.2.1. Misión Landsat

La misión Landsat 1, fue uno de los primeros satélites lanzados por la NASA, con el propósito de prestar servicios al cuidado del medio ambiente, esta misión fue puesto en órbita el 23 de julio de 1972 (Romero, 2016).

La serie de satélites Landsat se han encargado de recopilar datos sobre los bosques, granjas, áreas urbanas y agua dulce de nuestro planeta, obteniendo el registro continuo más largo de su tipo. Para comprender mejor el cambio ambiental, los entes responsables de la toma de decisiones de todo el mundo utilizan los datos de Landsat disponibles gratuitamente, para gestionar las prácticas agrícolas, asignar los escasos recursos hídricos, responder a los desastres naturales y más (NASA, s.f.).

Para efectos de este trabajo, se utilizarán los datos espaciales de Landsat 5 y 8.

Landsat 5, mantuvo registros por 29 años, fue dado de baja el 5 de junio de 2013, realizó observaciones por medio de los sensores Multiespectral Scanner (MSS) y Thematic Mapper (TM). Realiza observaciones con el sensor MSS en 4 bandas espectrales que cubren longitudes de onda de 0,5 a 1,1 μm (USGS, s.f.), mientras que para el sensor TM concibe observaciones en 7 bandas espectrales caracterizadas en la

Tabla 1.

Tabla 1. Resolución espacial Landsat 5

Banda	Longitud de Onda (μm)	Resolución (m)
Banda 1	0,45 - 0,52	30
Banda 2	0,52 - 0,60	30
Banda 3	0,63 - 0,69	30
Banda 4	0,76 - 0,90	30
Banda 5	1,55 - 1,75	30
Banda 6	10,40 - 12,50	30
Banda 7	2,08 - 2,35	30

Fuente: Elaboración propia

Landsat 8, mantiene sus registros desde el 11 de febrero del 2013, lleva los instrumentos Operational Land Imager (OLI) y Thermal Infrared Sensor (TIRS). Realiza observaciones con el sensor OLI en 9 bandas espectrales, caracterizadas en la Tabla 2. Mientras que para el sensor TIRS, sus observaciones las realiza en 2 bandas espectrales que cubren longitudes de onda de 10,6 a 12,51 μm (USGS, s.f.)

Tabla 2. Resolución espacial Landsat 8

Banda	Longitud de Onda (μm)	Resolución (m)
Banda 1	0,43 - 0,45	30
Banda 2	0,45 - 0,51	30
Banda 3	0,53 - 0,59	30
Banda 4	0,64 - 0,67	30
Banda 5	0,85 - 0,88	30
Banda 6	1,57 - 1,65	30
Banda 7	2,11 - 2,29	30
Banda 8	0,50 - 0,68	15
Banda 9	1,36 - 1,38	30

Fuente: Elaboración propia

2.3. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son un potente instrumento para la recogida, almacenamiento, gestión, análisis y representación de datos geográficos referidos a un territorio concreto, aplicables a la resolución de problemas de base territorial y medioambiental (Sastre, Dorado, & de los Ríos, 2010).

Los SIG ofrecen un sinnúmero de utilidades y aplicaciones en el ámbito de ordenamiento urbano y territorial, ya sea en la identificación, cuantificación y análisis de la distribución espacial de cualquier fenómeno urbano o en la gestión de la información para los procesos de toma de decisión (Purizaga, 2019).

2.4. Infraestructura verde urbana

Cada país desde una mirada política pública, adquieren una percepción distinta al concepto de área verde, ya que mientras otros países como Canadá o España, comprenden los espacios verdes, como un concepto más amplio, delimitándolas como parte de lo que se

conoce como espacios abiertos, Chile solo define políticas específicas a sus espacios verdes que se encuentren dentro de la categoría de parque o plaza (INE, 2019).

Según INE (2019), las plazas y parques forman parte de lo que se entiende como áreas verdes multifuncionales ya que cumplen funciones sociales, como ocio, recreación y/o contemplación de la naturaleza, y también funciones ambientales y ecológicas a diferente escala según su tamaño (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de plaza y parque

Tipo de área verde	Superficie (S)	Escala de servicio
Plaza	$450 \leq S < 20.000 \text{ (m}^2\text{)}$	Barrio
Parque	$20.000 \text{ (m}^2\text{)} \leq S$	Ciudad

Fuente: Elaboración propia a partir del documento "Indicadores de calidad de plazas y parques urbanos en Chile 2019"

2.5. Indicadores de calidad ambiental

- Índices de Fragmentación

Los índices que se estiman en este apartado se clasifican de acuerdo a su nivel jerárquico y al tipo de atributo que describen. Se agrupan en tres niveles, objeto, clase y super-objeto (Sapena & Ruiz, 2016). Los índices a nivel objeto, caracterizan las propiedades de cada objeto y se pueden calcular de forma independiente (parcelas catastrales, bloques urbanos, entre otros), mientras que el nivel clase, agrupa los objetos de una misma clase que presentan el mismo uso (áreas verdes, parcelas catastrales de un mismo uso, entre otros), por último el nivel super-objeto, agrupa los objetos de varias clases, en un ámbito más amplio (barrios, distritos, límites administrativos, entre otros) (Sapena & Ruiz, 2015).

Las métricas de fragmentación que se tendrán en cuenta para desarrollar este estudio serán:

- **Cohesión (COHE):** Mide la conectividad de la clase (COHECL) o súper-objeto (COHESO), dependiendo del nivel al que se evalúe. La Cohesión aumenta cuanto

más agregados en su distribución estén los objetos de una misma clase o súper-objeto, es decir, más conectados estén entre sí. Su formula es la siguiente:

$$COHE = \frac{1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n (P_i)}{\sum_{i=1}^n (P_i \cdot \sqrt{A_i})} \right)}{1 - \left(\frac{1}{\sqrt{A_T}} \right)} \quad (1)$$

Donde:

P_i = perímetro del objeto i (m).

A_i = área del objeto i (m^2).

A_T = área total de la clase o súper-objeto (m^2).

n = número de objetos en la clase o súper-objeto.

- **Densidad de Clase (DC):** Es la ratio entre la superficie de una clase y la superficie del súper-objeto. Al tratarse de dos superficies con unidades en m^2 el resultado obtenido es un porcentaje (%). Cuanto más alto el valor, mayor densidad de una clase. Su fórmula a nivel de súper-objeto es la siguiente:

$$DC = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i)}{A_T} \quad (2)$$

Donde:

A_i = área del objeto i en la clase estudiada (m^2).

n = número de objetos en la clase.

A_T = área del súper-objeto (m^2).

- **Compacidad de clase (C):** Determina la proximidad de los objetos dentro de una clase que configuran al super-objeto, mientras mayor sea la compacidad existirá una mayor agregación espacial dentro de la clase, por lo tanto, una menor dispersión de los objetos. Su fórmula es la siguiente:

$$C = \frac{2 \times \sqrt{\pi \cdot \sum_{i=1}^n (A_i)}}{\sum_{i=1}^n (P_i)} \quad (3)$$

Donde:

A_i = área del objeto i en la clase estudiada (m^2).

P_i = perímetro del objeto i en la clase estudiada (m).

- Índice verde urbano

La superficie verde por habitante se define como la superficie de parques y plazas, dotados de cobertura vegetal del ámbito urbano en relación al número de habitantes (Soriano, 2017). El análisis de este índice se encuentra condicionado a las recomendaciones establecidas por la OMS.

Su fórmula es la siguiente:

$$\text{Índice verde urbano} = \text{Superficie Verde} / \text{N}^\circ \text{ de habitantes} \quad (4)$$

Parámetros de evaluación:

- **Aceptable:** Cuando el valor obtenido alcance los 10 m² por habitante, o más.
- **Deficiente:** Cuando el resultado sea inferior a 10 m² por habitante

- Proximidad a zonas verdes

Evalúa la proximidad de la población a los espacios verdes. El objetivo es que todo ciudadano tenga acceso simultáneo a los parques y plazas disponibles dentro de una urbe. Los espacios y las distancias de acceso recomendados por la CNDU son:

- Distancia máxima a Parques: 3.000 m
- Distancia máxima a Plazas: 400 m

3. Marco metodológico

3.1. Área de estudio

El área de estudio abarca la zona urbana de 5 ciudades de Chile, comprendidas entre las regiones del Maule, Araucanía, Los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la Región Metropolitana de Santiago.

3.1.1. Coyhaique

La ciudad de Coyhaique (Figura 3), se encuentra en la Latitud $45^{\circ}34.514'$ S y Longitud $72^{\circ}3.971'$ O, con un total de 13266 km² de superficie y 49968 habitantes aproximadamente, pertenece a la región de Aysén, región dedicada principalmente a la producción agropecuaria y forestal. Coyhaique se ubica en el sector oriente de la región por lo que el clima presente la zona, es de estepa fría, la precipitación anual es de 1385 mm y las temperaturas son generalmente bajas (BCN, s.f.).

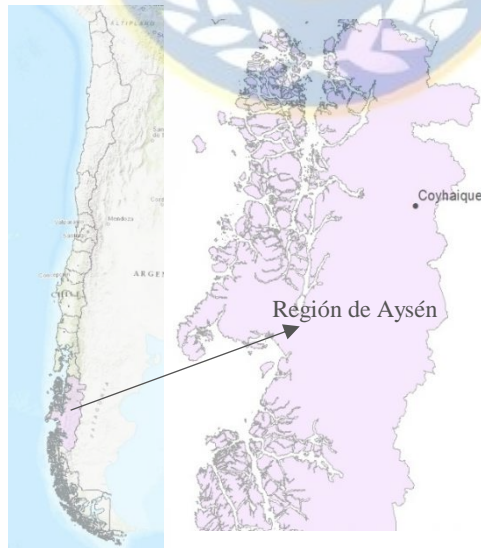


Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Coyhaique, Región de Aysén.
Fuente: Elaboración propia

En el ámbito de pobreza y desigualdad, el 52,1% de los hogares registrados en el registro social de hogares de la comuna de Coyhaique, se consideran dentro del 40% de hogares más vulnerables de la comuna (SIIS-T, 2020). El sector urbano se encuentra conformado por 21 unidades vecinales (Figura 4), de las cuales, las unidades vecinales Pedro Aguirre Cerda y Ampliación Bernardo O'Higgins, cuentan con los mayores porcentajes de hogares vulnerables (Tabla 4 y Figura 4).

Tabla 4. Unidades vecinales de Coyhaique, pertenecientes al tramo 0%-40%

N°	UNIDAD VECINAL	TRAMO 0% - 40%
1	ALMIRANTE SIMPSON	54%
2	AMPLIACION BERNARDO OHIGGINS	59%
3	AMPLIACION VICTOR DOMINGO SILVA	48%
4	ANTONIO MICHELITO	55%
5	ARTURO PRAT	49%
6	BARRIO SECO	50%
7	BERNARDO OHIGGINS	51%
8	CANDELARIO MANCILLA	45%
9	CHILE NUEVO	41%
10	GABRIELA MISTRAL	53%
11	GENERAL MARCHANT	47%
12	JOSE MIGUEL CARRERA	49%
13	PEDRO AGUIRRE CERDA	60%
14	QUINTA BURGOS	38%
15	SECTOR CORVI	37%
16	SECTOR GRUPO ESCOLAR	43%
17	SECTOR PLAZA	47%
18	SECTOR REGIMIENTO	27%
20	VICTOR DOMINGO SILVA	48%
21	VISTA HERMOSA	57%

Fuente: Datos recuperados de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>

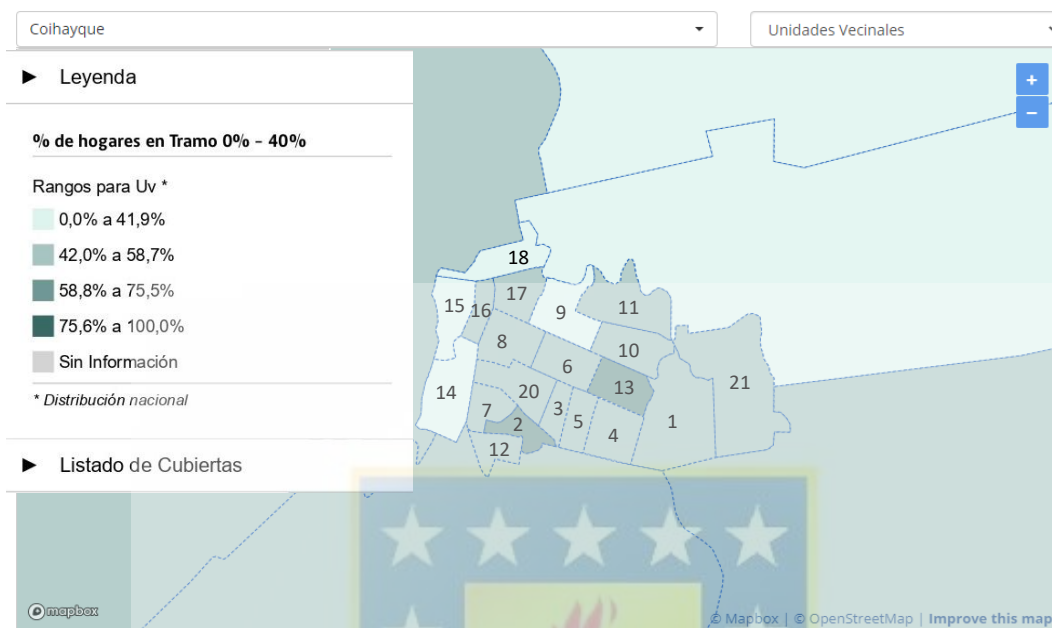


Figura 4. Unidades vecinales sector urbano de Coyhaique

Fuente: Mapa recuperado de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>

Nota: Los números presentes en cada unidad vecinal representan al listado de la tabla 4

3.1.2. Linares

La ciudad de Linares (Figura 5) se emplaza en la Latitud 35° 51' 0" S y Longitud 71° 36' 0" O, posee una superficie total de 16462 km² y aproximadamente 77672 habitantes, pertenece a la región del Maule, región dedicada principalmente a la producción agropecuaria y forestal. Presenta un clima mediterráneo cálido y sub húmedo, con gran presencia de vegetación nativa (BCN, s.f.).



Figura 5. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Linares
Fuente: Elaboración propia

En el ámbito de pobreza y desigualdad, el 61,8% de los hogares registrados en el registro social de hogares de la comuna de Linares, se encuentran dentro del 40% de hogares más vulnerables de la comuna (SIIS-T, 2020). El sector urbano se encuentra conformado por 24 unidades vecinales (Figura 6), de las cuales, las unidades vecinales Linares 2 y Salida Huapi, cuentan con los porcentajes más altos de los hogares considerados vulnerables (Tabla 5 y Figura 6).

Tabla 5. Unidades vecinales de Linares, pertenecientes al tramo 0%-40%

N°	UNIDAD VECINAL	TRAMO 0% - 40%
1	ACHIBUENO	59.7 %
2	CAMILO HENRIQUEZ	54.6 %
3	COMERCIO	52.4 %
4	CRISOSTOMO GAVIRATTI	59.2 %
5	ESFUERZO	63.8 %
6	IGNACIO CHACON DEL CAMPO	60.6 %
7	INTENDENTE FONTANA	67.1 %
8	LICEO DE HOMBRES	64.3 %
9	LINARES 2	72.8 %
10	LINARES CENTRO	38.5 %
11	MALAQUIAS CONCHA	43.4 %
12	NORPONIENTE	57.8 %

13	PEDRO AGUIRRE CERDA	66.4 %
14	PROSPERO VILLAR BRAVO	68.1 %
15	QUINIUPEUMO	47.1 %
16	RAMON FREIRE	60.0 %
17	SALIDA HUAPI	70.6 %
18	SALIDA PALMILLA	47.2 %
19	SALIDA PANIMAVIDA	58.0 %
20	SANTA BARBARA	33.3 %
21	SANTA MARIA	67.2 %
22	SECTOR IANSA	61.9 %
23	VILLA PORVENIR	49.3 %
24	VILLA PRESIDENTE IBANEZ	53.7 %

Fuente: Datos recuperados de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>



Figura 6. Unidades vecinales sector urbano de Linares

Fuente: Mapa recuperado de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>

Nota: Los números presentes en cada unidad vecinal representan al listado de la tabla 5

3.1.3. Osorno

Osorno (Figura 7) se emplaza en la Latitud $40^{\circ} 34' 21''$ S y Longitud $73^{\circ} 8' 7''$ O, cuenta con una superficie total de 32359 km^2 y aproximadamente 147826 habitantes, pertenece a la

región de los Lagos, región dedicada a la salmonicultura, la producción de astillas, al ganado bovino y la extracción de mariscos (BNC, s.f.).



Figura 7. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Osorno
Fuente: Elaboración propia

En el ámbito de pobreza y desigualdad, el 60% de los hogares registrados en el registro social de hogares de la comuna de Osorno, se consideran dentro del 40% de hogares más vulnerables de la comuna (SIIS-T, 2020). El sector urbano se encuentra conformado por 22 unidades vecinales (Figura 8), de las cuales, las unidades vecinales 7, 8 y 23, cuentan con los mayores porcentajes de hogares vulnerables (Tabla 6 y Figura 8).

Tabla 6. Unidades vecinales de Osorno, pertenecientes al tramo 0%-40%

UNIDAD VECINAL	TRAMO 0% - 40%
1	66.1%
10	54.2%
11	54.7%
12	49.6%
13	55.6%
14	60.5%
15	52.1%
18	57.8%
19	53.2%

2	62.4%
20	54.6%
21	54.9%
23	74.2%
25	59.8%
3	60.7%
4	54.1%
5	62.7%
6	58.4%
7	67.9%
8	69.1%
9	64.6%

Fuente: Datos recuperados de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>

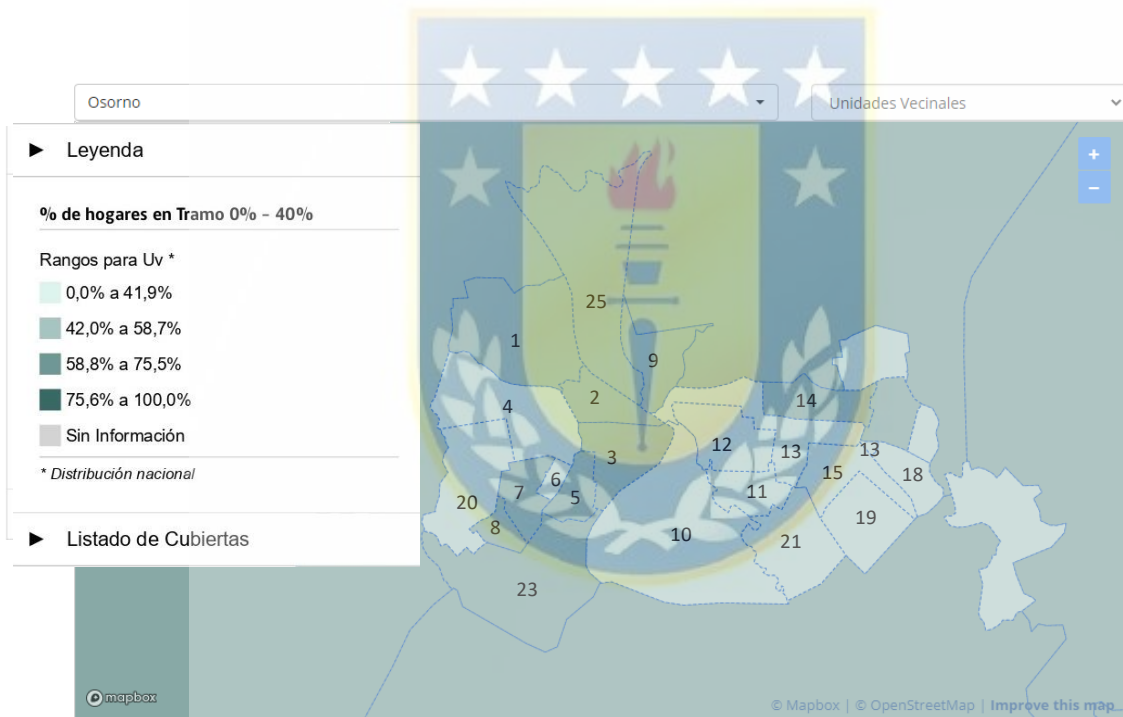


Figura 8. Unidades vecinales sector urbano de Osorno

Fuente: Mapa recuperado de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>

3.1.4. Padre las Casas

Padre las Casas (Figura 9) se emplaza en la Latitud 38° 46' 0" S y Longitud 72° 36' 0" O, posee una superficie total de 6133 km² y aproximadamente 45443 habitantes, pertenece a la región de la Araucanía, la economía principal de la región se basa en la agricultura de cultivos tradicionales y en la producción agropecuaria y forestal (ODEPA, 2018).

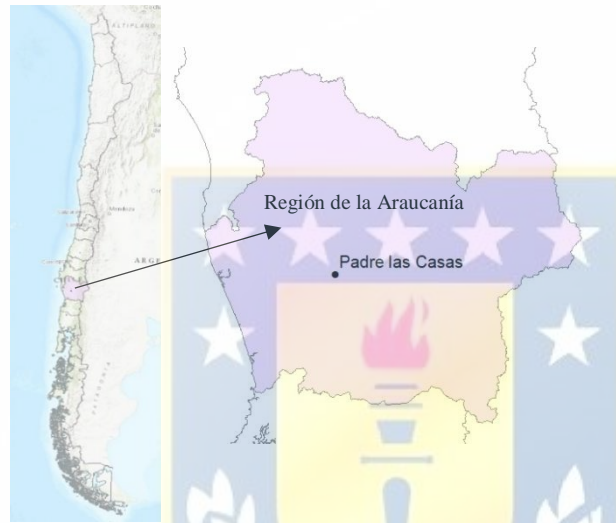


Figura 9. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Padre las Casas
Fuente: Elaboración propia

En el ámbito de pobreza y desigualdad, el 66% de los hogares registrados en el registro social de hogares de la comuna de Osorno, se consideran dentro del 40% de hogares más vulnerables de la comuna (SIIS-T, 2020). El sector urbano se encuentra conformado por 6 unidades vecinales (Figura 10), de las cuales, las unidades vecinales La Unión y Villa Alegre, cuentan con los mayores porcentajes de hogares vulnerables (Tabla 7 y Figura 10).

Tabla 7. Unidades vecinales de Padre las Casas, pertenecientes al tramo 0%-40%

N°	UNIDAD VECINAL	TRAMO 0% - 40%
1	ALIANZA	63.0 %
2	LA UNION	60.1 %
3	MAQUEHUE	57.9 %
4	RIBERENOS	42.7 %
5	THIERS	54.7 %
6	VILLA ALEGRE	67.9 %

Fuente: Datos recuperados de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>

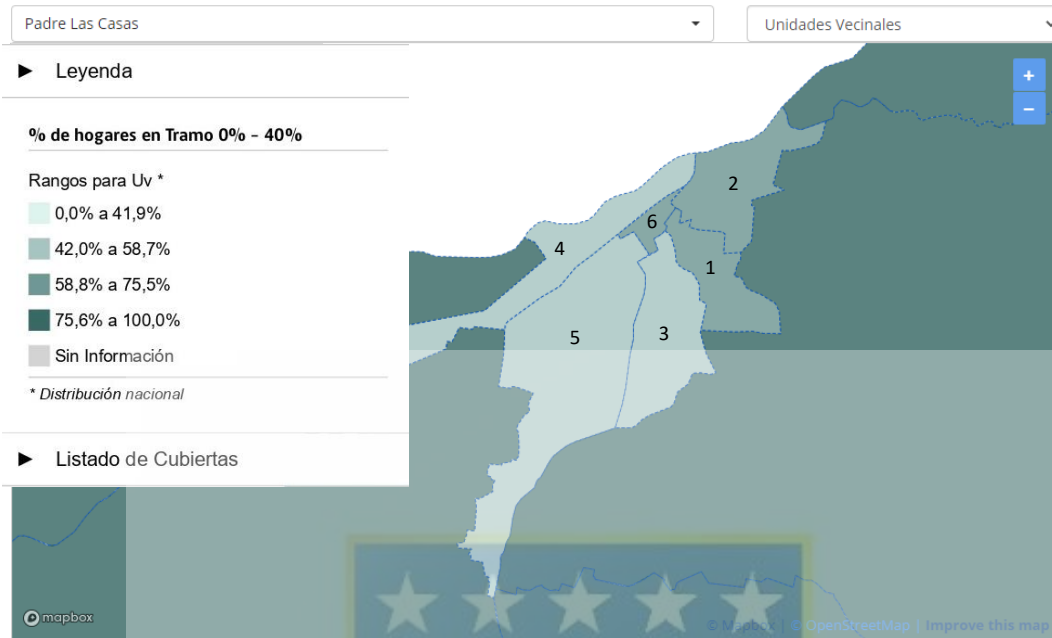


Figura 10. Figura 8. Unidades vecinales sector urbano de Padre las Casas
 Fuente: Mapa recuperado de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>
 Nota: Los números presentes en cada unidad vecinal representan al listado de la tabla 7

3.1.5. Santiago

La ciudad de Santiago (Figura 11) se emplaza en la Latitud 33° 27' 5" S y Longitud 70° 39' 55" O, cuenta con una superficie total de 23135 km² y aproximadamente 404495 habitantes, pertenece a la región Metropolitana, la economía regional se basa principalmente de la agricultura y ganadería, fruticultura y la silvicultura (ODEPA, 2019).



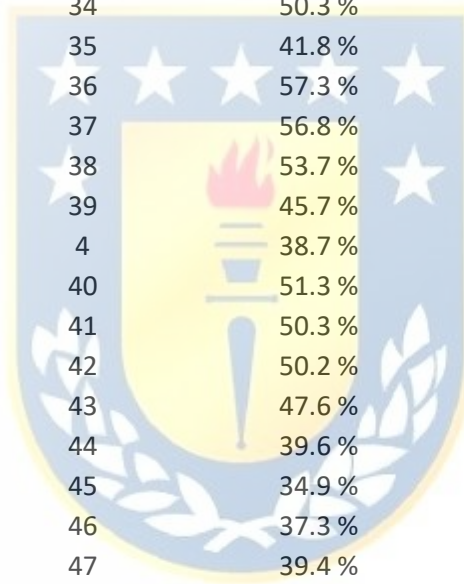
Figura 11. Mapa de ubicación de la zona de estudio, Santiago
Fuente: Elaboración propia

En el ámbito de pobreza y desigualdad, el 46.1% de los hogares registrados en el registro social de hogares de la comuna de Santiago, se consideran dentro del 40% de hogares más vulnerables de la comuna (SIIS-T, 2020). Se encuentra conformado por 52 unidades vecinales (Figura 10), de las cuales, las unidades vecinales 22, 31 y 32, cuentan con los mayores porcentajes de hogares vulnerables (Tabla 7 y Figura 10).

Tabla 8. Unidades vecinales de Santiago, pertenecientes al tramo 0%-40%

UNIDAD VECINAL	TRAMO 0% - 40%
1	44.5 %
10	54.0 %
11	50.3 %
12	53.7 %
13	55.4 %
14	56.8 %
15	48.7 %
16	45.5 %
17	44.7 %
18	40.2 %
19	46.8 %
2	42.6 %
20	49.3 %
21	58.6 %

22	60.0 %
23	58.3 %
24	53.7 %
25	51.1 %
26	47.6 %
27	49.1 %
28	52.3 %
29	48.6 %
3	44.8 %
30	56.9 %
31	60.6 %
32	62.1 %
33	59.9 %
34	50.3 %
35	41.8 %
36	57.3 %
37	56.8 %
38	53.7 %
39	45.7 %
4	38.7 %
40	51.3 %
41	50.3 %
42	50.2 %
43	47.6 %
44	39.6 %
45	34.9 %
46	37.3 %
47	39.4 %
48	40.8 %
49	35.9 %
5	39.3 %
50	39.0 %
51	38.4 %
52	40.6 %
6	52.3 %
7	47.7 %
8	56.9 %
9	48.1 %



Fuente: Datos recuperados de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>

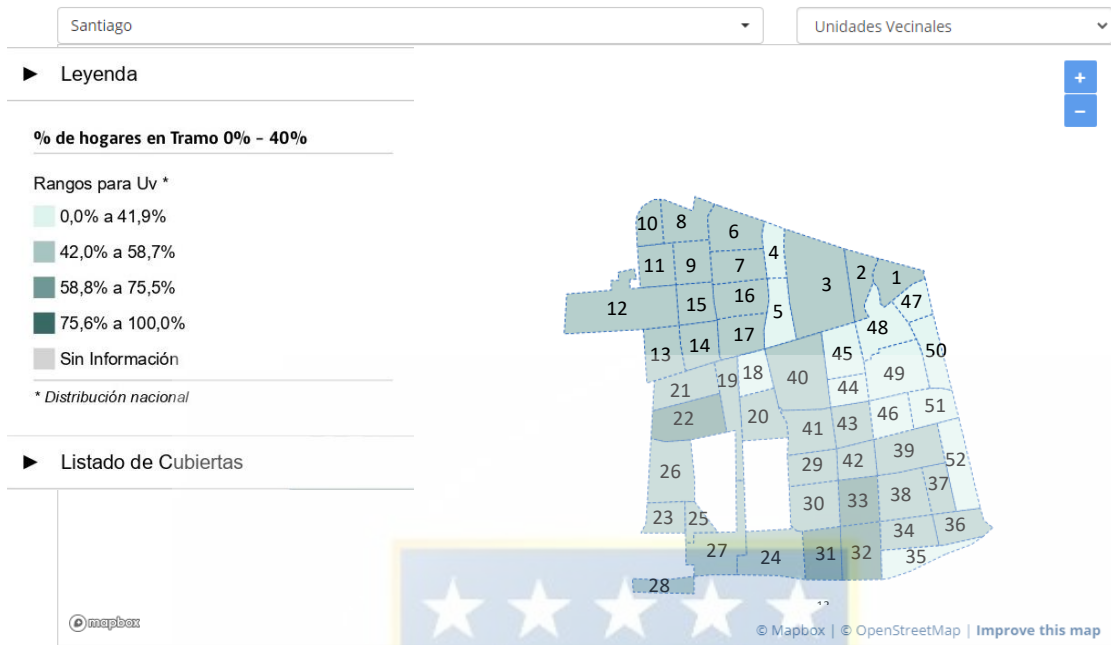


Figura 12. Unidades vecinales sector urbano de Santiago
 Fuente: Mapa recuperado de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>



3.2. Diagrama de procesos



Fuente: Elaboración propia

3.3. Datos de partida

3.3.1. Datos censales

Se descargó los datos censales de los años 2002 y 2017 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), a partir de la herramienta WebServer *REDATAM*, sistema web para la consulta, procesamiento y análisis de datos e indicadores sociodemográficos. Esta herramienta permite al usuario construir tabulados con frecuencias y cruces de variables de las unidades de análisis del censo, permitiendo establecer filtros específicos para grupos de interés (INE, s.f.).

3.3.2. Descarga de información territorial

Para el desarrollo de este estudio se empleó, 3 coberturas vectoriales en formato shapefile, las cuales se especifican a continuación;

- **Microdatos: Entidad urbana y Manzanas**

El censo 2017 dispone de información primordial para la toma de decisiones a nivel país y para áreas geográficas más pequeñas. Para ello, consideran al territorio nacional, como la división entre la División Política Administrativa (DPA) y la división censal. Obteniendo de esta última la degradación a nivel de microdato (INE, 2018).

- Los microdatos a nivel de entidad urbana se obtienen de los *Geodatos abiertos INE*, el cual entrega datos espaciales de los límites administrativos a nivel país de acuerdo a censo 2017, en formato shapefile.
- Los microdatos a nivel de manzana se obtienen de los *Geodatos abiertos INE*, el cual entrega el conjunto de datos espaciales a nivel manzana de acuerdo a censo 2017, en formato shapefile.

- **Catastro de áreas verdes**

El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) elaboró la primera cobertura cartográfica urbana nacional de plazas y parques, desarrollados por una mesa de trabajo multidisciplinaria en la que participaron profesionales del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Corporación Ciudad Accesible, Fundación Mi Parque, Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU), Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), Consultora Compañía Verde, Centro de Políticas Públicas UC, Observatorio de Ciudades UC y Subdepartamento de Geografía de INE (INE, 2019).

La base cartográfica identificó 532 parques y 24.291 plazas (INE, 2019), de las cuales se recolectaron los datos correspondientes a las 5 ciudades de estudio, estas se obtuvieron desde la página web *Indicadores de Calidad de plazas y parques Urbanos 2019* (<https://storymaps.arcgis.com/stories/391dac6ee0c3438fbf186aed3ea1cff1>).

3.3.3. Imágenes Satelitales

La disposición de datos espaciales Landsat constituye una herramienta fundamental para estudios aplicados a problemáticas ambientales (Leguizamón, 2016). Para efectos de este trabajo, se utilizarán los datos espaciales de Landsat 5 y 8.

Se utilizaron un total de 20 imágenes (Tabla 9), esto es una imagen por año para el periodo 2004-2019, las imágenes fueron recuperadas desde el *Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Tabla 9. Imágenes Landsat seleccionadas

Imágenes Landsat seleccionadas					
Ciudad	Año	Satélite	Path	Row	Date
Coyhaique	2004	Landsat 5	232	92	08-12-2004
	2009	Landsat 5	231	92	15-12-2009
	2014	Landsat 8	232	92	02-11-2014
	2019	Landsat 8	231	92	09-11-2019
Linares	2004	Landsat 5	233	85	30-01-2004
	2009	Landsat 5	233	85	13-12-2009
	2014	Landsat 8	233	85	27-12-2014
	2019	Landsat 8	233	85	25-12-2019
Osorno	2004	Landsat 5	233	88	15-02-2004
	2009	Landsat 5	233	88	11-01-2009
	2014	Landsat 8	233	88	26-02-2014
	2019	Landsat 8	233	88	23-01-2019
Padre las Casas	2004	Landsat 5	233	87	14-01-2004
	2009	Landsat 5	233	87	12-02-2009
	2014	Landsat 8	233	87	11-12-2014
	2019	Landsat 8	233	87	25-12-2019
Santiago	2004	Landsat 5	233	83	31-12-2004
	2009	Landsat 5	233	83	11-01-2009
	2014	Landsat 8	233	83	09-01-2014
	2019	Landsat 8	233	83	09-12-2019

Fuente: Elaboración propia

3.4. Métodos

El presente estudio se compuso de 4 secciones principales: Definición e identificación de las IV urbanas, extracción de los índices de fragmentación, cálculo del índice verde urbano y obtención de los indicadores de proximidad a zona verde. A continuación, se presentan los procedimientos utilizados en cada una de las secciones.

3.4.1. Definición e identificación de AVU

Para llevar a cabo la definición e identificación de las AVU presentes en cada ciudad, es necesario cuantificar para cada año de estudio las áreas verdes disponibles dentro de las

clasificaciones parques y plazas. Para esto, en el software *ArcGis 10.3.1* se analizó por medio del método fotointerpretación la entidad urbana de cada una de las imágenes satelitales, empleando la composición de bandas falso color para resaltar la vegetación existente, junto con la cartografía catastral nacional de parques y plazas 2019 y el historial de imágenes del software *Google Earth Pro* (Figura 8).

La resolución espacial presente en cada imagen satelital (30 m), no permite detectar con precisión la ubicación de las AVU, puesto que cada pixel abarca una superficie aproximada de 900 m², lo que dificulta una correcta delimitación de los espacios verdes, generando que, al abarcar superficies de tal magnitud, no se logre diferenciar con claridad entre las zonas designadas a espacios verdes públicos, jardines privados y/o terrenos no habitados. Es por ello que se tomó la decisión de apoyar el estudio por medio de la recopilación de imágenes del software *Google Earth Pro*, puesto que con esta herramienta no es necesario generar correcciones a las imágenes para alcanzar una mejor resolución, ya que junto con la cartografía catastral nacional de parques y plazas 2019, se puede cuantificar de manera efectiva las áreas verdes disponibles.

En este contexto, el procedimiento utilizado para llevar a cabo la cuantificación de las IVU, fue analizar las áreas verdes de cada ciudad, por zonas y por año de estudio, en el software *ArcGis 10.3.1*, mediante la composición de las imágenes satelitales en falso color y la cartografía catastral 2019, comenzando desde el año 2004. Las IVU que no se encontraban presentes en cada uno de los años de estudio fueron identificadas en su mayoría rápidamente, puesto que se encontraban en sectores donde aún no se emplazaban asentamientos urbanos en comparación a las ya establecidas del año 2019, como por ejemplo en zonas próximas a los límites de cada ciudad, por ende, no se consideraron dentro del registro las áreas verdes del catastro del 2019 que se encontraban en esas zonas. Por otro lado, para corroborar el

emplazamiento de las demás AVU dentro de la ciudad, en los respectivos años de estudio, fue necesario el uso de la recopilación de imágenes del software *Google Earth Pro*.

Fuente: Elaboración propia

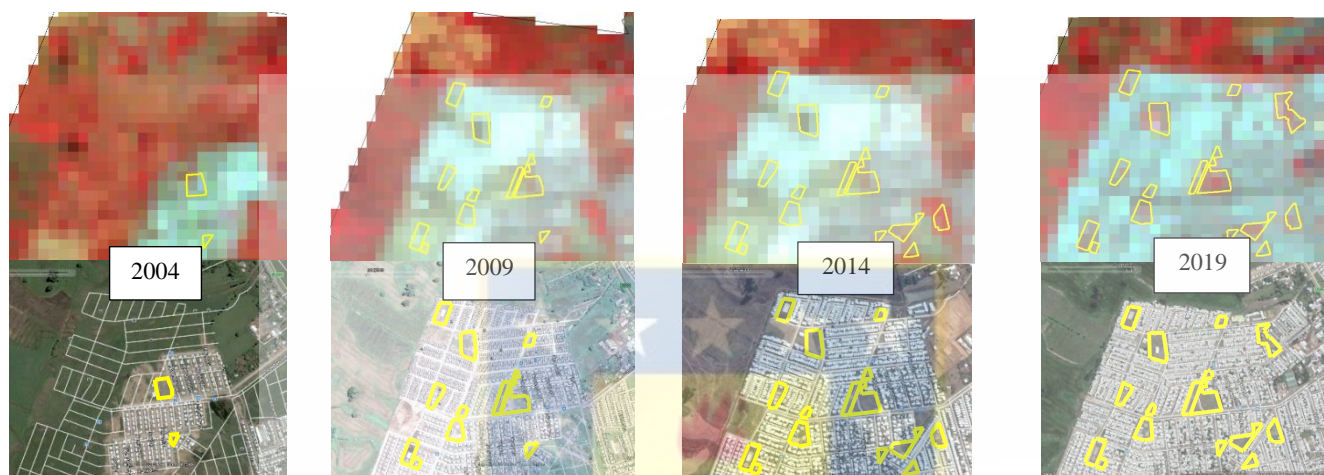


Figura 13. Delimitación AVU Sector noroeste de Osorno (2004, 2009, 2014, 2019).

3.4.2. Índices de Fragmentación

Para el análisis de este apartado, las métricas de fragmentación se obtuvieron a partir de la implementación de la herramienta ToolBox *Indifrag v2.1*, en el software *ArcGis 10.3.1*, herramienta desarrollada por el *Grupo de Cartografía, Geo Ambiental y Teledetección* del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universidad Politécnica de Valencia, España.

La herramienta calcula un conjunto de índices y variables que especifican de forma cuantitativa el grado de fragmentación y la distribución espacial de los usos y coberturas de suelo (Soriano, 2017). Para efectos de este estudio, dentro de los índices que calcula la herramienta, se obtuvieron el área, Perímetro (Perim), Densidad de Clase (DC), Compacidad de clase (C) y la Cohesión (COHE) de las coberturas vegetales urbanas identificadas para los años 2004, 2009, 2014 y 2019 de cada ciudad estudiada.

3.4.3. Índice verde urbano

Para estimar el índice verde urbano se calculó en cada área de estudio, los metros cuadrados de zonas verdes disponibles por habitante (ecuación 4). En este proceso, los datos de población urbana se adquirieron a partir de los datos censales de los años 2002 y 2017, disponibles en la herramienta WebServer *REDATAM*. Para efectos de este análisis, los datos censales del año 2002 se aplicaron para la estimación del índice verde urbano, en las ciudades estudiadas entre los años 2004 y 2009, mientras que los datos del censo 2017, se aplicaron para estimar el índice en las zonas de estudio, entre los años 2014 y 2019.

Los resultados obtenidos de esta estimación, se analizaron de acuerdo a las directrices marcadas por la OMS, en la que establecen un mínimo de 10 m² de superficie verde por persona. A partir de esto, las IVU se clasificaron para cada ciudad como deficientes o aceptables, donde se encontrarían dentro de la clasificación deficiente, las AVU de las ciudades que no contemplen una superficie de 10 m² por habitante.

3.4.4. Indicador proximidad a zonas verdes

El cálculo del indicador de proximidad a zonas verdes se realizó en el software *ArcGis 10.3.1*, mediante la implementación de la herramienta *zona de influencia*. El proceso generó polígonos que determinaban la zona de influencia alrededor de cada IVU catalogada como parque o plaza, a una distancia determinada. De acuerdo los estándares urbanos establecidos por el CNDU, la distancia máxima a parques es de 3000 m y a plazas, 400 m. Para determinar si las AVU disponibles lograban ser accesibles para todos los habitantes de la ciudad según los estándares recomendados, se calculó para cada año de estudio el porcentaje de superficie urbana sin cobertura vegetal.

4. Resultados

4.1. Cuantificación IVU

De acuerdo al estudio realizado se cuantificaron las AVU de cada ciudad (Tabla 10 y Tabla 11), del cual se determinó el número de parques y plazas disponibles por año de estudio. Para el año 2004, se detectaron en las 5 ciudades un total de 702 plazas y 25 parques, mientras que para el año 2019 se cuantificaron 1001 plazas y 26 parques urbanos. En este contexto, en 15 años el n° de plazas disponibles incrementó en un 43%, mientras que, en parques solo hubo un incremento del 4%.

Tabla 10. Cuantificación de parques

Cuantificación parques						
Año	Coyhaique	Linares	Osorno	Padre las Casas	Santiago	Total
2004	3	1	11	1	9	25
2009	3	1	11	1	10	26
2014	3	1	11	1	10	26
2019	3	1	11	1	10	26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Cuantificación de plazas

Cuantificación plazas						
Año	Coyhaique	Linares	Osorno	Padre las Casas	Santiago	Total
2004	97	124	343	31	107	702
2009	133	176	363	74	110	856
2014	134	192	399	90	110	925
2019	144	203	434	107	113	1001

Fuente: Elaboración propia

4.2. Índices de Fragmentación

Por medio de la herramienta Indifrag se obtuvieron los índices de fragmentación de cada una de las 5 ciudades analizadas en su respectivo espacio temporal.

Los parámetros elegidos para el análisis de este apartado se realizarán a nivel de clase (CI) y se definen a continuación.

- **AreaCI:** Suma de las áreas de los objetos dentro de una clase en km².
- **PerimCI:** Suma de los perímetros de los objetos dentro de una clase en km
- **DC:** Cuanto más alto el valor, existe una mayor agregación espacial de las clases, por lo que existe una mayor densidad de una clase en el súper-objeto. El valor obtenido es un porcentaje (%), y su rango se encuentra entre 0 y 1
- **CCI:** Mientras mayor sea su valor, entre los objetos existe una menor dispersión. Su valor se encuentra entre 0 y 1.
- **COHECI:** Cuanto más alto su valor, existe una mayor conectividad entre las clases. Su rango es de 0 a 100.

Los resultados a respectivos a cada ciudad en relación a los índices de fragmentación de las áreas verdes urbanas, se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Indicadores índices de fragmentación.

INDICADORES DE NIVEL DE CLASE (VEGETACIÓN)					
Ciudad	Índices	2004	2009	2014	2019
Coyhaique	AreaCI	0.5444	0.6794	0.6807	0.6871
	PerimCI	36.5748	46.8297	47.0593	49.0670
	DC	0.0201	0.0251	0.0252	0.0254
	CCI	0.0715	0.0624	0.0622	0.0599
	COHECI	98.9566	98.9050	98.9018	98.8683
Linares	AreaCI	0.3475	0.4406	0.4666	0.4909
	PerimCI	30.2672	40.7366	43.8266	46.0066
	DC	0.0138	0.0176	0.0186	0.0196
	CCI	0.0690	0.0578	0.0553	0.0541
	COHECI	98.3034	98.1920	98.1615	98.1489
Osorno	AreaCI	3.5598	3.6661	3.7730	3.8880
	PerimCI	139.9620	147.5280	156.8130	166.0990
	DC	0.0634	0.0653	0.0672	0.0692
	CCI	0.0478	0.0460	0.0439	0.0421
	COHECI	99.3468	99.3309	99.3059	99.2833
Padre las Casas	AreaCI	0.1848	0.3225	0.3808	0.4255
	PerimCI	9.2240	20.6296	25.1678	29.0934
	DC	0.0183	0.0319	0.0377	0.0421
	CCI	0.1652	0.0976	0.0869	0.0795
	COHECI	98.9716	98.8045	98.7863	98.7569

	AreaCI	2.6078	2.6606	2.6671	2.6731
	PerimCI	61.6727	64.1947	64.0043	64.6553
Santiago	DC	0.0782	0.0798	0.0800	0.0802
	CCI	0.0928	0.0901	0.0905	0.0896
	COHECI	99.5953	99.5937	99.5911	99.5878

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos entregados en la Tabla 12, se observa que para el espacio temporal que abarca el estudio, cada ciudad presenta una densidad de clase (DC) similar, indicando que entre los años de estudio existe un bajo incremento en superficie de áreas verdes urbanas. Exceptuando la ciudad Padre las Casas, ya que entre los años 2004 y 2019 existe una gran variación en la DC de sus áreas verdes. Entre las ciudades estudiadas, Santiago presenta una mayor densidad de sus áreas verdes, mientras que Linares la más baja.

Se analiza, además, la compacidad de la clase (CCI) presente en las áreas verdes de cada ciudad, en el cual se observa que a medida que la DC aumenta, la agregación espacial de la clase es menor. Indicando un aumento en la dispersión de las áreas verdes de cada ciudad. Dentro de este análisis se puede destacar que las ciudades, Santiago y Padre las casas presentan una menor dispersión de objetos y, por lo tanto, la más favorable. Mientras que, Coyhaique, Linares y Osorno presentan mayor dispersión de objetos.

En cuanto a la subdivisión de la clase vegetación Santiago presenta un alto valor de COHCL, mientras que la vegetación menos subdividida se encuentra en Linares.

4.3. Indicadores

4.3.1. Zonas verdes por habitante

En la Tabla 13, se presentan los resultados por año de estudio de las zonas verdes por habitante establecidas en cada ciudad. Se determina, además, una escala de 2 rangos que

clasifica las áreas verdes como, deficientes y/o aceptables, considerando como deficiente las zonas verdes por habitante con valores inferiores a los 10 m²/habitante establecidos por la OMS y, como aceptables, los valores que se posean 10 m²/habitante o superior.

Tabla 13. Zona verde por habitante

ZONAS VERDES POR HABITANTE				
Ciudad	Año	Población (n° personas)	m2 de vegetación	m2 de vegetación/habitante
Coyhaique	2004	44850	266852,96	5,95
	2009	44850	332988,40	7,42
	2014	49968	333660,71	6,68
	2019	49968	336772,38	6,74
Linares	2004	68224	227992,03	3,34
	2009	68224	289073,41	4,24
	2014	77672	306136,85	3,94
	2019	77672	322077,90	4,15
Osorno	2004	132245	2069691,22	15,65
	2009	132245	2129345,20	16,10
	2014	147826	2190944,51	14,82
	2019	147826	2267469,41	15,34
Padre las Casas	2004	33697	112195,39	3,33
	2009	33697	195773,78	5,81
	2014	45443	231181,25	5,09
	2019	45443	258366,77	5,69
Santiago	2004	200792	1810256,69	9,02
	2009	200792	1846945,28	9,20
	2014	404495	1851455,03	4,58
	2019	404495	1855608,66	4,59

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos de la estimación del índice verde urbano, se determina que dentro de la categoría áreas verdes deficientes, se encuentran Coyhaique, Linares, Padre las Casas y Santiago, ya que en cada año que se aplicó el estudio, las áreas verdes no alcanzan los 10 m² por habitante. Dentro de esta categoría se observa que ciertas ciudades a pesar de presentar un incremento de la superficie de AVU por habitante en el transcurso

de los años estudiados, no logran obtener el estándar para asegurar una calidad ambiental dentro de las IVU. Como es el caso de Padre las Casas, que al año 2004 contaba con una superficie de espacios verdes de 3,33 m² por habitante y al año 2019 la incrementó a 5,69 m² por habitante, es más Santiago presenta un caso distinto, puesto que al año 2004 contaba con 9,02 m² por habitante y para el año 2019 disminuyó sus espacios verdes a 4,59 m² por habitante.

En el segundo grupo, áreas verdes aceptables, solo se encuentra Osorno, puesto que para cada año en que se aplicó el estudio, alcanzó una superficie por habitante mayor a los 10 m²/habitante recomendado por la OMS.

Se puede concluir en este indicador, que la ciudad de Osorno es la ciudad con más zonas verdes por habitante y por ende con la mejor calidad ambiental en cada uno de los años estudiados para las 5 ciudades, alcanzando en el año 2009 su mejor auge, mientras que para el año 2004, Padre las Casas es la ciudad con menos calidad ambiental, le sigue Linares en los años 2009, 2014 y 2019.

4.3.2. Proximidad a zonas verdes

Para generar un correcto análisis de los beneficios que producen en la calidad ambiental las áreas verdes de las ciudades, es necesario aplicar a cada año de estudio un análisis de proximidad de la población, en este caso se considera los estándares establecidos por la CNDU, para las distintas infraestructuras dentro de las ciudades, en las cuales:

- La distancia máxima a parques es de 3000 m.
- La distancia máxima a plazas es de 400 m.

Para analizar este indicador, se generaron mapas de proximidad (Anexos) a las zonas verdes clasificadas respectivamente dentro de las categorías parque y plaza, a través de la herramienta *zona de influencia* del software *ArcGis*.

Para la correcta interpretación de los mapas (Anexos), se calculó el porcentaje de superficie urbana que no se encuentre dentro de la influencia de las IVU, tanto de plazas como de parques (Tabla 14 y Tabla 15).

Tabla 14. Área de influencia plazas

AREA DE INFLUENCIA PLAZAS						
Ciudad	Año	Área de influencia plazas (m ²)	Superficie total suelo urbano (m ²)	Área de superficie urbana no abarcada por la influencia de plazas (m ²)	% área sin influencia de plazas	Población sin acceso a plazas
Coyhaique	2004	9916745,33	13266000,00	3349254,67	25,25	11323
	2009	10807157,14	13266000,00	2458842,86	18,53	8313
	2014	10807583,77	13266000,00	2458416,23	18,53	9260
	2019	11426892,80	13266000,00	1839107,20	13,86	6927
Linares	2004	13322690,01	16462256,80	3139566,80	19,07	13011
	2009	14863904,15	16462256,80	1598352,65	9,71	6624
	2014	15027325,65	16462256,80	1434931,16	8,72	6770
	2019	15095965,24	16462256,80	1366291,56	8,30	6446
Osorno	2004	24400419,51	32358953,20	7958533,68	24,59	32525
	2009	28126168,17	32358953,20	4232785,03	13,08	17299
	2014	28623088,21	32358953,20	3735864,99	11,55	17067
	2019	28856944,88	32358953,20	3502008,32	10,82	15998
Padre las Casas	2004	4232453,37	6133473,08	1901019,70	30,99	10444
	2009	5200134,60	6133473,08	933338,48	15,22	5128
	2014	5283616,21	6133473,08	849856,87	13,86	6297
	2019	5625594,01	6133473,08	507879,06	8,28	3763
Santiago	2004	15717657,46	23135236,22	7417578,76	32,06	64378
	2009	16299290,79	23135236,22	6835945,43	29,55	59330
	2014	16209112,83	23135236,22	6926123,39	29,94	121096
	2019	16986797,24	23135236,22	6148438,98	26,58	107499

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Área de influencia parques

AREA DE INFLUENCIA PARQUES						
Ciudad	Año	Área de influencia plazas (m ²)	Superficie total suelo urbano (m ²)	Área de superficie urbana no abarcada por la influencia de parques (m ²)	% área sin influencia de parques	Población sin acceso a plazas
Coyhaique	2004	13266000,00	13266000,00	0,00	0,00	0
	2009	13266000,00	13266000,00	0,00	0,00	0
	2014	13266000,00	13266000,00	0,00	0,00	0
	2019	13266000,00	13266000,00	0,00	0,00	0
Linares	2004	16442560,14	16462256,80	19696,66	0,12	82
	2009	16442560,14	16462256,80	19696,66	0,12	82
	2014	16442560,14	16462256,80	19696,66	0,12	93
	2019	16442560,14	16462256,80	19696,66	0,12	93
Osorno	2004	32358953,20	32358953,20	0,00	0,00	0
	2009	32358953,20	32358953,20	0,00	0,00	0
	2014	32358953,20	32358953,20	0,00	0,00	0
	2019	32358953,20	32358953,20	0,00	0,00	0
Padre las Casas	2004	5907151,68	6133473,08	226321,39	3,69	1243
	2009	5907151,68	6133473,08	226321,39	3,69	1243
	2014	5907151,68	6133473,08	226321,39	3,69	1677
	2019	5907151,68	6133473,08	226321,39	3,69	1677
Santiago	2004	22857493,69	23135236,22	277742,52	1,20	2411
	2009	22857493,69	23135236,22	277742,52	1,20	2411
	2014	22857493,69	23135236,22	277742,52	1,20	4856
	2019	22857493,69	23135236,22	277742,52	1,20	4856

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos de población urbana presentado en la Tabla 13 y el área de influencia que cubre las áreas verdes dentro de los límites administrativos de cada ciudad (Tabla 14), aplicando una fórmula de proporcionalidad, regla de 3, se estimó un aproximado de la población que no contaría con acceso a una IVU según los estándares de la CNDU.

Dentro de las ciudades estudiadas, Santiago presenta un mayor porcentaje de suelo urbano fuera de del área de influencia que abarcan las IVU catalogadas como plazas (400 m a la redonda), como también presenta los números más altos de población urbana, sin acceso

según los estándares establecidos a la IVU (plazas), por lo tanto, es la que presenta la peor calidad ambiental dentro de las ciudades estudiadas. En Santiago, para el año 2004 (Tabla 14) se estimó aproximadamente 64.378 personas que no disponían de acceso a plazas, mientras que para el año 2019 se percibe un aumento de población, en la cual aproximadamente 107.499 personas no ostentan acceso a plazas, pese a haya disminuido dentro del transcurso de 15 años el porcentaje de superficie urbana que se encuentra fuera del área de influencia que abarcan las IVU catalogadas como plazas. Estos resultados se deben a que, según lo observado en los Anexos T, U, R Y S, la mayor concentración de AVU catalogadas como plazas se encuentren distribuidas principalmente en el sector norte de Santiago.

La urbe que presenta dentro de las ciudades estudiadas el mejor indicador de calidad ambiental en la categoría plazas, se encuentra en la ciudad de Padre las casas y le sigue Linares, ya que entrega un bajo porcentaje de superficie de suelo urbano sin cobertura vegetal. Destacando principalmente el desarrollo de Padre las Casas, puesto que para el año 2004 mantenía un 30,99 por ciento de superficie de suelo urbano que no se encontraba dentro de la zona de influencia de las IVU, dejando sin conexión a plazas, a una población aproximada de 10.444 habitantes. Mientras que para el año 2019 disminuyó a un porcentaje del 8,28, generando que solo 3.763 habitantes no cuenten con accesibilidad a plazas.

De la Tabla 15 se concluye en general, que dentro de la categoría parque casi todas las ciudades cumplen con la distancia máxima para acceder a un parque urbano (3000 metros) ya que los porcentajes de suelo urbano sin cobertura vegetal son los mínimos. Destacando las ciudades de Coyhaique y Osorno, ya que, dentro de los años de estudio, las zonas de influencia de estas áreas verdes, cubren completamente la superficie urbana de las

ciudades. Siendo en este apartado un buen indicador ambiental. En contraste, la ciudad Padre las Casas presenta el peor indicador, ya que dentro de las ciudades estudiadas presenta el porcentaje más elevado de superficie de suelo urbano sin cobertura vegetal.



5. Discusión, conclusión y recomendaciones

La Infraestructura Verde (IV) dentro de una urbe, presta un conjunto de beneficios ecosistémicos, sobre todo en la calidad ambiental de las ciudades, ya que regulan la temperatura y la humedad del ambiente, producen oxígeno, filtran la radiación, entre tantas otras cualidades.

En este estudio se estimó, el índice de fragmentación, el índice verde urbano y el índice de proximidad a áreas verdes. Con la finalidad de analizar la calidad de las IVU de 5 ciudades chilenas, Coyhaique, Linares, Osorno, Padre las Casas y Santiago, catalogadas por la IQAir dentro de las ciudades con peor calidad del aire de Latinoamérica, este análisis se realizó por medio de la fotointerpretación de imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8, entre los años 2004, 2009, 2014 y 2019, en conjunto con el catastro nacional de áreas verdes 2019. Los resultados de este análisis se obtuvieron mediante métricas de fragmentación y la obtención de los índices, zonas verdes por habitante y proximidad a zonas verdes.

Los resultados de este estudio demuestran que las áreas verdes en estas ciudades presentan una distribución desigual, como se logra observar en los valores de fragmentación, en superficie y en accesibilidad. Estos resultados se ven directamente relacionados con el nivel socioeconómico de la población y su rápida expansión urbana. Cabe destacar que los indicadores calculados se deben usar de manera complementaria, ya que cada uno por separado analiza algún atributo en específico de las IVU.

A partir del estudio realizado se pudo determinar en cada índice analizado, que a medida que crecía demográficamente cada ciudad, las nuevas IVU que establecían, no eran suficientes para que toda la población tuviera un correcto acceso a ellas. No existe una conexión entre ellas, y la mayor parte de los espacios verdes públicos se concentraban

principalmente en la zona central de las ciudades o donde existía un mayor poder económico, estableciéndose una gran segregación entre ellas.

Los valores obtenidos para cada indicador analizado, demuestra las falencias presentes en las áreas verdes estudiadas, sobre todo en Coyhaique, puesto que obtuvo en la mayoría de los índices, bajos valores en su calidad ambiental, mientras que Osorno y Linares entre las ciudades estudiadas, son las que mejores condiciones ambientales presentan.

Es fundamental que las administraciones municipales observen el conjunto de la IVU y se encarguen de planificar, diseñar, crear, manejar, mantener y utilizarlas al igual que otras obras de infraestructura, que vean su potencial en la sustentabilidad de una ciudad, y prioricen su construcción a medida que las ciudades se desarrollen y crezcan espacialmente.

Es importante que se considere sobre todo en las comunas que se ven afectadas para seguir expandiéndose territorialmente, terrenos dentro del sector urbano, como áreas verdes privadas, sitios eriazos, corredores naturales y recursos fluviales, los cuales tienen el potencial de contrarrestar el déficit de áreas verdes y fragmentación del paisaje natural, para integrarlo y generar una ciudad resiliente en el tiempo.

Los resultados obtenidos, pueden ser utilizados como un apoyo referencial para conocer el estado de la IV estudiada, pero se recomienda que para un estudio más completo se utilicen imágenes con una mejor resolución espacial, junto con información adicional, como tomas en campo, que permitan obtener resultados más precisos.

6. Referencias

- Amato-Lourenço, L. F., Moreira, T. C., Arantes, B. L., Silva Filho, D. F., & Mauad, T. (2016). Estudios Avanzados, *Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde*, 30(86), 113-130.
- Atasoy, M. (2018). Monitoreo y evaluación ambiental. *Monitoreo de los espacios verdes urbanos y la fragmentación del paisaje mediante teledetección: un estudio de caso en Osmaniye, Turquía*, 190(12), 1-8.
- BCN. (s.f.). *Clima y vegetación Región de Aysén*. Recuperado el 06 de Enero de 2021, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region11/clima.htm#:~:text=El%20clima%20que%20caracteriza%20a,fuertes%20vientos%20y%20mucho%20humedad.&text=Las%20temperaturas%20son%20generalmente%20bajas,el%20de%20las%20m%20C3%A1s%20bajas.>
- BCN. (s.f.). *Clima y vegetación Región de Aysén*. Recuperado el 06 de Enero de 2021, de Biblioteca Nacional del Congreso: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region7/clima.htm#:~:text=El%20clima%20que%20caracteriza%20a,fuertes%20vientos%20y%20mucho%20humedad.&text=Las%20temperaturas%20son%20generalmente%20bajas,el%20de%20las%20m%20C3%A1s%20bajas.>
- BNC. (s.f.). *Región de los lagos*. Recuperado el 07 de Enero de 2021, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region10>

Buyantuyev, A., Wu, J., & Gries, C. (2007). *International Journal of Remote Sensing*.

Estimating vegetation cover in an urban environment base don Landsat ETM+ imagery: A case study in Phoenix, USA, 28(2), 269-291.

Campbell. (1996). The Guilford. *Introduction to Remote Sensing*, 2. New York - London.

Campoverde, A. S. (2019). *Eídos. La continuidad y fragmentación de los espacios verdes en el Distrito Metropolitano de Quito*(13), 27-37.

Cantó, M. T. (2014). *La ordenación de la infraestructura verde en el sudeste ibérico (comunidad valenciana, España)*.

Celemín, J. P. (2012). *EURE (Santiago). Asociación espacial entre fragmentación socioeconómica y ambiental en la ciudad de Mar del Plata*, 38(113), 33-51.

Cushman, S. (2006). *Conservación biológica. Efectos de la pérdida y fragmentación del hábitat en los anfibios: revisión y prospecto*, 128(2), 231-240.

INE. (2018). *Síntesis de resultados. Censo 2017*.

INE. (2018). *Manual de usuario de la base de datos del Censo de población y vivienda 2017*. Recuperado el 10 de Enero de 2021, de http://www.censo2017.cl/microdatos/descargas/microdatos/Manual_de_usuario_Censo_2017_16R.pdf

INE. (2019). *Indicadores de calidad de plazas y parques urbanos en Chile 2019*.

Recuperado el 09 de Enero de 2021, de

https://geoarchivos.ine.cl/Files/Calidad_PIPq/INDICADORES%20DE%20CALIDAD%20C3%81REAS%20VERDES.pdf

- INE. (s.f.). *Censos de población y vivienda*. Recuperado el 07 de Enero de 2021, de Instituto Nacional de Estadísticas: <https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda/poblacion-y-vivienda>
- IQAir. (2019). World AIR Quality Report. Obtenido de <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities?continent=59af929e3e70001>
- IQAir. (2019). *World AIR Quality Report*. Obtenido de Recuperado de: <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities?continent=59af929e3e70001c1bd78e50&country=&state=&page=1&perPage=50&cities=>
- Jaeger, J. A., Bertiller, R., Schwick, C., Müller, K., Steinmeier, C., & Ewald, K. y. (2008). Journal of Environmental Management. *Implementación de la fragmentación del paisaje como indicador en el Sistema Suizo de Monitoreo del Desarrollo Sostenible (MONET)*, 88(4), 737-751.
- Leguizamón, P. (2016). INFORMACIÓN ESPACIAL, HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS EN LA. *Ingeniería e Innovación*, 4(2).
- Miller, R. (1997). Nueva Jersey: Prentice-Hall. *Silvicultura urbana: planificación y gestión de espacios verdes urbanos*, 2.
- Montecinos, C. L. (s.f.). Fundamentos Básicos de Teledetección. *Universidad Católica del Norte*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Cristian_Lopez-Montecinos3/publication/343295557_Fundamentos_Basicos_para_la_Teledeteccion_Ambiental/links/5f21e3c692851cd302c87695/Fundamentos-Basicos-para-la-Teledeteccion-Ambiental.pdf
- NASA. (s.f.). *Descripción general de Landsat*. Recuperado el 15 de Enero de 2020, de https://www.nasa.gov/mission_pages/landsat/overview/index.html

- ODEPA. (2018). *Región de la Aracaunía, Información regional 2018*. Recuperado el 07 de Enero de 2021, de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Araucania.pdf>
- ODEPA. (2019). *Región Metropolitana información regional 2019*. Recuperado el 07 de Enero de 2021, de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Metropolitana.pdf>
- Pagot, M. (2003). Problemas del Conocimiento en Ingeniería y Geología. *Metodologías inductivas y deductivas en técnicas de teledetección., 1*, 114-129.
- Purizaga, L. F. (2019). Naturaleza, factores limitantes, evaluación e importancia de la aplicación del sistema de información geográfica (SIG) en la toma de decisiones y gestión administrativa en las municipalidades de Lima Metropolitana: Municipalidad de San Borja, San Isidro.
- Romero, F. S. (2016). Revista AquaTIC. *La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental(24)*.
- Salas, M. G., & Herrera, L. C. (2017). Hábitat Sustentable. *La vegetación como sistema de control para las Islas de Calor Urbano en Ciudad Juárez, Chihuahua.*, 14-23.
- Sapena, M. M., & Ruiz, L. F. (2016). Guía de usuario IndiFrag v2.1.
- Sapena, M. M., & Ruiz, L. F. (2016). Univesidad Politécnica de Valéncia. *Guía de usuario IndiFrag v2.1*. España.
- Sapena, M., & Ruiz, L. (2015). Descripción y cálculo de índices de fragmentación urbana: herramienta IndiFrag.
- Sapena, M., & Ruiz, L. A. (2015). Revista de Teledetección. *Descripción y cálculo de índices de fragmentación urbana: herramienta IndiFrag, 43*, 77-90.

- Sastre, S. M., Dorado, G. M., & de los Ríos, I. C. (2010). *Los Sistemas de Información Geográfica Participativos como herramientas para el desarrollo rural sostenible: Análisis conceptual y revisión de experiencias.*
- SIIS-T. (2020). % de hogares en Tramo 0% - 40%, Nacional, diciembre 2020. *Hogares presentes en el Registro Social de Hogares según tramo de Calificación Socioeconómica (CSE)*. Recuperado el 26 de 03 de 21, de <http://siist.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadorportada/85>
- SINIA. (2019). *Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente*. Obtenido de <https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medioambiente/>
- Soriano, I. B. (2017). Análisis comparativo de la fragmentación de zonas verdes intraurbanas a partir de cartografía de usos de suelo derivadas de imágenes Sentinel- 2. Relación con indicadores de calidad ambiental.
- Taubenböck, H., Wegmann, M., Berger, C., Breunig, M., Roth, A., & Mehl, H. (2008). Análisis espaciotemporal de megaciudades indias. Actas de los archivos internacionales de las ciencias de la fotogrametría, la teledetección y la información espacial, 10. (*Parte B*), 75-82.
- USGS. (s.f.). *Misiones Landsat*. Recuperado el 10 de 01 de 2021, de Landsat 5: https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-5?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con
- USGS. (s.f.). *Misiones Landsat, Landsat 8*. Recuperado el 10 de 01 de 2021, de https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con

Vásquez, A. F. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile.

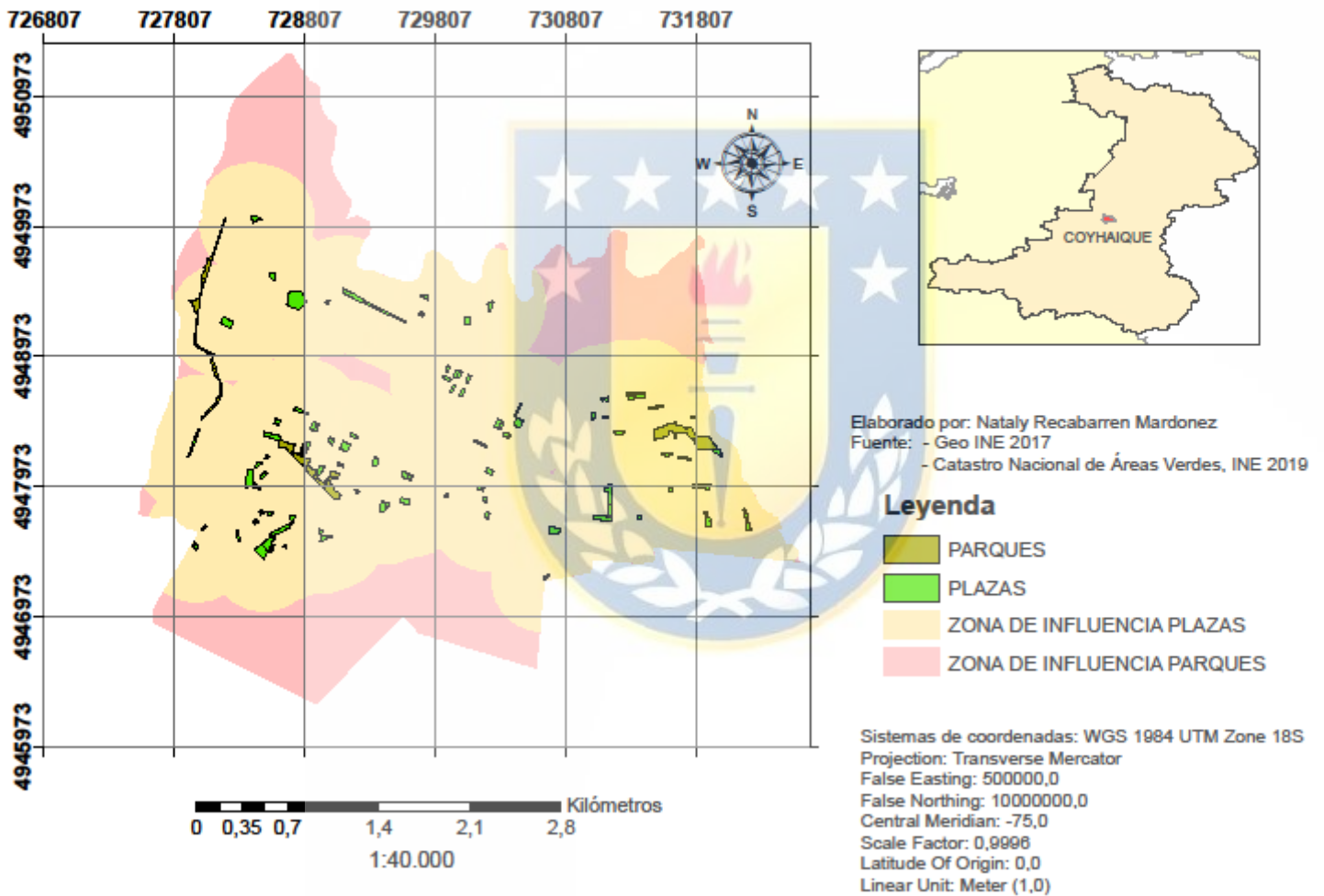
Yuan, F., & Bauer, M. (2007). Remote Sensing of Environment. *Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery.* (106), 375-386.



7. Anexos

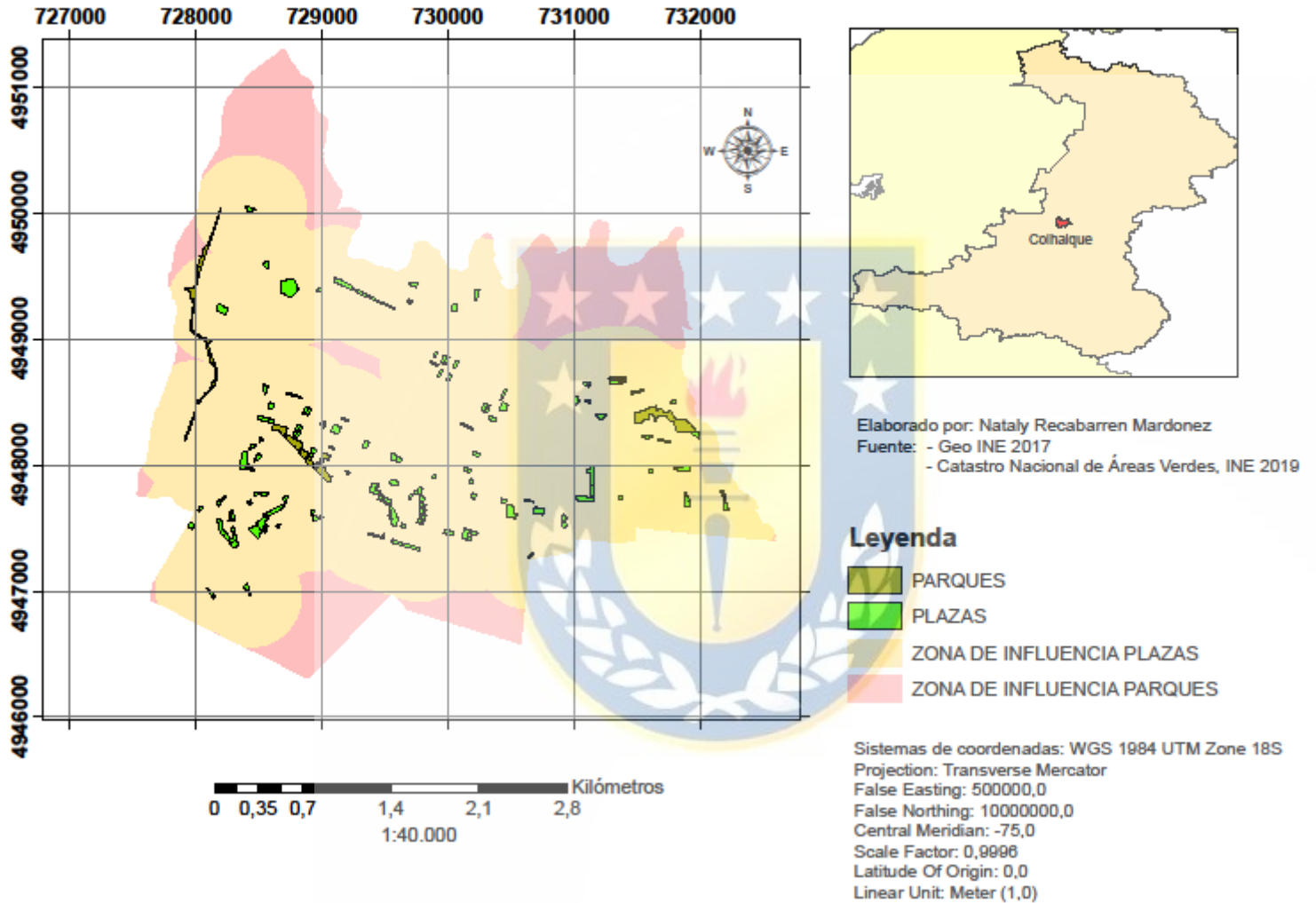
7.1. Anexo A Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2004

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES COYHAIQUE, 2004



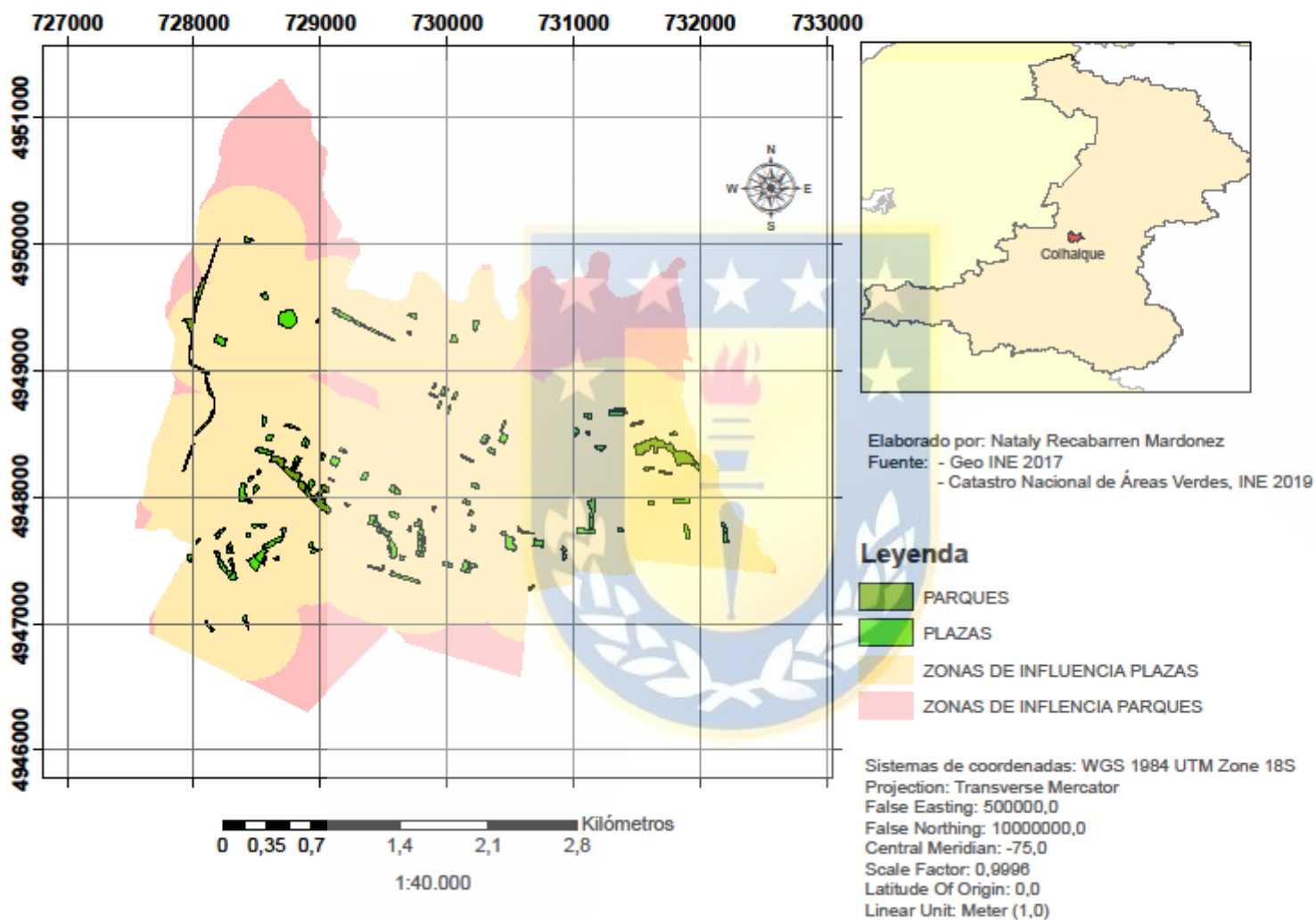
7.2. Anexo B Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2009

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES COYHAIQUE, 2009



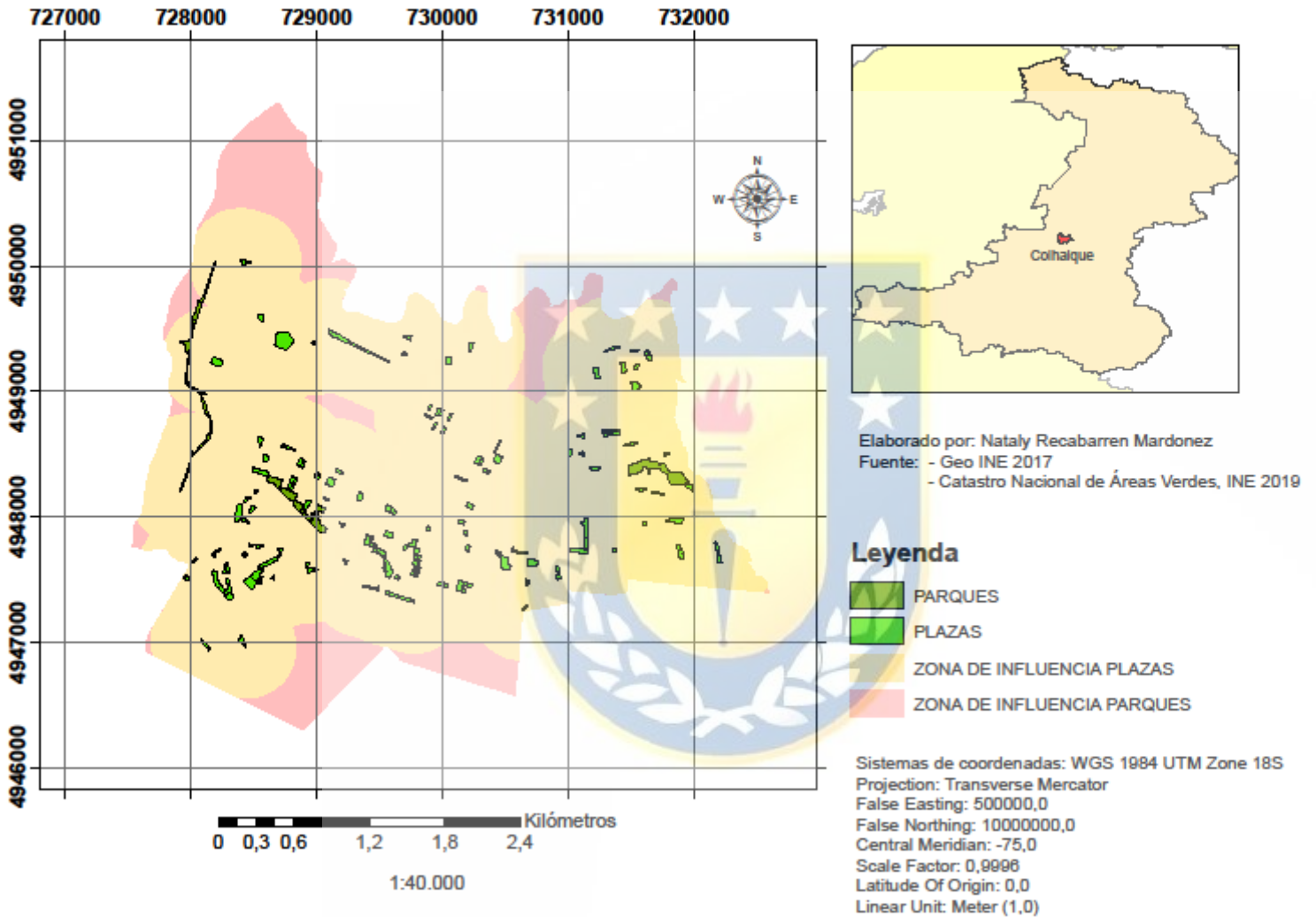
7.3. Anexo C Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2014

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES COYHAIQUE, 2014



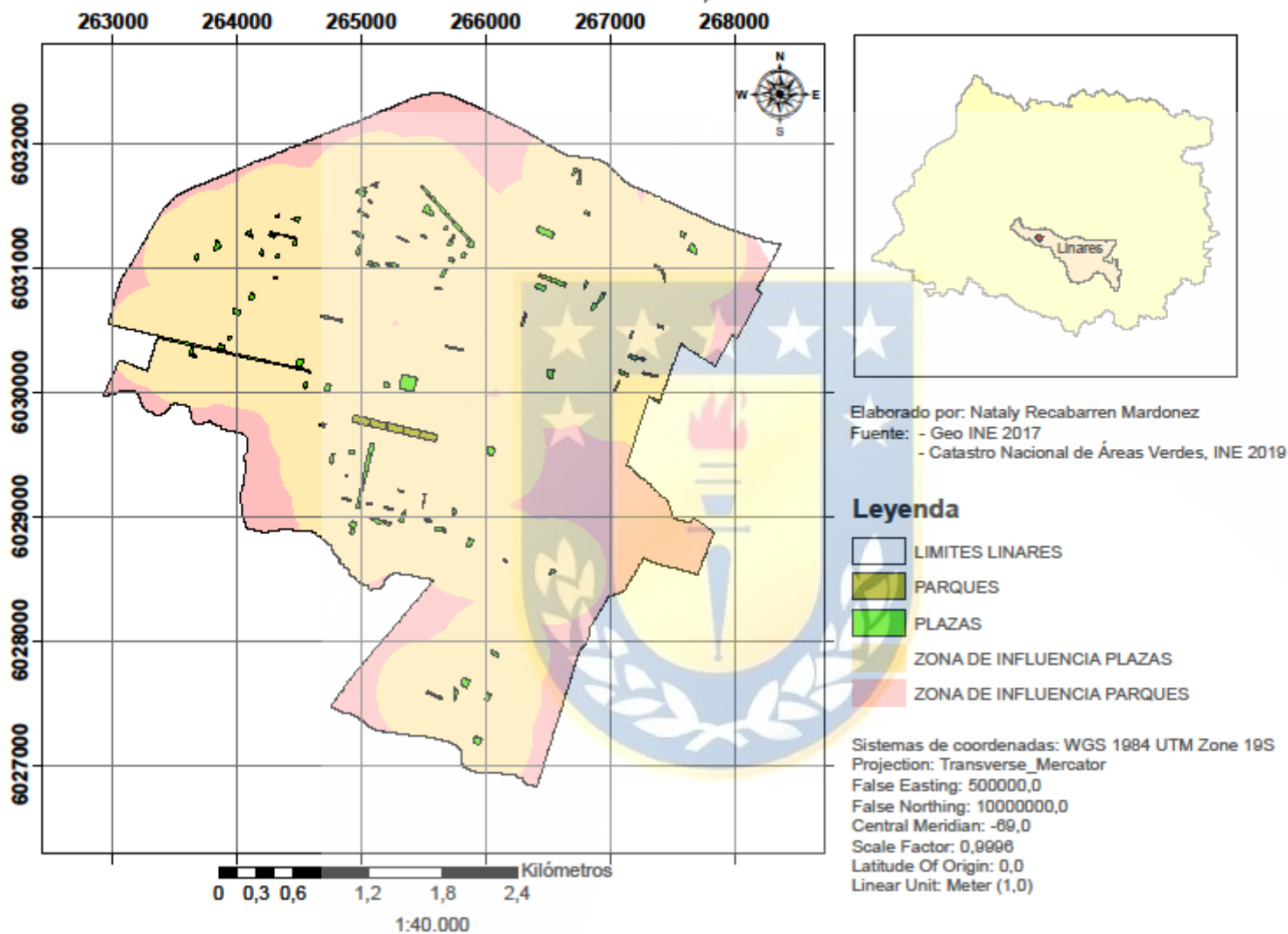
7.4. Anexo D Mapas proximidad a zonas verdes, Coyhaique 2019

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES COYHAIQUE, 2019



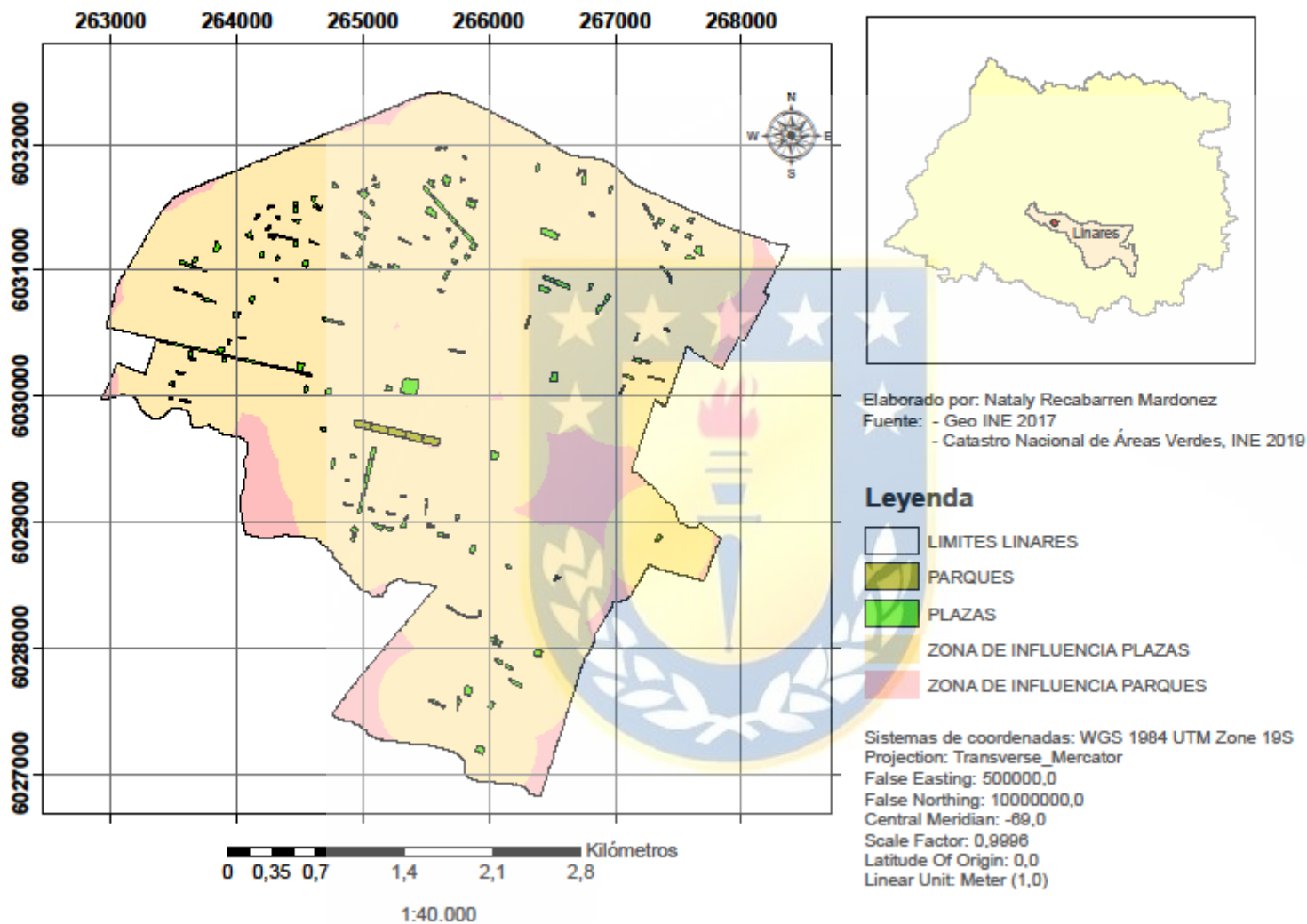
7.5. Anexo E Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2004

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES LINARES, 2004

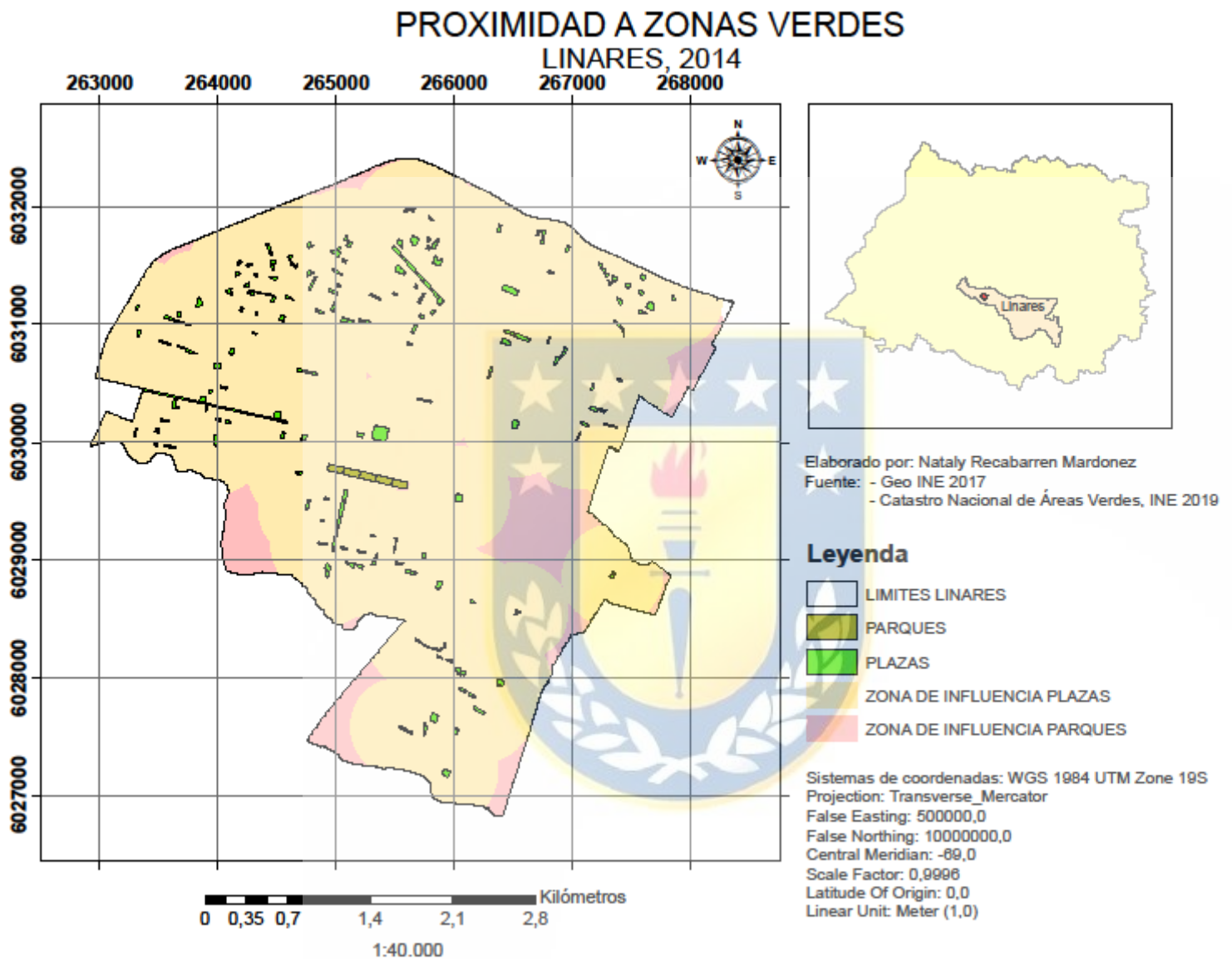


7.6. Anexo F Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2009

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES LINARES, 2009

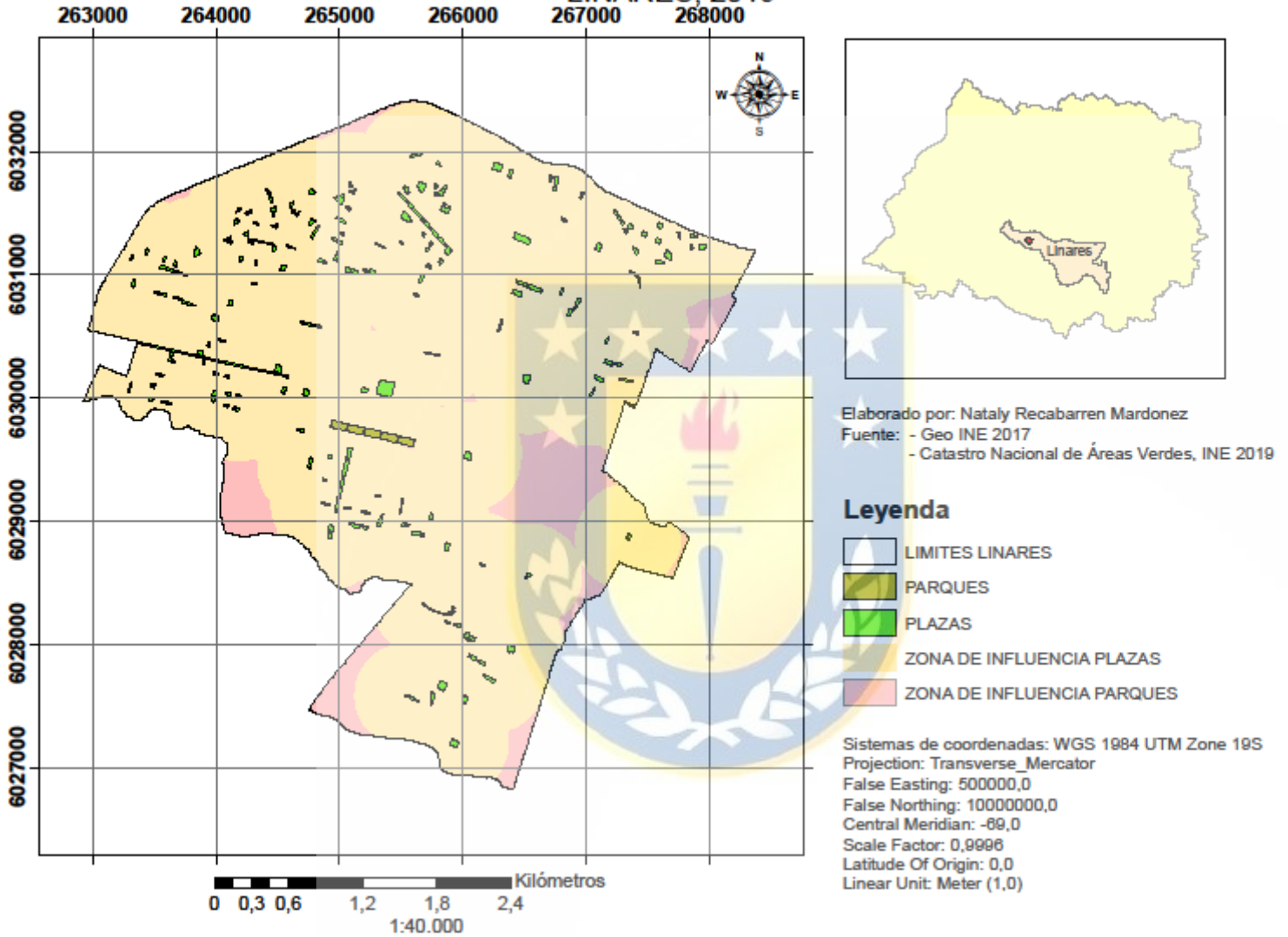


7.7. Anexo G Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2014



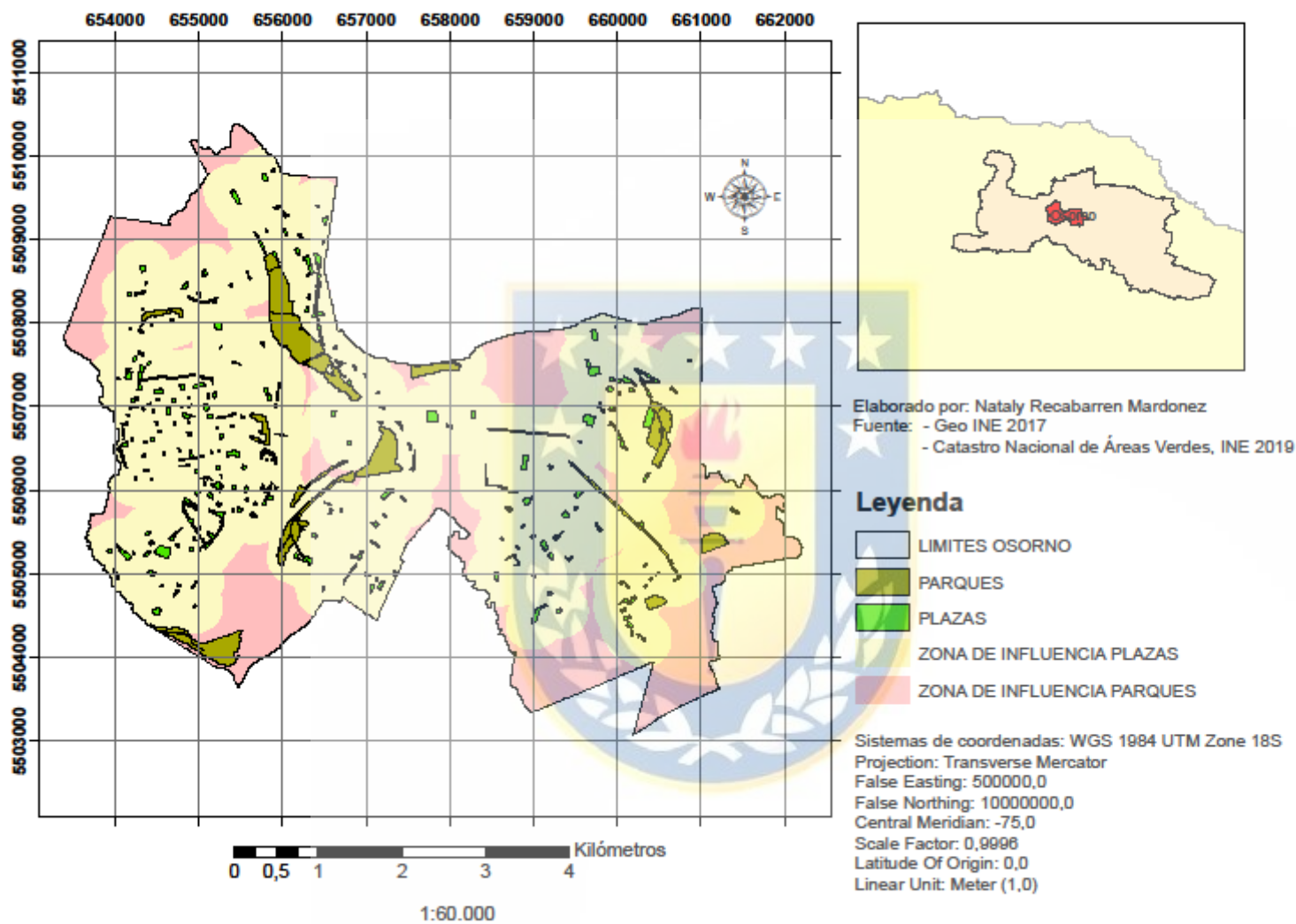
7.8. Anexo H Mapas proximidad a zonas verdes, Linares 2019

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES LINARES, 2019



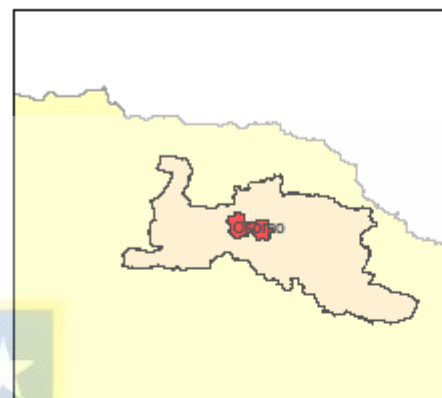
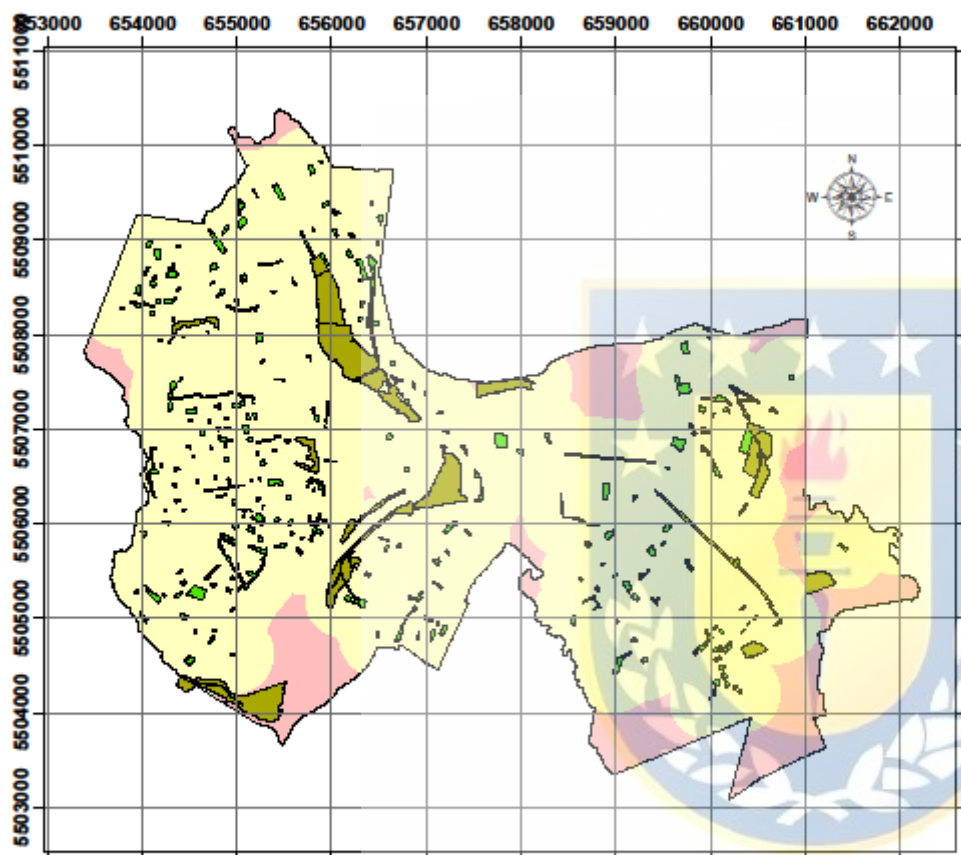
7.9. Anexo I Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2004

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES OSORNO, 2004








7.10. Anexo J Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2009

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES OSORNO, 2009



Elaborado por: Nataly Recabarren Maldonez
Fuente: - Geo INE 2017
- Catastro Nacional de Áreas Verdes, INE 2019

Leyenda

-  LIMITES OSORNO
-  PARQUES
-  PLAZAS
-  ZONA DE INFLUENCIA PLAZAS
-  ZONA DE INFLUENCIA PARQUES

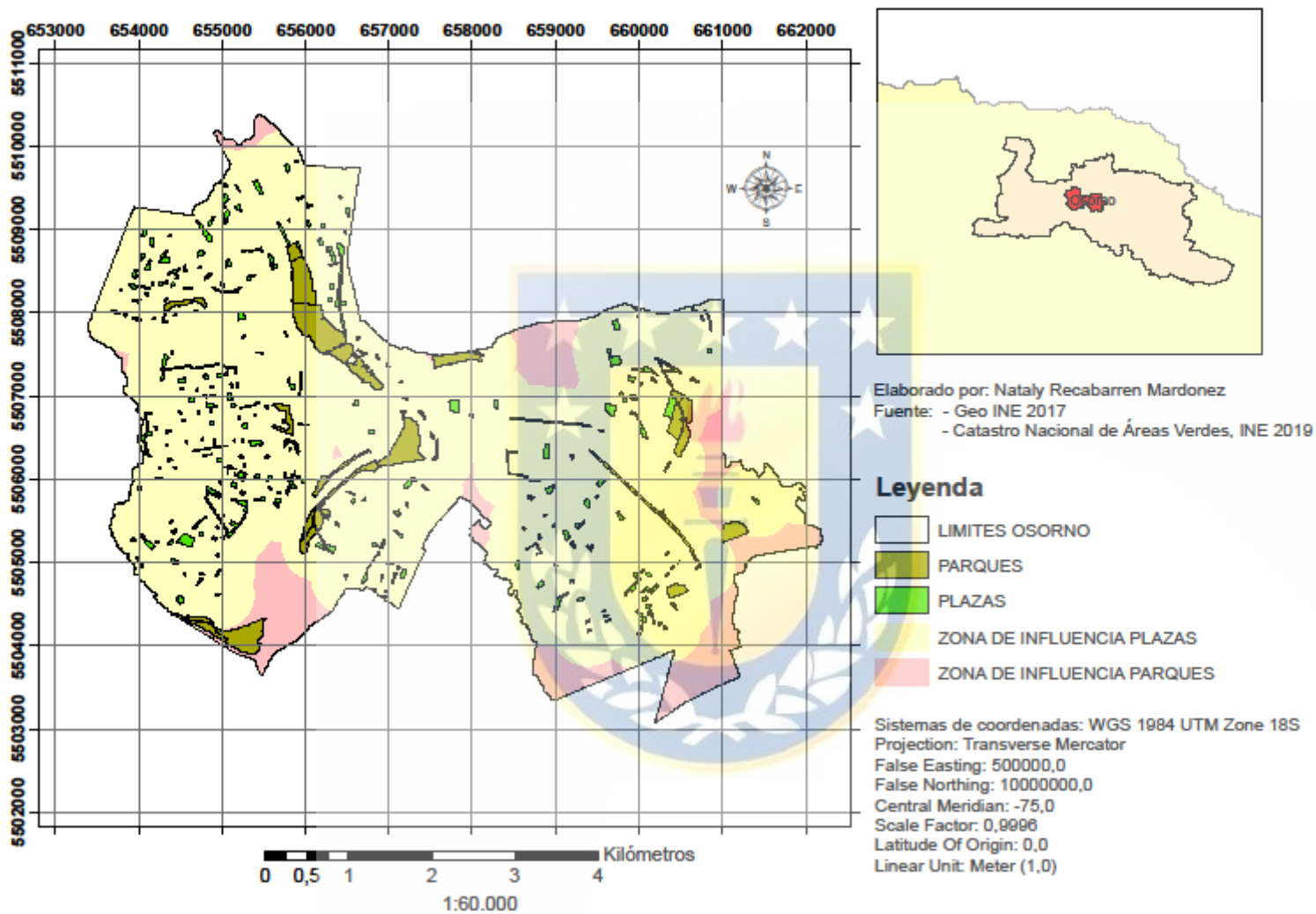
Sistemas de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 18S
Projection: Transverse Mercator
False Easting: 500000,0
False Northing: 10000000,0
Central Meridian: -75,0
Scale Factor: 0,9996
Latitude Of Origin: 0,0
Linear Unit: Meter (1,0)



1:60.000

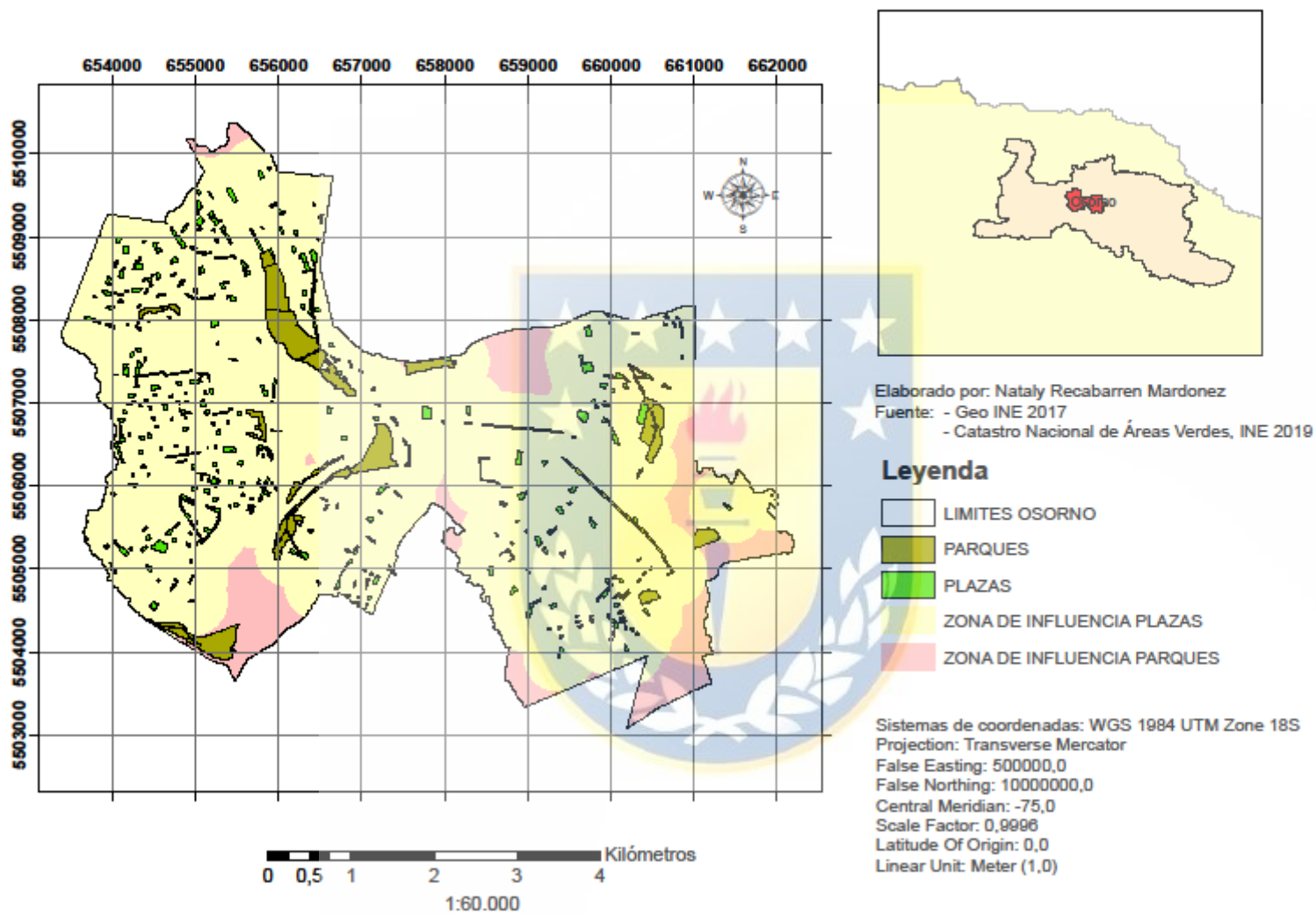
7.11. Anexo K Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2014

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES OSORNO, 2014

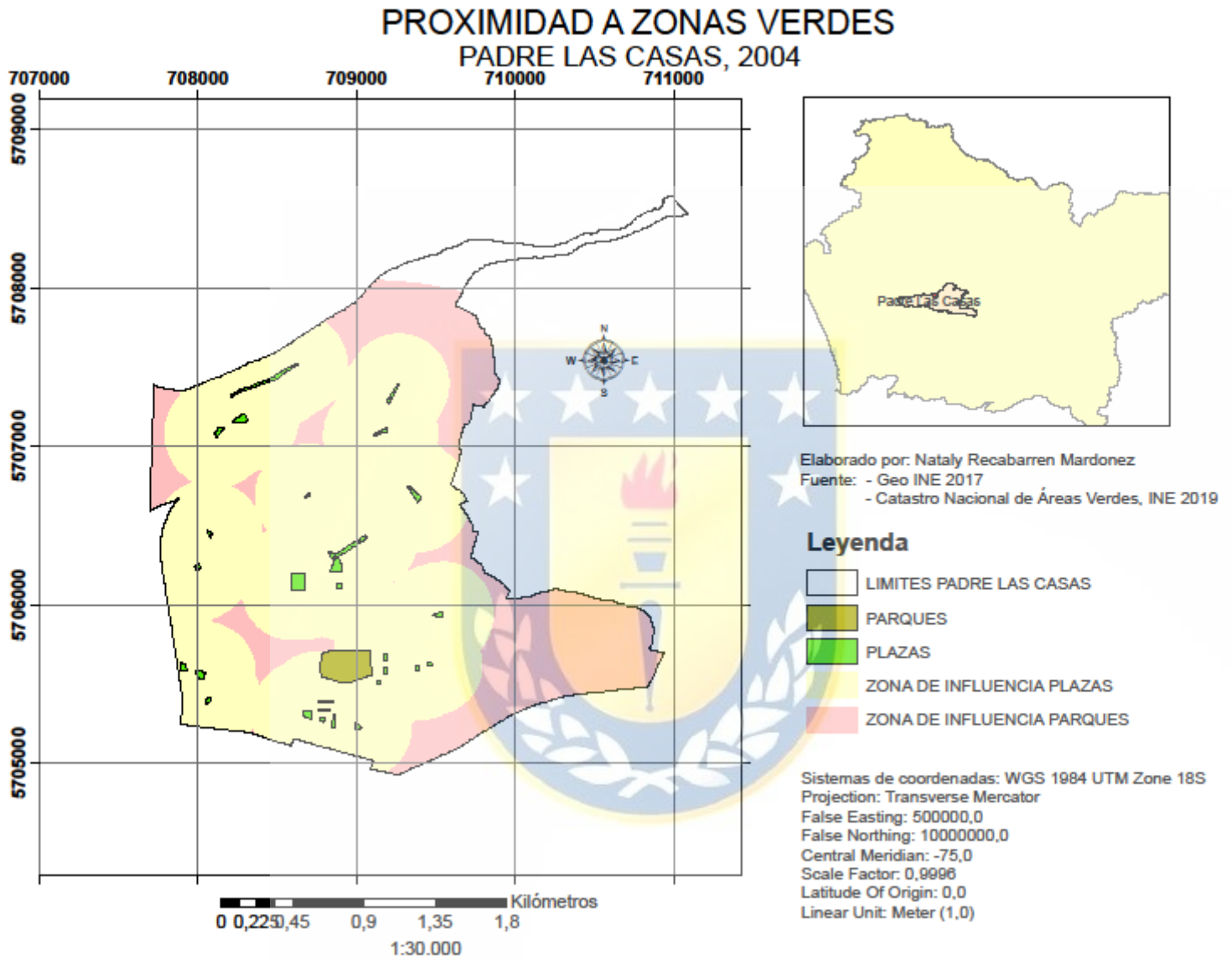


7.12. Anexo L Mapas proximidad a zonas verdes, Osorno 2019

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES OSORNO, 2019

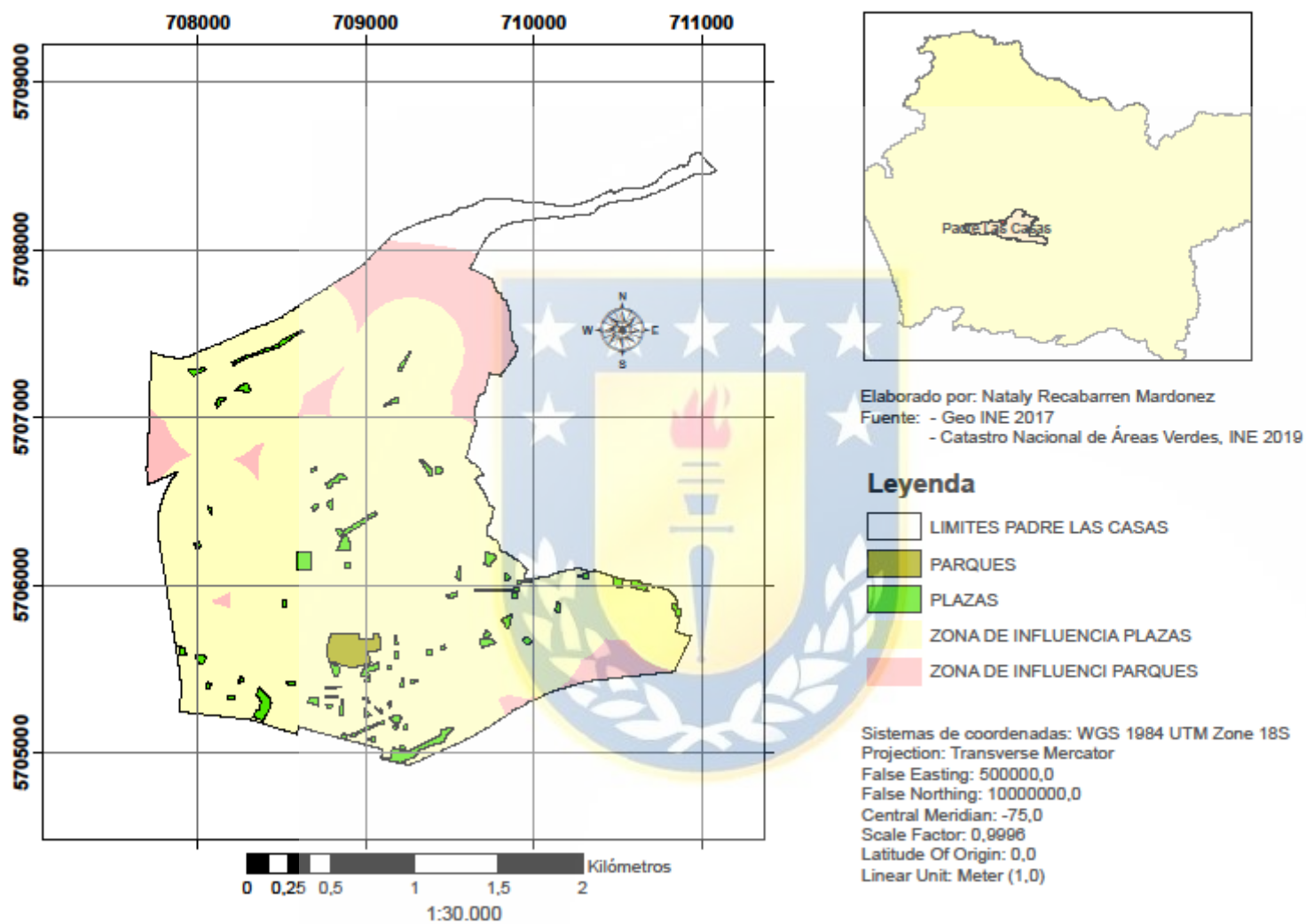


7.13. Anexo M Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 2004



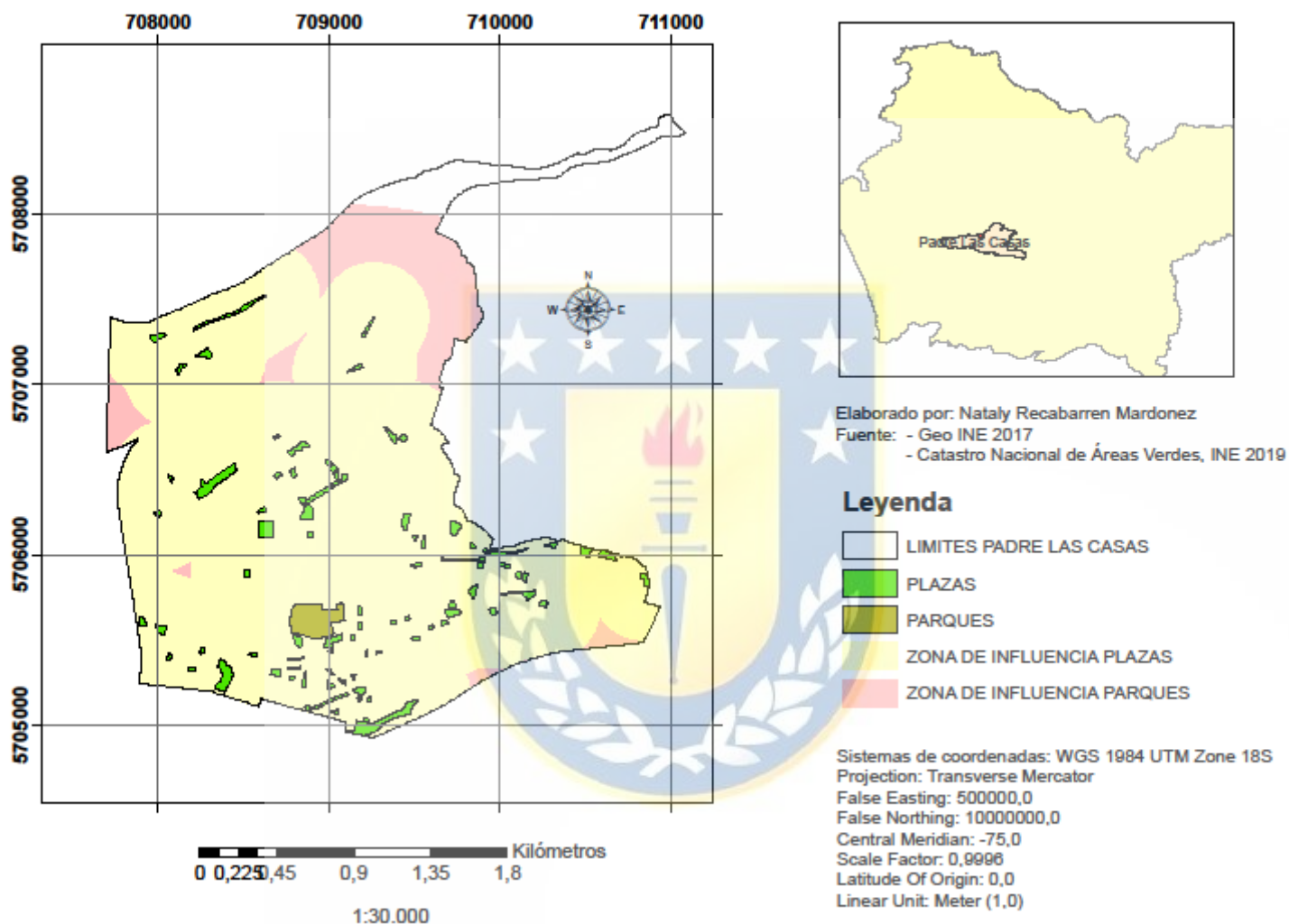
7.14. Anexo N Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 2009

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES PADRE LAS CASAS, 2009



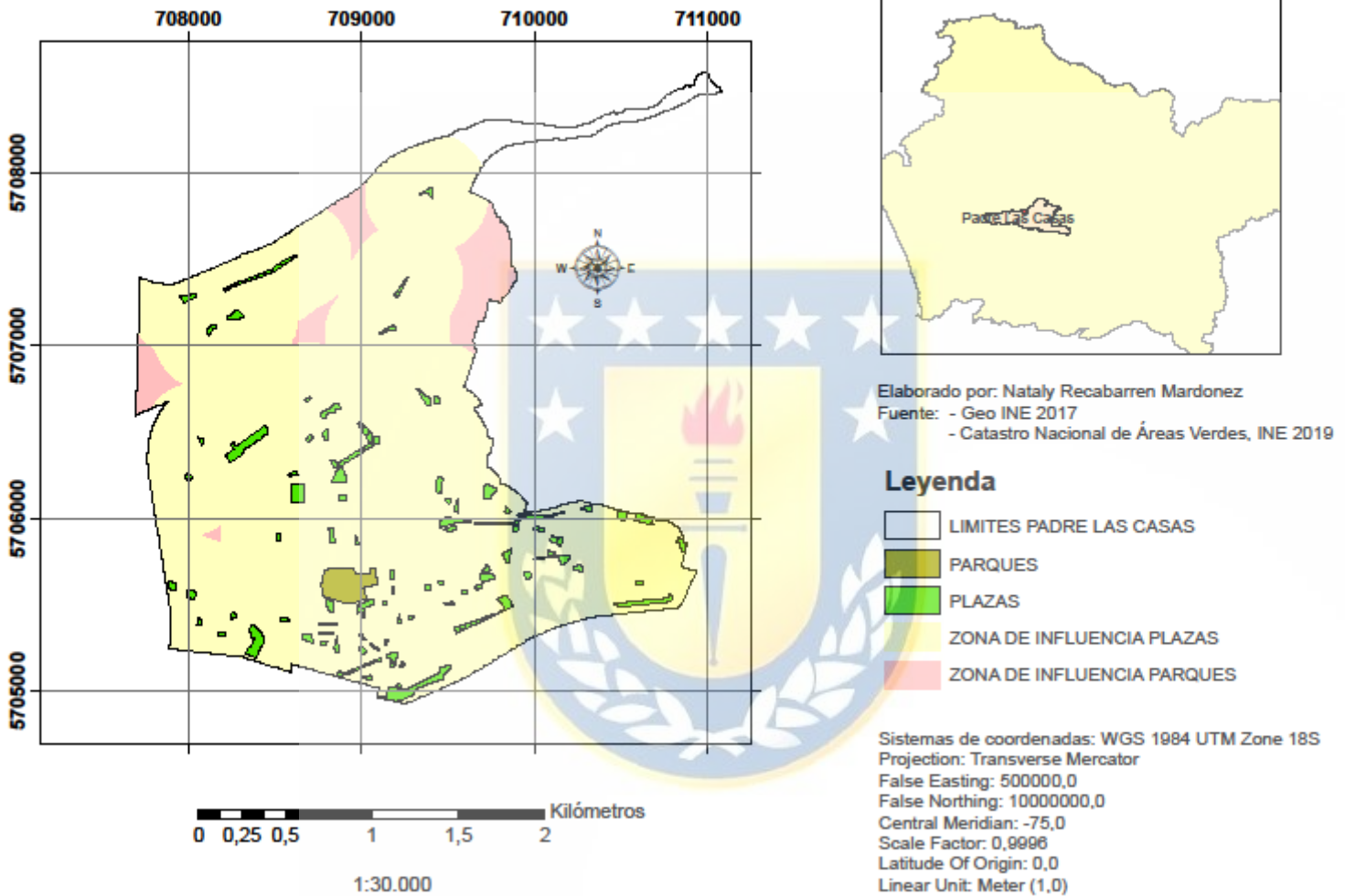
7.15. Anexo O Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 2014

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES PADRE LAS CASAS, 2014



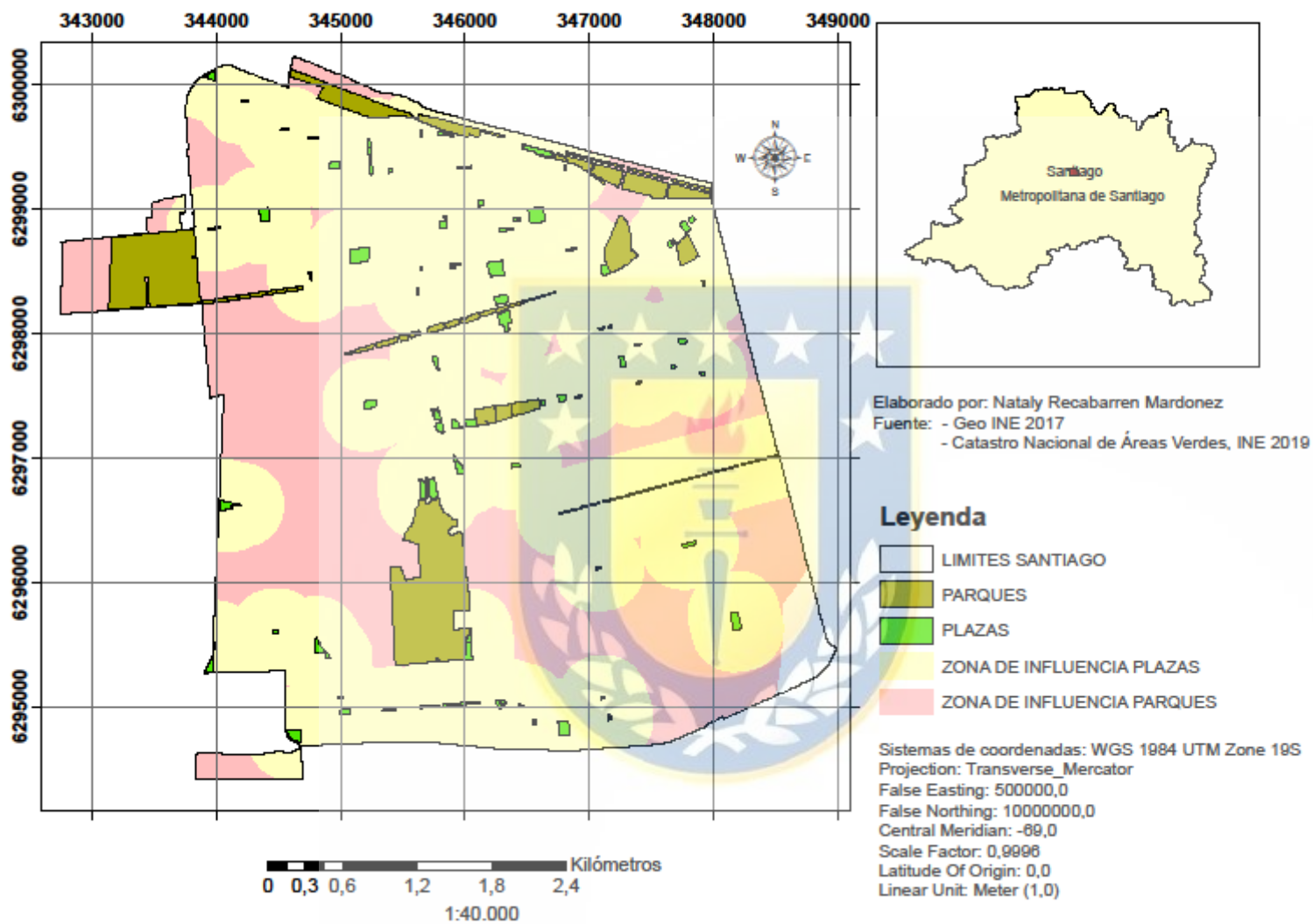
7.16. Anexo P Mapas proximidad a zonas verdes, Padre las Casas 2019

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES PADRE LAS CASAS, 2019



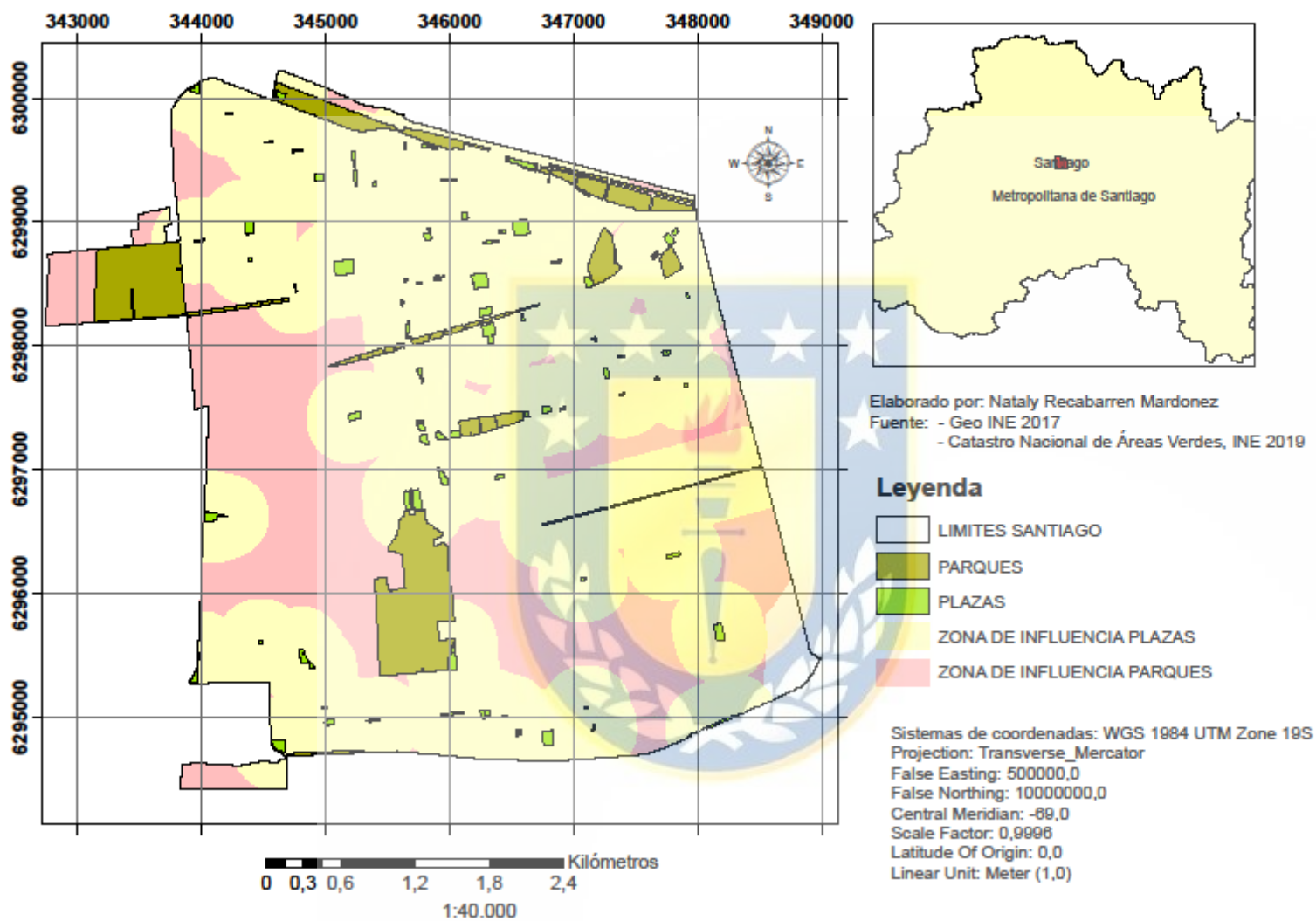
7.17. Anexo R Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 2004

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES SANTIAGO, 2004



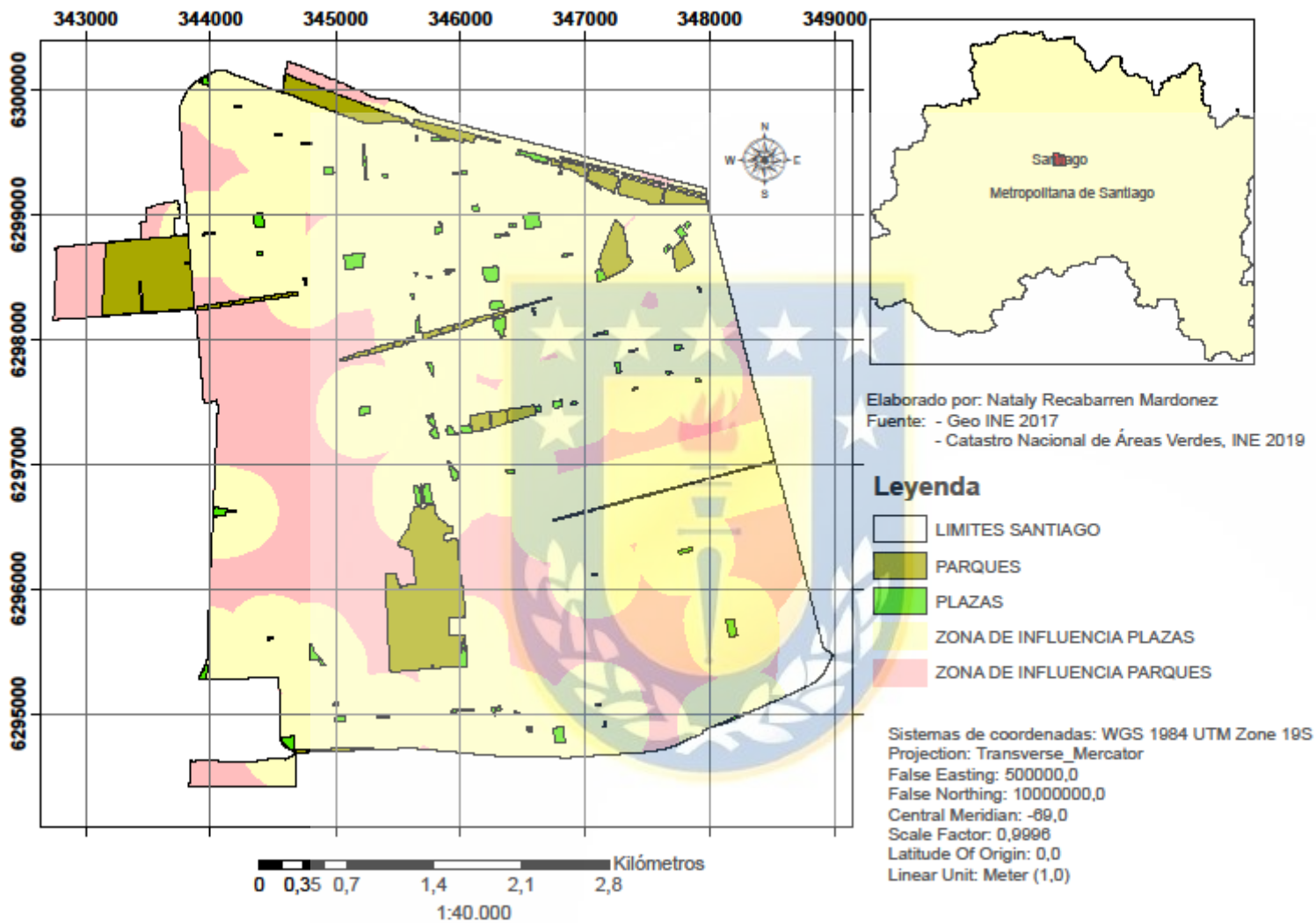
7.18. Anexo S Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 2009

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES SANTIAGO, 2009



7.19. Anexo T Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 2014

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES SANTIAGO, 2014



7.20. Anexo U Mapas proximidad a zonas verdes, Santiago 2019

PROXIMIDAD A ZONAS VERDES SANTIAGO, 2019

