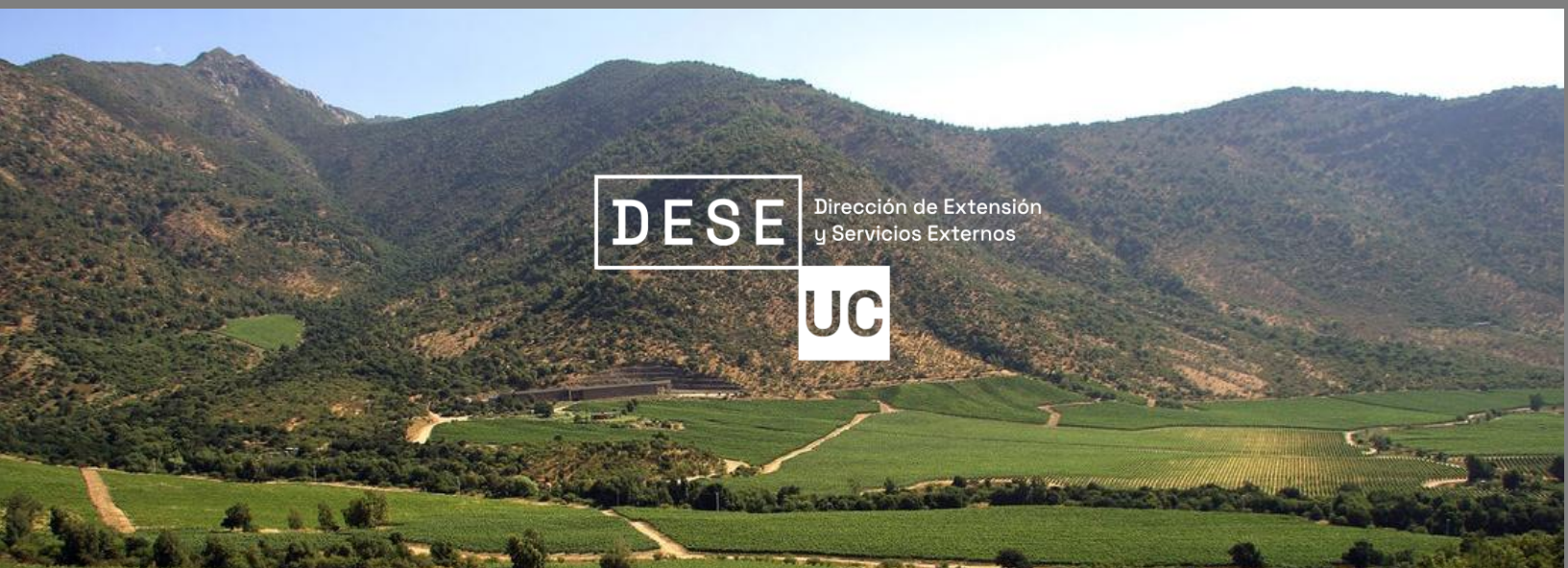
FACULTAD DE ARQUITECTURA,
DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

ELABORACIÓN DE LOS ANTECEDENTES PARA LA CONFORMACIÓN DE ÁREAS METROPOLITANAS EN LA REGIÓN DEL MAULE

ETAPA II: CRECIMIENTO URBANO, DIAGNÓSTICO Y PROSPECTIVA

Estudio de Crecimiento Urbano

22 octubre de 2026



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DESE UC

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS 2

1 ESTUDIO DE CRECIMIENTO URBANO 5

1.1 ESTUDIO DE CRECIMIENTO URBANO 6
1.1.1 Análisis histórico y actual de crecimiento urbano 6
1.1.1.1 Análisis del cambio de coberturas y usos del suelo mediante imágenes satelitales (1985-2025) 12
1.1.1.2 Análisis histórico del crecimiento de los usos de suelo y huella urbana (1985-2025) 19
1.2 BIBLIOGRAFÍA 25
1.3 ANEXOS 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama para clasificar la clase “Infraestructura” en tipologías Dispersa o Consolidada. 11

Figura 2: Publicación en el Diario Oficial de 1938 de la ordenanza N°497 que fija el Límite Urbano de Nirivilo, comuna de San Javier. 14

Figura 3: Evolución temporal de coberturas de suelo (1985-2022). 15

Figura 4: Desagregación de coberturas del suelo por Comuna y Límite Urbano IPT (1985-2025). 17

Figura 5: Evolución temporal de la expansión de la cobertura de suelo “Infraestructura” (1985-2022). 19

Figura 6: Desagregación temporal de la coberturas de suelo “Infraestructura” por Comuna y Límite Urbano IPT (1985-2025). 21

Figura 7: Velocidad de cambio (en ha por año) de la superficie asociada a la clase “Infraestructura” por periodo, Comuna y Límite Urbano (1985-2025). 23

Figura 8: Mapa de clusters topológico de la clase Infraestructura con tipologías Dispersa y Consolidada (2025). 24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de clases de cobertura utilizadas en la clasificación supervisada. 8

Tabla 2: Matriz de confusión con métricas (globales y específicas) de la clasificación de imágenes satelitales. 9

Tabla 3: Tipología urbana utilizada resultante del método de clasificación supervisada. 10

Tabla 4: Superficie (en hectáreas) por clase de cobertura del suelo y año (1985–2025) dentro de las 7 comunas en estudio. 12

Tabla 5: Porcentaje de cambio de superficie de clase de suelo por periodo. 13

Tabla 6: Listado de Límites Urbanos actuales definidos por los IPT de la región del Maule. 13

Tabla 7: Superficie (en hectáres) por clase de cobertura del suelo y año (1985–2025) dentro de los 10 Límites Urbanos IPT en estudio. 16

Tabla 8: Porcentaje de cambio de superficie de clase Infraestructura que se encuentra geográficamente dentro de los límites urbanos normativos de las comunas en estudio. Valores positivos indican un aumento de superficie en el periodo mientras que los negativos indican disminución. 20

1 # ESTUDIO DE CRECIMIENTO URBANO

DESE UC

1.1 Estudio de crecimiento urbano

1.1.1 Análisis histórico y actual de crecimiento urbano

El análisis histórico del crecimiento de la huella urbana del Área Metropolitana del Maule tiene por objetivo caracterizar las tendencias de expansión y consolidación del espacio urbano desde la década de 1980 hasta la actualidad. Este análisis permite reconocer los patrones espaciales de crecimiento, su relación con la estructura metropolitana emergente y los principales factores territoriales asociados al proceso de urbanización.

La expansión y consolidación del espacio urbano se puede identificar de forma local, no obstante, la delimitación a gran escala se dificulta por el alto coste económico y tiempo invertido en recopilar extensa información en terreno. Ante esta problemática, en las últimas décadas se ha potenciado el uso y análisis de imágenes satelitales, las cuales permiten observar la superficie terrestre en diferentes periodos temporales, áreas de estudio, coberturas de suelo, entre otros elementos, al permitir una diferenciación de estas según su comportamiento espectral.

En particular, el uso de información satelital proveniente de misiones espaciales como Landsat (5, 7, 8 y 9, con información disponible desde 1985) y Sentinel-2 (información disponible desde 2015), permiten un análisis espacio-temporal de la superficie terrestre, ya que permiten monitorear puntos de difícil acceso.

Para efectos del estudio, se recopiló información desde dos fuentes principales. Por una parte, datos desde imágenes satelitales multiespectrales, provenientes de los programas Landsat (desde 1985 hasta 2025) para realizar una serie temporal que permite una observación histórica y comparable del territorio, y Sentinel-2 (para 2017, 2022 y 2025) únicamente para fotointerpretación y validación del método de clasificación supervisada para detectar coberturas y usos de suelo. Por otro lado, también se utilizan cartografías e información vectorial de instrumentos de planificación territorial y catastros urbanos elaborados por instituciones públicas (MINVU y CECT, 2022; INE, 2026), específicamente para el análisis de las coberturas de suelo en relación a los Límites Urbanos que definen los Instrumentos de Planificación Territorial existentes en la región del Maule, los cuales consideran Planes Reguladores Comunales y Planes Reguladores Intercomunales.

a) Selección, procesamiento y análisis de imágenes satelitales (método clasificación supervisada y no supervisada)

Bajo el objetivo de recopilar y levantar información del crecimiento y evolución de huella urbana desde la década de 1980 en adelante en cortes temporales representativos (1985, 1992, 2002, 2012, 2017 y 2022), se seleccionaron las imágenes satelitales del programa Landsat (Landsat 5 para el periodo 1985, 1992 y 2002, Landsat 7 para el año 2012, Landsat 8 para 2017 y Landsat 9 para abarcar el año 2022).

De esta forma, es posible abordar el periodo temporal completo a una resolución espacial de 30 m (900 m^2), en la totalidad de las comunas de Talca, Maule, San Clemente, San Rafael, Pencahue, Pelarco y San Javier. En este caso, se utilizaron las imágenes satelitales de Sentinel-2 únicamente para efectos de fotointerpretación y validación, por su alta resolución espacial (10 m), dada la limitante temporal.

Específicamente, para identificar los límites de la huella urbana en cortes temporales representativos (1985, 1992, 2002, 2012, 2017, 2022 y 2025), se procesaron las imágenes satelitales de Landsat disponibles en la plataforma Google Earth Engine (GEE), ofrecidas por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, 2026a; USGS, 2026b; USGS, 2026c). Las imágenes utilizadas fueron corregidas geométrica y radiométricamente para asegurar su comparabilidad temporal, siendo pre-procesadas (factores de escalamiento), corregidas atmosféricamente a nivel de superficie (Level-2, Surface Reflectance), topográficamente (método Civco), se normalizaron y se filtraron por cobertura de nubes (menor a 10% principalmente).

En el caso de Landsat-7 se implementó el método "focal mean" para corregir el problema de bandeado, utilizando el principio de autocorrelación espacial para interpolar datos en áreas con filas faltantes. Para obtener una única imagen satelital representativa del año de interés, se aplicó una agrupación con las métricas estadísticas promedio (1985, 2022 y 2025) y mediana (1992, 2002, 2012 y 2017).

Se diferenció esta agrupación dada la influencia de datos anómalos en meses de invierno (en valores de reflectancia por pixel), permitiendo la última métrica mencionada una mejor representación de la realidad territorial, al no verse afectada en mayor medida por datos "outliers".

Para la obtención y comparación de los usos del suelo se aplicaron dos procedimientos complementarios de clasificación de imágenes: Clasificación no Supervisada y Clasificación Supervisada. De esta forma, es posible identificar superficies urbanizadas a partir de su respuesta espectral característica. El objetivo es contrastar y validar las respuestas espectrales del territorio, generando mediante el primer procedimiento un mosaico preliminar de clases y ajustándolo a la realidad territorial mediante el segundo, con apoyo de información de referencia y sitios de entrenamiento.

En el caso del método de Clasificación no Supervisada, se aplicaron tres algoritmos derivados de K-means (K-means, Cascade K-Means y X-Means) para identificar preliminarmente potenciales coberturas de suelo. Luego, a partir del cruce de la información de las clasificaciones no supervisadas obtenidas con otros productos satelitales, como el Continuo de Construcciones Urbanas (CCU) del MINVU y CECT (2022) entre 1993 a 2019, el Clasificador de Cobertura y Uso de Suelos (CCUS 1.0) de INE (2026) para el año 2024, la cobertura y uso de suelo de "Dynamic World" para el año 2017 (Brown et al., 2022), las edificaciones a alta resolución de "OpenBuildings" para el año 2017 (Sirko et al., 2023) y "MapBiomas" entre los años 2002, 2012, 2017, 2022 y 2024; siendo este último el año más reciente disponible (Proyecto MapBiomas Chile, 2025). Luego, se definieron siete coberturas y usos de suelo principales en las 7 comunas de interés, siguiendo el principio de prevalencia definido por INE (2026). Resultando finalmente en: Infraestructura (1), Agricultura (2), Bosques y Plantaciones (3), Suelo (4), Cuerpos de agua (5), Matorral (6) y Pastizal (7).

La implementación de la clasificación supervisada de cobertura y uso de suelo a partir de imágenes satelitales multiespectrales sigue criterios compatibles con estándares nacionales e internacionales ampliamente utilizados en la cartografía y monitoreo territorial, entre ellos el Land Cover Classification System (LCCS) de la FAO, la nomenclatura jerárquica de CORINE Land Cover (CLC) y los enfoques de clasificación de Land Use and Land Cover (LULC), tal lo define INE (2026). En este sentido, los marcos metodológicos mencionados anteriormente, orientaron la definición, agregación y validación de las clases temáticas empleadas, asegurando consistencia conceptual, comparabilidad temporal y compatibilidad con productos cartográficos de referencia.

A partir de las clases y usos de suelo identificables a partir de imágenes satelitales por sus características espectrales, se aplicaron para cada año representativo (1985, 1992, 2002, 2012, 2017, 2022 y 2025) dos

algoritmos de Clasificación Supervisada: Support Vector Machine (SVM) y Random Forest (RF); siendo escogido este último por presentar con mayor precisión la realidad del territorio. Para ello, se definieron puntos de entrenamiento en base a información de referencia proveniente de fuentes institucionales y observaciones de terreno anteriormente mencionadas.

Entre los principales insumos se consideraron las coberturas de uso del suelo entregadas por CONAF, los mapas de Pisos de Vegetación, registros catastrales, imágenes satelitales de Sentinel-2 (a partir de la combinación natural, falso color infrarrojo e índices espectrales enfocados en vegetación, cuerpos de agua y cobertura urbana). La integración de estos insumos permitió ajustar las clases espectrales a las categorías reales de uso del suelo presentes en el área de estudio.

Además, para asegurar el reconocimiento de las características del territorio a partir de los algoritmos de clasificación supervisado, se utilizaron de predictores las bandas espectrales del espectro visible (RGB), infrarrojo cercano, el infrarrojo medio y el infrarrojo térmico, debido a su capacidad de discriminar entre coberturas vegetales, superficies urbanizadas y áreas de suelo desnudo.

Complementariamente, índices espectrales (de vegetación, cuerpos de agua, suelo desnudo y urbano), variables topográficas derivadas de un Modelo Digital de Elevación o DEM (Alos Palsar de 12,5 m), entre otros indicadores del territorio. Las clases de cobertura y usos de suelo obtenidas a partir del método de clasificación supervisada se describen en la Tabla 1.

Código	Clase	Descripción	Fuente
1	Infraestructura (construido)	Área construida que incluye edificaciones residenciales, comerciales, industriales, vías e infraestructura urbana en general.	Clasificación supervisada RF
2	Agricultura	Terrenos destinados a cultivos agrícolas, tanto de secano como de riego.	Clasificación supervisada RF
3	Bosque y plantaciones	Cobertura arbórea nativa y plantaciones forestales.	Clasificación supervisada RF
4	Suelo desnudo	Superficies sin vegetación ni cobertura construida, incluye suelos erosionados y áreas desprovistas de vegetación.	Clasificación supervisada RF
5	Cuerpo de agua	Ríos, lagos, embalses y otros cuerpos de agua superficiales.	Clasificación supervisada RF
6	Matorral	Vegetación arbustiva densa o dispersa, incluye formaciones de matorral nativo.	Clasificación supervisada RF
7	Pastizal	Praderas y pastizales naturales o seminaturales.	Clasificación supervisada RF

Tabla 1: Descripción de clases de cobertura utilizadas en la clasificación supervisada.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c), tomando de referencia definiciones establecidas previamente para el clasificador de INE (2026), "Dynamic World" (Brown et al., 2022) y Proyecto MapBiomas Chile (2025).

En cuanto al desempeño del modelo este se evaluó mediante una matriz de confusión, a partir de la cual se calcularon métricas globales y por clase que se muestran en la Tabla 2. Los resultados muestran que el modelo tiene un nivel de predicción general del 99,5%, lo que evidencia que el proceso de entrenamiento de las imágenes satelitales fue realizado correctamente, además de variables predictoras pertinentes para las clases de suelo a identificar.

Métrica global				Valor	
Exactitud global (Accuracy)				99.5 %	
Índice de Kappa				0.994	
Clase	**Sensibilidad**	**Especificidad**	**Precisión**	**F1**	**Exactitud balanceada**
Infraestructura	100.0%	99.9%	99.7%	99.8%	100.0%
Agricultura	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Bosques y plantaciones	99.7%	99.8%	98.7%	99.2%	99.7%
Suelo	99.0%	100.0%	100.0%	99.5%	99.5%
Agua	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Matorral	97.9%	99.9%	99.4%	98.7%	98.9%
Pastizal	100.0%	99.8%	98.7%	99.3%	99.9%

Tabla 2: Matriz de confusión con métricas (globales y específicas) de la clasificación de imágenes satelitales.[1]

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Por otro lado, al desagregar la predicción general se evidencia que el nivel de certeza se encuentra bastante balanceado entre las siete categorías identificadas, todas superando el 97,9% de exactitud o sensibilidad. Las clases Agricultura y Agua alcanzan un desempeño perfecto (100% en todas las métricas), mientras que Matorral presenta el valor de sensibilidad más bajo (97,9%), lo que sugiere una leve confusión con clases espectralmente similares, sin embargo, no afecta al alto nivel de confianza estadística del entrenamiento del modelo, tanto global como específico.

b) Delimitación de huella urbana

A partir del proceso de clasificación supervisada, se realizó un enfoque a la clase “Infraestructura”, identificable en el método no supervisado y en productos satelitales previos desarrollados internacional y nacionalmente, y de fuentes institucionales como el Continuo de Construcciones Urbanas (CCU) elaboradas por MINVU y CECT (2022)[2], el Clasificador de Cobertura y Uso de Suelos (CCUS 1.0) de INE (2026)[3], entre otros. Para ello, y bajo el objetivo de distinguir áreas urbanas consolidadas de aquellas en proceso de expansión o con uso funcional urbano, se complementó el análisis con técnicas de conglomeración espacial (clustering iterativo), a partir de herramientas automatizadas en sistemas de información geográfica (SIG) y en R.

Por otro lado, para la generación de clústeres topológicos asociados a la huella construida se lograron identificar dos tipologías o categorías: “Infraestructura Consolidada” e “Infraestructura Dispersa” (Tabla 3). La primera de estas detecta todas aquellas áreas que posee una alta densidad de ocupación del territorio asociadas al predominio de superficies impermeables, tales como presencia de red vial pavimentada, áreas construidas tanto urbanas como rurales. En contraposición, la segunda tipología representa aquella parte de la huella construida que es más difícil de detectar debido a su menor densidad en la ocupación del territorio, lo que justamente se asocia a un entrelazamiento de áreas construidas y vialidad junto con superficies desprovistas de una huella antrópica.

[1] Sensibilidad (recall): proporción de casos de la clase correctamente identificados. Especificidad: proporción de casos de otras clases correctamente descartados. Precisión (valor predictivo positivo): proporción de aciertos entre las asignaciones a la clase. F1: media armónica entre precisión y sensibilidad. Exactitud balanceada: promedio entre sensibilidad y especificidad.

[2] Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y Centro de Estudios Ciudad y Territorio (CECT). (2022). FL Continuo de construcciones urbanas 1993-2021. Recuperado de https://ide.minvu.cl/maps/f0bf2cae417b42e89da9a381b30d1235/about

[3] Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2026). Clasificador de Cobertura y Uso de Suelos (CCUS 1.0). INE Chile. https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/buenas-practicas/clasificaciones/ccus/clasificador/ccus-1-0.pdf

Clase	Descripción	Criterios
Infraestructura consolidada	Área urbana con alta densidad de ocupación, trama vial consolidada y predominio de superficies impermeables.	Superficie mayor a 2 ha e índice de homogeneidad superior al 50%
Infraestructura dispersa	Área urbana con baja densidad de ocupación, fragmentada espacialmente, con presencia de vegetación intercalada entre edificaciones.	Superficie mayor a 2 ha pero con un índice de homogeneidad inferior al 50%

Tabla 3: Tipología urbana utilizada resultante del método de clasificación supervisada.

Fuente: Elaboración propia a partir de distribución propia de los datos obtenidos de la clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c). Como se menciona anteriormente, esta tipología se aplicó solamente a la clase denominada "Infraestructura" detectada en el análisis supervisado de imágenes satelitales, categorizando de esta forma todos los pixeles de la imagen que fueron clasificados con esta clase de suelo.

Con respecto a la metodología propiamente tal, para clasificar las áreas de Infraestructura como dispersas o consolidadas se utilizaron dos criterios basados en la superficie de cada parche de infraestructura, complementado además con un índice de homogeneidad espacial. De esta forma, todas las áreas correspondientes a la clase Infraestructura pasaron por dos filtros, los cuales aplican ambos criterios de superficie y homogeneidad respectivamente (Figura 1)[4].

[4] Los valores umbrales de los criterios de superficie (2 hectáreas) y de homogeneidad (50%) se definieron de acuerdo a la distribución estadística de estas variables. Esto permite que los resultados generen tipologías que sean representativas de la realidad regional.

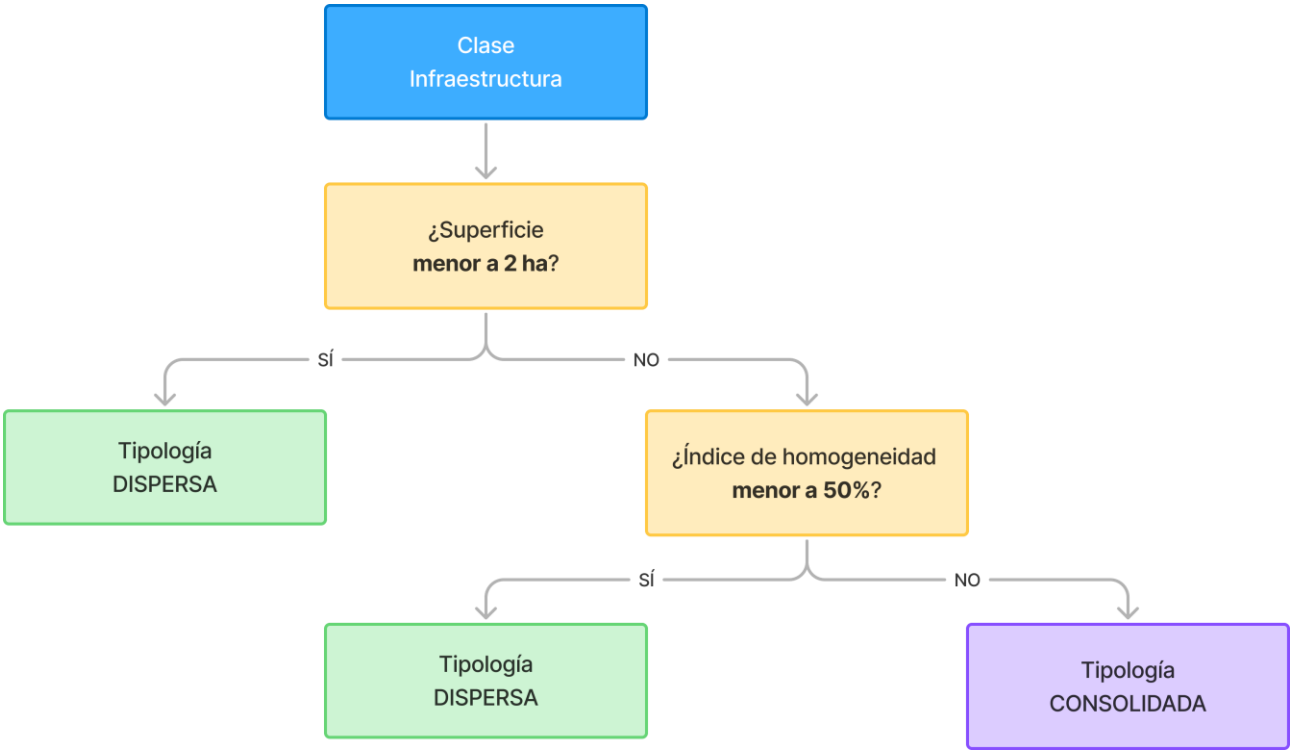


Figura 1: Diagrama para clasificar la clase "Infraestructura" en tipologías Dispersa o Consolidada.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

El primer filtro toma todas las áreas definidas como Infraestructura y consulta por aquellas que tienen una superficie menor a 2 hectáreas; en el caso que alguna no supere este valor umbral se categoriza inmediatamente como tipología Dispersa. Luego, aquellas áreas que superan el umbral de superficie pasan por el segundo filtro para consultar si tienen un índice de homogeneidad menor al 50%; en el caso que se encuentren por debajo de este umbral se categorizan como Dispersa. Por último, todas las áreas restantes que tengan una superficie menor a 2 hectáreas, pero un índice de homogeneidad superior al 50% se clasifican como Consolidadas.

En conjunto, ambos criterios combinados de superficie y homogeneidad permiten detectar en detalle clase "Infraestructura", diferenciando espacialmente aquellas clases de Infraestructuras que tienen un mayor grado de densidad y consolidación, en contraposición de otros territorios en que su distribución espacial es más desagregada y poco consolidada.

1.1.1.1 Análisis del cambio de coberturas y usos del suelo mediante imágenes satelitales (1985-2025)

El análisis del cambio de uso de suelo tiene como propósito identificar la evolución de los usos reales del territorio en un periodo aproximado de 20 años, con el fin de reconocer las transformaciones espaciales y funcionales que se han producido en el sistema metropolitano del Maule. El resultado de este análisis permitirá evaluar las dinámicas de expansión urbana, conversión de suelos agrícolas, pérdida de cobertura vegetal y consolidación de áreas urbanas, mediante la elaboración de cartografía temática, tablas y gráficos comparativos.

El análisis histórico de las coberturas y usos de suelo en términos de superficie en hectárea (ha), para las siete comunas evidenciaron transformaciones significativas, las cuales se pueden observar en las Tablas Tabla 4 y Tabla 5[5]. La clase Infraestructura fue aquella que presentó un mayor incremento en términos de superficie, aumentando de 2124,4 ha a 12.677,6 ha en el periodo 1985 – 2025, lo que representa un alza de casi 600% de la superficie total original.

A su vez, otra clase que también evidenció alzas corresponde a la clase Bosque y plantaciones, la cual aumentó más del 90% de la superficie original en 1985, llegando a un total de más de 135.000 ha en el año 2025. En contraste, las clases de Pastizales y Matorrales registran en conjunto una pérdida de superficie de 32,9% y 15,5% aproximadamente, pasando de 425.918,5 ha a 348.179,2 ha en 2025.

Clase de cobertura	1985	1992	2002	2012	2017	2022	2025	Cambio 1985 – 2025 (ha)	Cambio 1985 – 2025 (%)
Agricultura	53.977,4	69.049,4	67.607,5	72.798,3	50.529,2	32.283,9	28.819,1	-25.158,3	-46,6 %
Bosque y plantaciones	64.946,1	98.760,0	118.837,6	142.686,5	170.440,4	125.763,5	137.473,9	72.527,8	111,6 %
Cuerpo de agua	10.750,1	9.929,4	11.249,5	8.654,7	8845,4	9.123,4	9.304,5	-1.445,5	-13,4 %
Infraestructura	2.124,4	5.616,7	7.184,8	8.356,1	11.231,1	14.801,9	19.421,4	17.296,9	814,2 %
Matorral	358.279,6	301.545,3	294.118,0	262.057,2	248.262,1	313.084,9	302.771,9	-55.507,72	-15,5 %
Pastizal	67.638,9	75.791,8	33.076,1	39.511,2	44.566,8	38.604,5	45.407,3	-22.231,6	-32,9 %
Suelo desnudo	221.923,5	218.918,9	245.356,1	2433.65,7	243.534,2	243.766,4	236.441,6	14.518,1	6,5 %

Tabla 4: Superficie (en hectáreas) por clase de cobertura del suelo y año (1985–2025) dentro de las 7 comunas en estudio.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Clase de cobertura	Periodo 1985 - 1992	Periodo 1992 - 2002	Periodo 2002 - 2012	Periodo 2012 - 2017	Periodo 2017 - 2025
Agricultura	+ 27,9%	- 2,1%	+ 7,7%	- 30,6%	- 46,6%
Bosque y plantaciones	+ 52,1%	+ 20,3%	+ 20,1%	+ 19,5%	- 19,3%
Cuerpo de agua	- 7,6%	+ 13,3%	- 23,1%	+ 2,2%	+ 5,2%
Infraestructura	+ 164,4%	+ 27,9%	+ 16,3%	+ 34,4%	+ 72,9%
Matorral	- 15,8%	- 2,5%	- 10,9%	- 5,3%	+ 21,9%
Pastizal	+ 12,1%	- 56,4%	+ 19,5%	+ 12,8%	+ 1,9%
Suelo desnudo	- 1,4%	+ 12,1%	- 0,8%	+ 0,1%	+ 2,9%

[5] El detalle de todas las métricas de cambio por periodo se encuentra en los Anexos Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 5.

Tabla 5: Porcentaje de cambio de superficie de clase de suelo por periodo.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Es importante mencionar que las superficies de las clases por año están calculadas respecto a la superficie total comunal como referencia. Esto hace que los valores absolutos de superficie (en hectáreas) y sean bastante altos y distorsionen un poco las magnitudes, esto ya que consideran todo el territorio comunal. Sin embargo, estas primeras cifras permiten tener una idea general de la evolución que han tenido las coberturas de suelo a modo regional en las comunas en estudio.

Debido a esto, para analizar de mejor forma la evolución que han tenido estas coberturas de suelo respecto al crecimiento y expansión urbana, se analizaron las coberturas de suelo en relación a los Límites Urbanos que definen los Instrumentos de Planificación Territorial existentes en la región del Maule, los cuales consideran Planes Reguladores Comunales y Planes Reguladores Intercomunales

Actualmente, sólo dos de las siete comunas en estudio no cuentan con un Plan Regulador Comunal que define a su vez un Límite Urbano normativo, correspondientes a Pelarco y San Rafael. Vale destacar que el límite urbano de la localidad de Colorado en la comuna de San Clemente se encuentra actualmente normado por el Plan Intercomunal de Colbún Machicura, el cual data de fines de la década de los 80.

La Tabla 6 muestra el listado de los 10 Límites Urbanos de las 5 comunas con IPT de la región.

Comuna	Nombre límite urbano	Instrumento	Publicación diario oficial
Talca	Talca	PRC Talca	26/11/2011
San Javier	San Javier	PRC San Javier	07/11/2016
San Javier	Nirivilo	Publicación D.O con Ordenanza – Decreto N°497	21/02/1938
San Clemente	San Clemente	PRC San Clemente	11/06/2019
San Clemente	Aurora	PRC San Clemente	11/06/2019
San Clemente	Colorado	PRI Colbún - Machicura	20/12/1987
Maule	Maule	PRC Maule	19/07/2019
Maule	Culenar	PRC Maule	19/07/2019
Pencahue	Pencahue	PRC Pencahue	10/12/2021
Pencahue	Corintio	PRC Pencahue	10/12/2021

Tabla 6: Listado de Límites Urbanos actuales definidos por los IPT de la región del Maule.

Fuente: Elaboración propia a partir de MINVU (2026).

A partir de la tabla anterior se observa que la mayoría de los Límites Urbanos normativos de la región son bastante recientes en su fecha de publicación, desde el año 2011 hasta el 2021, todos ellos normados por un sus respectivos Planes Reguladores Comunales. Sin embargo, el Límite Urbano de Nirivilo en la comuna de San Javier se presenta como la única excepción, debido a que normativamente no se encuentra normado directamente por el Plan Regulador de la comuna, sino a una ordenanza publicada en el diario oficial en el año 1938 (Figura 2).

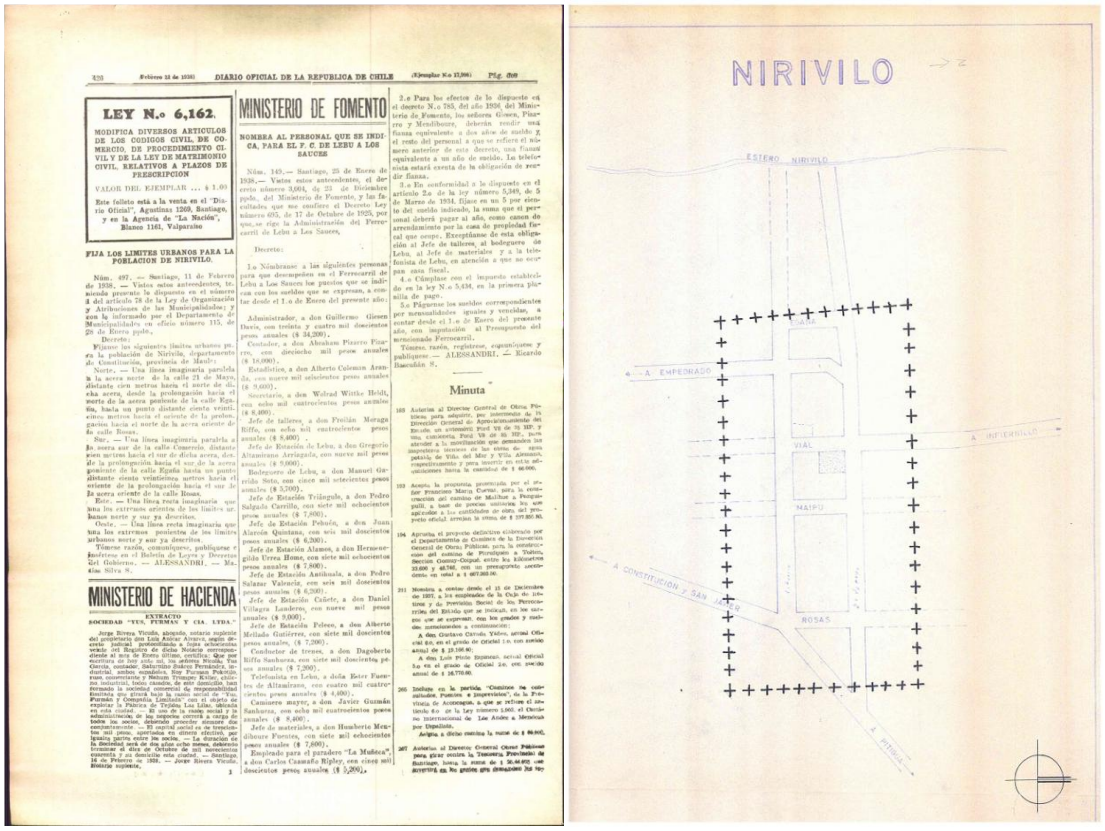


Figura 2: Publicación en el Diario Oficial de 1938 de la ordenanza N°497 que fija el Límite Urbano de Nirivilo, comuna de San Javier.

Fuente: Elaboración propia a partir de MINVU (2026).

Considerando lo anterior, es posible analizar la evolución temporal de las clases de cobertura de suelo respecto a la localización de los Límites Urbanos normativos, lo cual se muestra en la Figura 3. Esta secuencia de mapas permite visualizar las cifras de la Tabla 4 tomando como contexto la localización de los Límites Urbanos normativos. A modo general se observa la dinámica territorial de las comunas en estudio a lo largo de casi cuatro décadas de estudio a través de la expansión de la Infraestructura desde núcleos concentrados por sobre clases como Agricultura y el Matorral.

Se evidencia que el Matorral constituye la matriz dominante de los territorios comunales ocupando amplias extensiones especialmente en los sectores de Pencahue, San Javier y las zonas intermedias entre cabeceras comunales. La Agricultura se distribuye principalmente en sectores en torno a Pelarco, San Rafael y San Clemente, donde conforma mosaicos o parches de territorios extensos y fragmentados.

El cambio más evidente es el crecimiento del núcleo urbano de Talca que actúa como el gran foco de expansión. En 1985 y 1992 la Infraestructura aparece como una mancha compacta y relativamente contenida en torno a la ciudad, sin embargo, Desde 2002 el núcleo comienza a densificarse y expandirse en su límite sur, y hacia 2017–2025 el crecimiento se dilata de forma radial proyectándose a lo largo de los ejes viales, consolidando un proceso de conurbación con el sector Norte de la comuna del Maule Culenar. Simultáneamente, se consolida un segundo foco de infraestructura hacia el Sur entre San Javier y Maule, el que alcanza su mayor extensión y compacidad en el periodo 2017–2025.

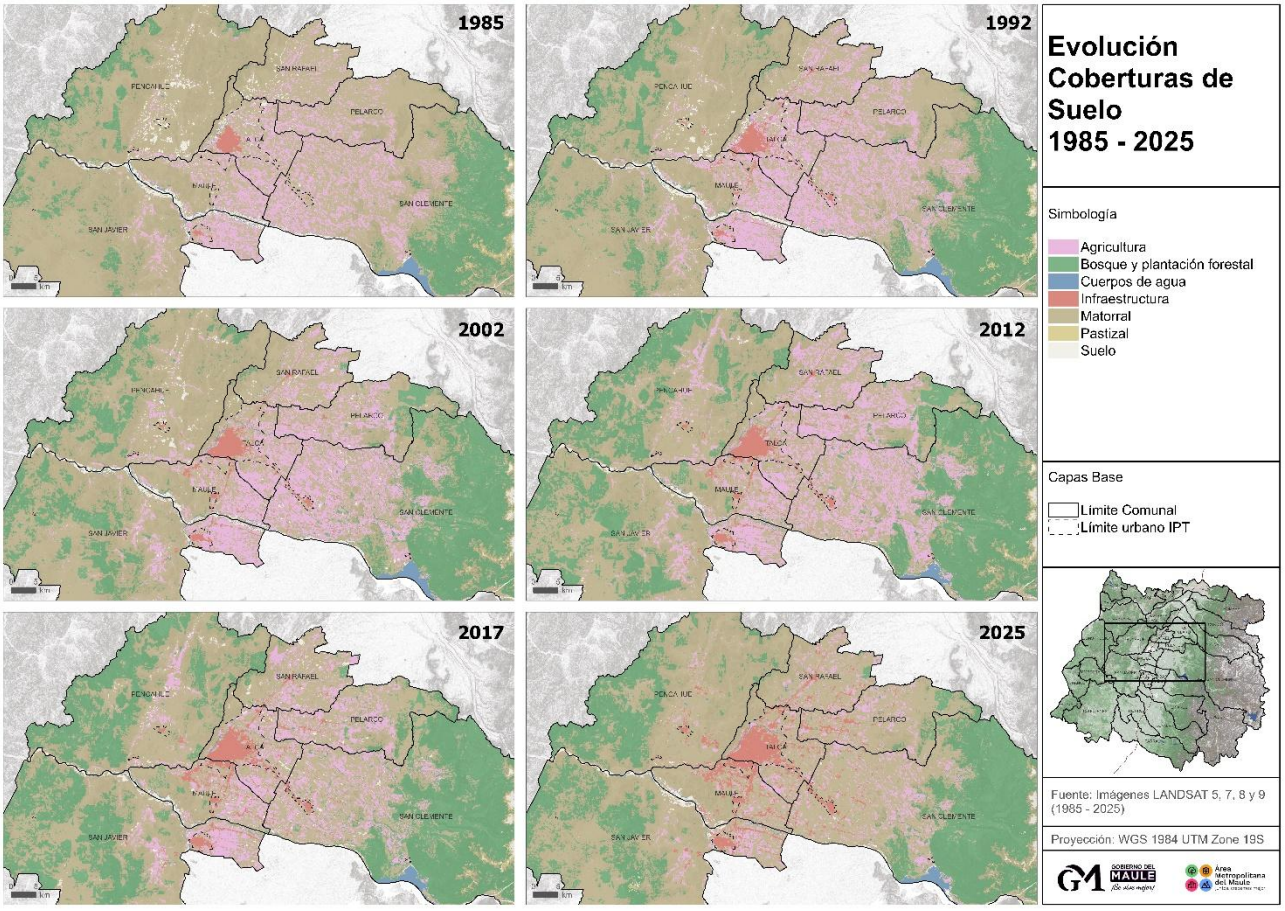


Figura 3: Evolución temporal de coberturas de suelo (1985-2022).

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

De forma complementaria a los mapas de la Figura 3, la Tabla 7 resume el total de superficie de cada clase de cobertura de suelo localizadas exclusivamente dentro de los polígonos de los Límites Urbanos normativos. Si bien esta información es similar a la presentada en la Tabla 4, esta última contiene la superficie de todo el territorio de las siete comunas en estudio, mientras que la Tabla 7 evalúa sólo aquellas clases que se encuentran dentro de los polígonos de los diez Límites Urbanos. Esto permite caracterizar de forma más precisa y acotada la evolución de los usos de suelo que han ocurrido exclusivamente dentro de las áreas normadas por los PRC.

Clase de cobertura	1985	1992	2002	2012	2017	2022	2025	Cambio 1985 – 2025 (ha)	Cambio 1985 – 2025 (%)
Agricultura	3.321,1	4.333,4	2.886,0	2.596,5	1.944,0	9.33,3	908,9	-2.387,8	-65,2
Bosque y plantaciones	4,0	19,9	28,6	22,2	29,6	5,2	12,5	+1,2	+0,2
Cuerpo de agua	124,7	82,6	259,8	188,6	189,8	160,9	223,6	-36,2	+2,7
Infraestructura	2.042,5	4.034,9	4.515,1	5.274,6	6.465,9	7.161,9	8.331,5	+5.119,4	+170,0
Matorral	8.202,6	5.341,1	6.680,8	6.341,4	5.724,5	6.041,8	4.958,0	-2.160,8	-87,7
Pastizal	-	-	-	2,7	-	-	23,6	-	-

Clase de cobertura	1985	1992	2002	2012	2017	2022	2025	Cambio 1985 – 2025 (ha)	Cambio 1985 – 2025 (%)
Suelo desnudo	763,8	646,8	88,4	32,7	105,0	155,6	0,7	-608,2	-20,0

Tabla 7: Superficie (en hectáres) por clase de cobertura del suelo y año (1985–2025) dentro de los 10 Límites Urbanos IPT en estudio.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Durante el período 1985–2025, la superficie analizada dentro de los Límites Urbanos IPT muestra una transformación territorial marcada por un fuerte proceso de urbanización, lo cual se evidencia en el sostenido avance de la clase Infraestructura que crece a costa de las coberturas naturales y agrícolas hasta reconfigurar por completo la jerarquía de los territorios urbanos en la actualidad.

En los primeros años se observa un comportamiento coherente con territorios urbanos poco consolidado o en proceso de urbanización, por ejemplo, en 1985 la clase Infraestructura ocupa apenas 2.042,5 ha muy por debajo la cobertura predominante correspondiente a Matorral con 8.202,6 ha. Durante 1985–2002 el Matorral se mantiene como la clase más representativa, mientras la Infraestructura crece de forma progresiva pero todavía con un rol secundario, 4.034,9 ha en 1992; 4.515,1 ha en 2002.

El punto de inflexión se produce en la segunda mitad de la serie ya que a partir del 2012 ambas clases Infraestructura y Matorral comienzan a equipararse en superficie, sin embargo, es en 2017 cuando la Infraestructura pasa a dominar por sobre todas las demás clases, con 6.465,9 ha frente a las 5.724,5 ha de Matorral. A partir de ese año la superficie construida se consolida como la cobertura más extensa de los territorios urbanos con un total de 7.161,9 ha.

El aumento más significativo de las clases de suelo corresponde precisamente al de Infraestructura, con un incremento del 250,6% de la superficie original en 1985. Este crecimiento se corresponde con la disminución de las coberturas que históricamente dominaban los territorios urbanos en la región, por ejemplo, Matorral retrocede 2.160,8 ha (-26,3%), la Agricultura pierde 2.387,8 ha (-71,9%) y el Suelo desnudo cae 608,2 ha (-79,6%). A partir de esto se puede concluir que aquellas hectáreas que aumenta la superficie construida esencialmente provienen de clases como matorral, suelos agrícolas y suelo desnudo, lo que evidencia un patrón de sustitución de terrenos rurales por urbanos.

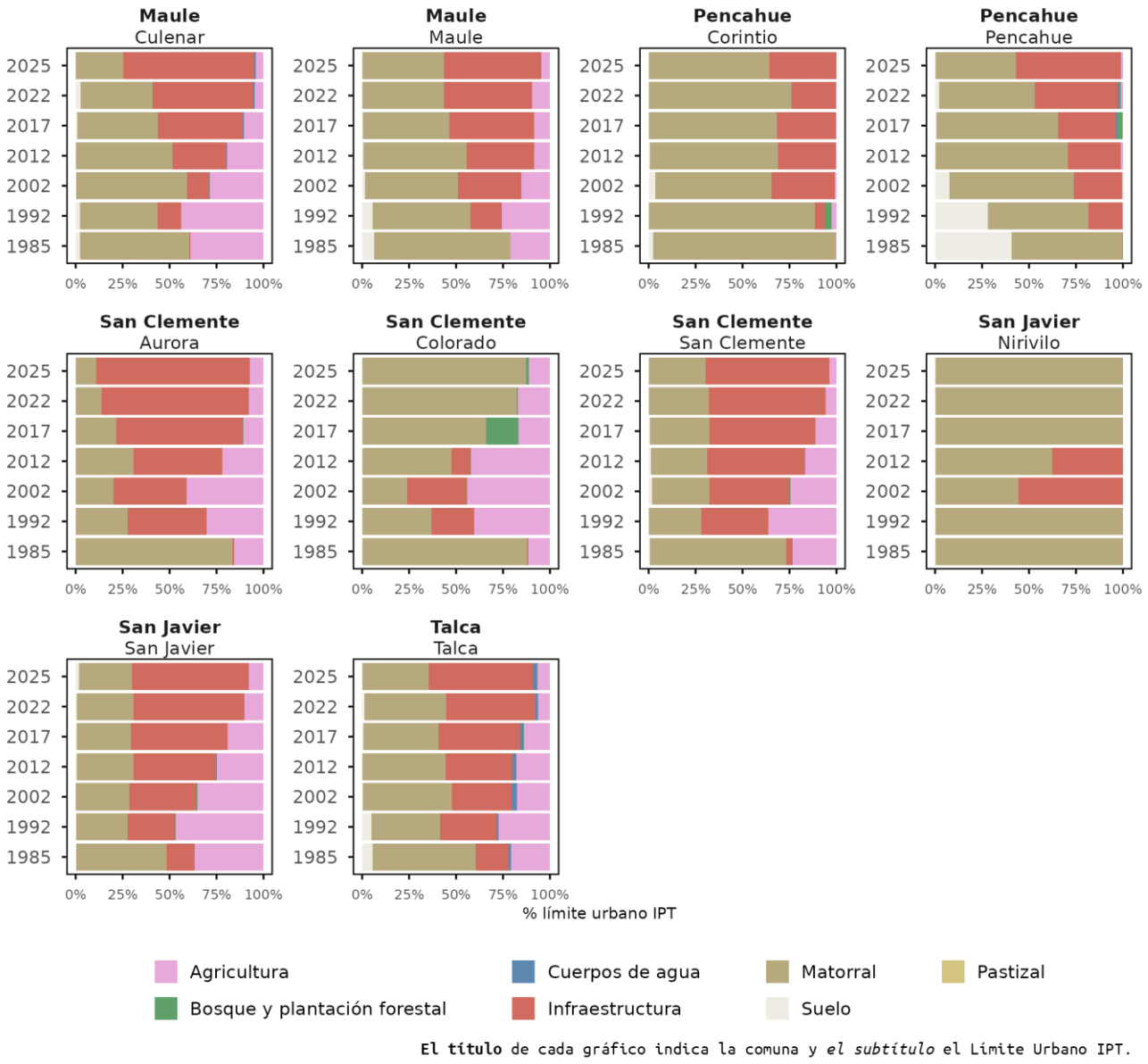


Figura 4: Desagregación de coberturas del suelo por Comuna y Límite Urbano IPT (1985-2025).

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Considerando que cada Límite Urbano tiene sus propias dinámicas territoriales, la Figura 4 muestra la desagregación de las clases de suelo de forma particular para cada uno de estos territorios urbanos. Esta desagregación está expresada en el porcentaje de superficie del límite urbano cubierta por cada clase de suelo por año de estudio.

Al comparar los gráficos de la Figura 4 es posible confirmar la tendencia general descrita en relación a los datos de la Tabla 7, es decir, el avance sostenido de la Infraestructura o de áreas construidas en desmedro de clases como matorral o agricultura. Sin embargo, también revela que este patrón no es homogéneo logrando identificar dos grandes grupos, aquellos con una marcada urbanización a lo largo del tiempo y otros las coberturas naturales siguen teniendo una relevancia en el territorio.

Dentro del primer grupo se encuentran principalmente algunas de las cabeceras comunales de la región, siendo el urbano de Talca el caso donde la superficie construida crece de forma sostenida hasta ocupar la mayor parte del límite en 2025, desplazando territorios asociados a agricultura que tenían una mayor relevancia hacia 1985.

Otro caso corresponde al urbano de San Clemente (que al igual que Talca) muestra una de las tendencias más claras respecto al predominio de la Infraestructura por sobre las demás clases. Específicamente, se observa que en 1985 las áreas construidas representaban una proporción menor respecto a la superficie total del límite urbano, sin embargo, se observa un aumento sostenido a partir de 2017 en desmedro de clases como matorral y Agricultura. Caso especial representa el urbano de Culenar en la comuna del Maule, cuya urbanización avanza por sobre un territorio donde la agricultura tenía una fuerte predominancia hacia 1985, un alto porcentaje de suelo urbanizado hacia 2025 producto de la conurbación física con la comuna de Talca.

En contraste, entre los urbanos que pertenecen al segundo grupo se encuentra Corintio en la comuna de Pencahue, cuyo gráfico de la Figura 4 evidencia la predominancia histórica que tiene el matorral en toda la serie temporal, con una disminución hacia 2025 por sobre la clase de Infraestructura asociado a procesos de urbanización recientes. Por otro lado, también está el urbano de Colorado en la comuna de San Clemente donde se evidencia también un fuerte componente asociado a matorral, con infraestructura acotada, además de la aparición de superficies acotadas de bosques y plantaciones forestales en 2017.

Sin perjuicio de lo anterior, el urbano de Nirivilo en la comuna de San Javier se presenta como un caso atípico respecto a los demás Límites Urbanos que es necesario abordar. Desde 1985 hasta 1992 se observa una predominancia total de la clase matorral, la cual se mermada frente a la aparición de áreas construidas en 2002, ocupando esta última más del 50% de la superficie del límite urbano en este año. Sin embargo, a partir del 2012 se observa un cambio en esta tendencia marcada por la disminución de la clase Infraestructura a menos del 50%, la que a su vez desaparece por completo en 2017 y 2025.

La desaparición de las superficies construidas identificadas en los años 2002 y 2012 (correspondientes a 7,2 ha y 4,9 ha respectivamente) se debe a la combinación de 2 factores. El primero de estos se debe a la resolución espacial 30 metros por 30 metros de las imágenes de Landsat utilizadas para este estudio (900 m^2), característica que limita la certeza con que se pueden identificar elementos a escalas de detalle. Lo segundo tiene que ver con la baja superficie que posee el urbano de Nirivilo de 12,9 ha, lo que hace que la escala de este urbano sea de un alto nivel de detalle. En conjunto, ambos elementos se conjugan de forma negativa para que la resolución de 30 metros de Landsat no sea suficiente para identificar elementos con el nivel de precisión que la baja superficie del urbano de Nirivilo requiere.

En síntesis, a través de la serie de gráficos de la Figura 4 es posible identificar dos dinámicas de transformación que suceden dentro de los Límites Urbanos normativos. Por un lado, en los límites asociados a cabeceras urbanas (Talca, San Clemente, San Javier, Culenar) la Infraestructura se impone y reconfigura el paisaje, absorbiendo el suelo agrícola y el matorral. En los límites más periféricos o rurales (especialmente Nirivilo, y en menor medida Corintio y Colorado) el Matorral resiste como cobertura dominante y la urbanización es incipiente o intermitente. Esta heterogeneidad matiza la lectura agregada: el proceso de urbanización de la serie total está fuertemente traccionado por unos pocos límites intensamente construidos, más que por un avance uniforme en todo el conjunto.

1.1.1.2 Análisis histórico del crecimiento de los usos de suelo y huella urbana (1985-2025)

El presente capítulo aborda la evolución de la expansión de la superficie construida en los diez Límites Urbanos normativos en estudio considerando los cortes temporales de los años 1985, 1992, 2002, 2012, 2017, 2022 y 2025. Para efectos de este estudio, se entenderá como huella urbana a la clase de cobertura de suelo Infraestructura proveniente del análisis de imágenes satelitales descrito en el capítulo anterior.

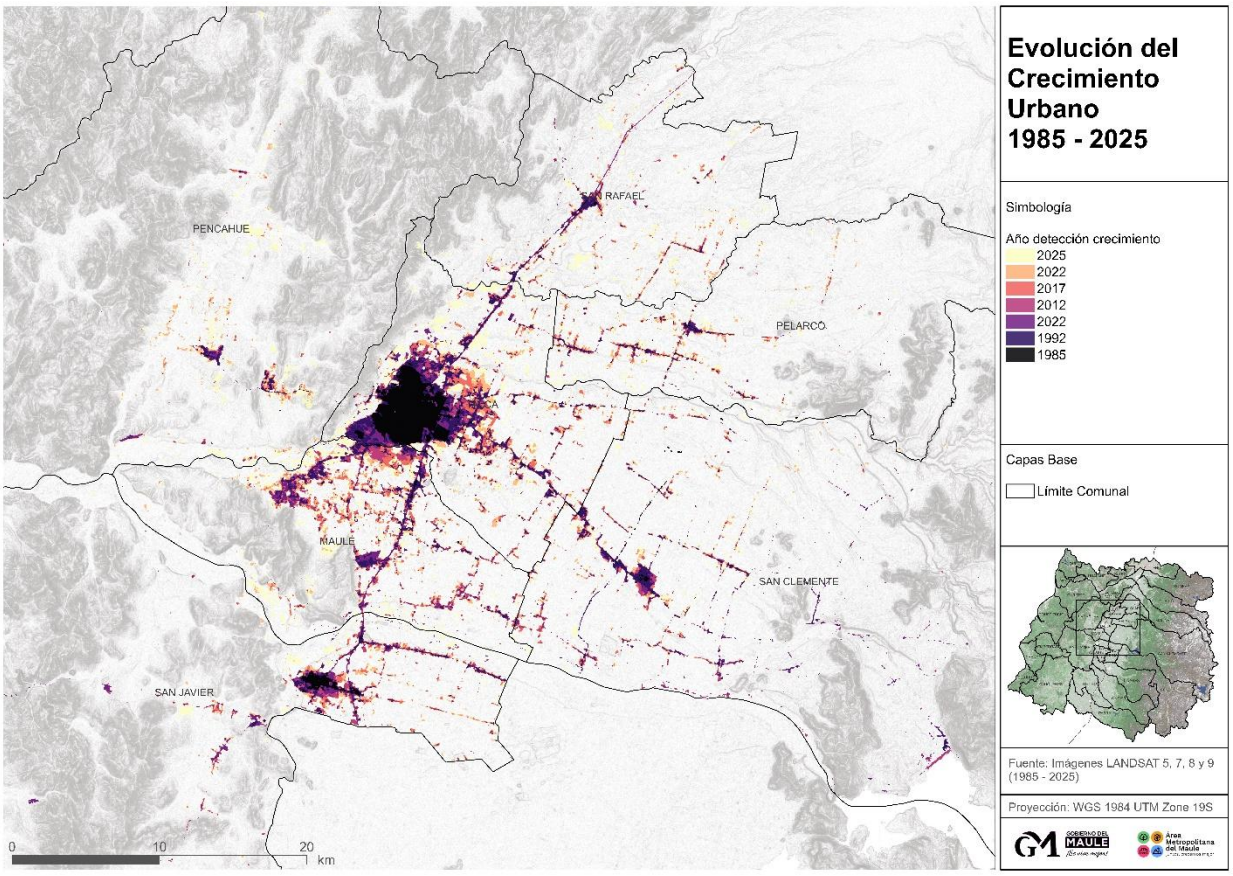


Figura 5: Evolución temporal de la expansión de la cobertura de suelo "Infraestructura" (1985-2022).

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

A través del mapa en la Figura 5 se aprecia la estructura temporal que tiene el crecimiento urbano a lo largo de los seis años de estudio, mostrando en tonos oscuros aquellas áreas consolidadas más antiguas (1985) y en tonos más claros aquellas de crecimiento más reciente (2025).

De esta forma es posible identificar el núcleo histórico de Talca como el asentamiento consolidado más antiguo, y el punto de origen desde el cual comienza a generarse la expansión urbana de la región. En torno a este núcleo se observa un gradiente muy claro en la evolución del crecimiento, en el cual esta superficie se vuelve progresivamente más reciente a medida que se aleja del centro.

El crecimiento urbano más reciente (entre los años 2017, 2022 y 2025), se concentra principalmente en los bordes de la mancha urbana consolidada y asociada directamente con los principales ejes viales hacia San Rafael, Pelarco y San Clemente. Asimismo, destaca el caso de los sectores de San Javier y Maule, donde áreas consolidadas en periodos anteriores (previo al año 2017) continúan presentando un marcado crecimiento. Además, en los dos sectores mencionados previamente, se evidencia la aparición de

construcciones dispersas con una configuración lineal, que repite el patrón de estar estrechamente vinculadas y guiadas por la presencia de red vial.

Clase de cobertura	Periodo 1985 - 1992	Periodo 1992 - 2002	Periodo 2002 - 2012	Periodo 2012 - 2017	Periodo 2017 - 2025
Infraestructura (dentro de límites urbanos)	+ 97,5%	+ 11,9%	+ 16,8%	+ 22,6%	+ 28,9%

Tabla 8: Porcentaje de cambio de superficie de clase Infraestructura que se encuentra geográficamente dentro de los límites urbanos normativos de las comunas en estudio. Valores positivos indican un aumento de superficie en el periodo mientras que los negativos indican disminución[6].

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

La Tabla 8 evidencia un aumento constante de la superficie construida, observando los mayores aumentos entre 1985 a 1992 en un 97,5%, reflejando una rápida expansión urbana posterior a la consolidación del núcleo histórico. Luego, el segundo aumento considerable se da en el periodo 2012-2017 con un incremento en un 22,6%. El resto de periodos continúa siendo positivo, aunque con intensidades variables.

La tendencia positiva al incremento se mantiene a lo largo de los cortes temporales, que a su vez en la Figura 5 se visualiza principalmente como la consolidación de la clase de infraestructura en áreas periféricas, estableciéndose los nuevos sectores principalmente asociados a los ejes viales. En conjunto ambos resultados (cartográficos y métricas de crecimiento), indican que en las 7 comunas existe un proceso persistente de urbanización que ha permitido ampliar progresivamente la superficie construida dentro de los límites urbanos y su consolidación en el tiempo.

[6] El detalle de todas las métricas de cambio por periodo se encuentra en los Anexos Anexo 6, Anexo 7, Anexo 8, Anexo 9 y Anexo 10.



Figura 6: Desagregación temporal de la coberturas de suelo "Infraestructura" por Comuna y Límite Urbano IPT (1985-2025).

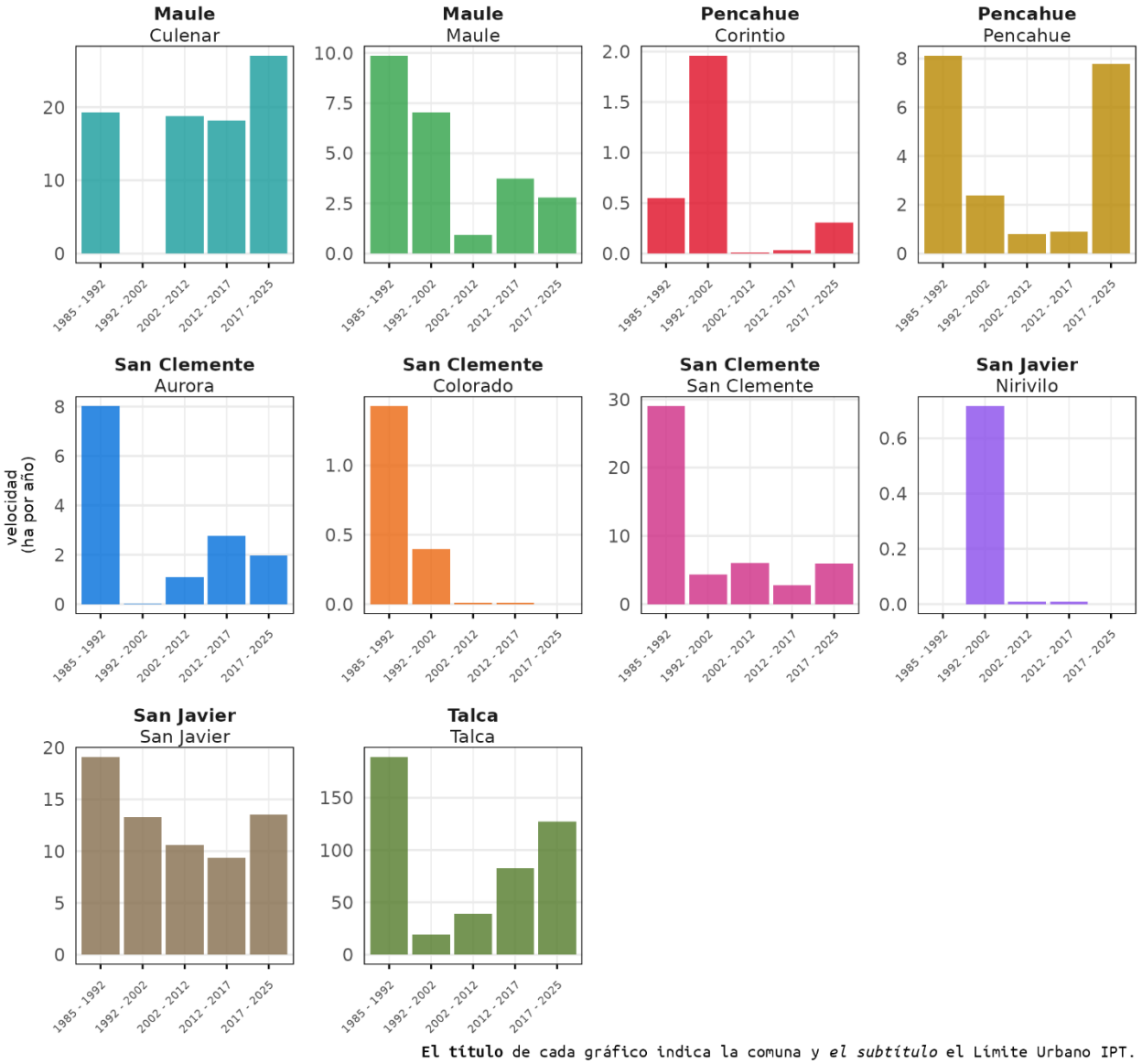
Fuente: Elaboración propia a partir de de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c) y de IPT obtenidos a partir de MINVU (2026).

De forma complementaria, la Figura 6 muestra el desglose de la evolución del crecimiento dentro de cada uno de los diez Límites Urbanos normativos en estudio, específicamente, indicando cómo se compone temporalmente la proporción de la superficie construida total.

Mediante estos gráficos se observa que los Límites Urbanos que muestran una consolidación más temprana corresponden a Talca y San Javier de las comunas homónimas, en donde se destaca que una proporción considerable del territorio ya se encontraba construida entre 1985 y 1992, lo que los hace los asentamientos urbanos más consolidados de las comunas en estudio. Lo mismo sucede con ambos urbanos de la comuna de San Clemente (San Clemente y Colorado), en los que más del 50% de la superficie construida de ambos territorios ya se encontraba presente para 1992.

En contraste se encuentran aquellos casos cuya urbanización es mucho más reciente como los urbanos de Pencahue y Culenar de las comunas de Pencahue y Maule, donde la superficie construida se concentra fuertemente en los años 2017, 2022 y 2025, lo que indica que su urbanización constituye un fenómeno esencialmente contemporáneo.

El caso del Límite Urbano de Corintio de la comuna de Pencahue se presenta como un caso particular, debido a que más del 70% de la superficie construida data del año 1992, lo que puede estar relacionado a un foco de urbanización acotado y no a un crecimiento sostenido en el tiempo. Por otro lado, los límites de Aurora, Nirivilo y Maule (comunas de San Clemente, San Javier y Maule), muestran un crecimiento bastante más gradual y esperado, concentrándose mayormente en periodos más temprana y disminuyendo paulatinamente hacia 2025.



El título de cada gráfico indica la comuna y *el subtítulo* el Límite Urbano IPT.

Figura 7: Velocidad de cambio (en ha por año) de la superficie asociada a la clase “Infraestructura” por periodo, Comuna y Límite Urbano (1985-2025).

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

De forma complementaria, en la Figura 7 se identifican diferencias importantes en la velocidad de expansión de la clase infraestructura en los distintos límites urbanos. En general, todas las comunas con sus límites urbanos experimentan un aumento importante en el crecimiento de la clase infraestructura en el periodo 1985-2002, a excepción del caso de San Javier – Nirivilo donde se da en el siguiente periodo, entre 1992-2002.

De todas las comunas y límites urbanos, destaca el caso de Talca, que registra las mayores tasas de crecimiento durante todo el periodo de estudio, particularmente entre 1985-1992, consolidándose como el principal núcleo de crecimiento urbano regional.

En este sentido, también es relevante el caso de Pencahue – Corintio, San Clemente – Colorado y San Javier – Nirivilo, donde existen procesos de expansión concentrados en periodos específicos, seguidos por una desaceleración. Además, Pencahue – Pencahue y San Clemente – Aurora son los que presentan una mayor intensidad de crecimiento en los periodos más recientes (2017-2025 y 2012-2017, respectivamente), evidenciando dinámicas de consolidación contemporáneas. En síntesis, se evidencia tanto en la Figura 5 como en la Figura 6 y Figura 7 demuestran que el crecimiento urbano en las siete comunas no ha sido homogénea, sino que cada una presenta su propio comportamiento diferenciado, coexistiendo núcleos con crecimiento sostenido y consolidado, con otros núcleos que experimentan procesos puntuales o eventos de crecimiento más recientes de incorporación de nuevas superficies clasificadas como infraestructura. No obstante, evidenciándose en todas las comunas un crecimiento sostenido y consolidado en el tiempo a partir de la serie temporal-histórica.

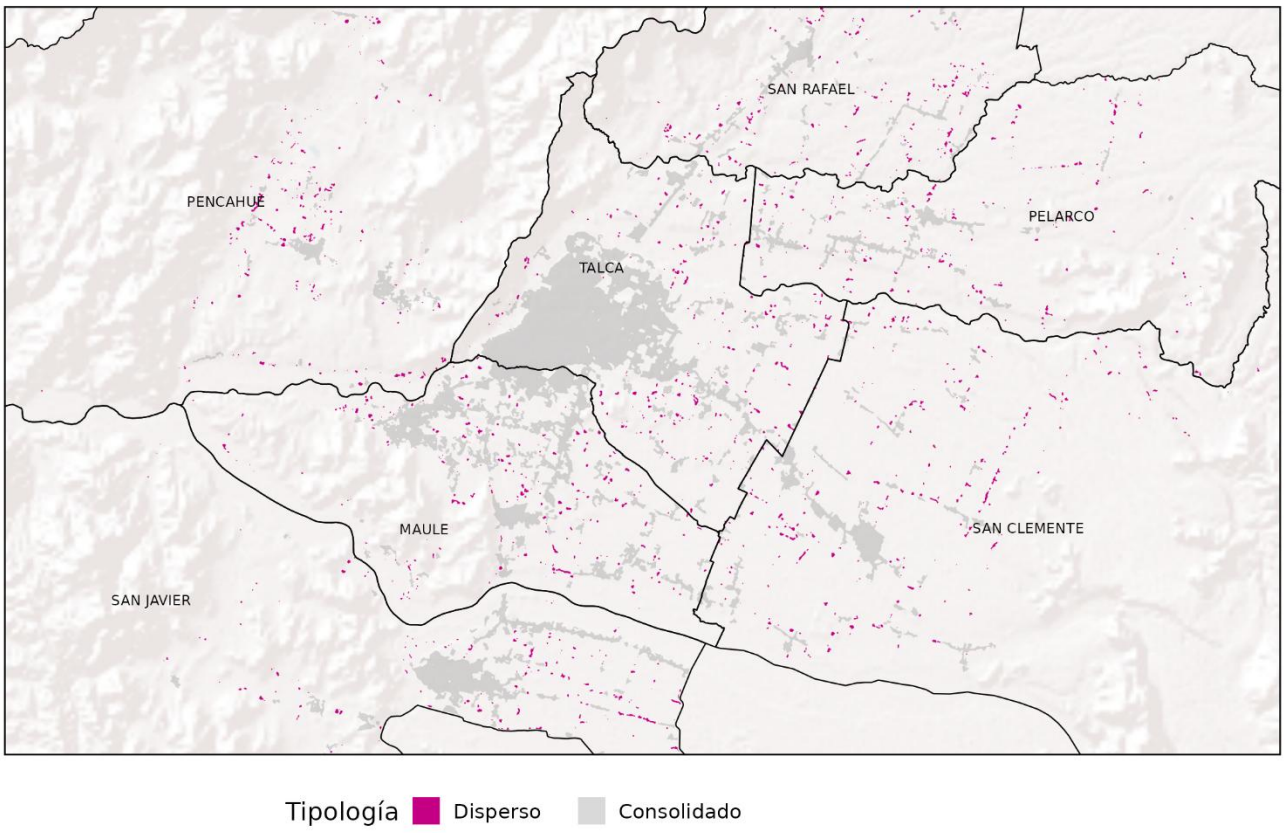


Figura 8: Mapa de clusters topológico de la clase Infraestructura con tipologías Dispersa y Consolidada (2025).

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Finalmente, la Figura 8 demuestra que la diferenciación entre la clase infraestructura consolidada y dispersa permite identificar que el crecimiento no ha ocurrido exclusivamente en el núcleo central de Talca donde se concentra la mayor superficie consolidada, sino que el crecimiento también se ha dado en sitios puntuales a lo largo de las 7 comunas, a través de ocupaciones dispersas asociadas a corredores viales. Este patrón identificado a partir del análisis de imágenes satelitales permite evidenciar una progresiva integración funcional del territorio, donde la urbanización se extiende de los límites urbanos delimitados, con desarrollo de baja intensidad que conectan los distintos centros poblados. En síntesis, se sugiere una creciente complejidad de las dinámicas de ocupación territorial, reforzando la necesidad de instrumentos de planificación que aborden el fenómeno urbano a una escala mayor.

1.2 Bibliografía

Brown, C. F., Brumby, S. P., Guzder-Williams, B., Birch, T., Hyde, S. B., Mazzariello, J., Czerwinski, W., Pasquarella, V. J., Haertel, R., Ilyushchenko, S., Schwehr, K., Weisse, M., Stolle, F., Hanson, C., Guinan, O., Moore, R., & Tait, A. M. (2022). Dynamic World, near real-time global 10 m land use land cover mapping. *Scientific Data*, 9, 251. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01307-4

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2026). Clasificador de Cobertura y Uso de Suelos (CCUS 1.0). INE Chile. https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/buenas-practicas/clasificaciones/ccus/clasificador/ccus-1-0.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y Centro de Estudios Ciudad y Territorio (CECT). (2022). FL Continuo de construcciones urbanas 1993-2021. Recuperado de https://ide.minvu.cl/maps/f0bf2cae417b42e89da9a381b30d1235/about

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU). (2026). Portal de Instrumentos de Planificación Territorial (Portal IPT). Gobierno de Chile. https://portalipt.minvu.cl/

Proyecto MapBiomas Chile. (2025). Colección 2.0 de la serie anual de mapas de cobertura y uso del suelo de Chile (1999–2024). MapBiomas Chile. https://chile.mapbiomas.org/

Sirko, W., Brempong, E. A., Marcos, J. T. C., Annkah, A., Korme, A., Hassen, M. A., Sapkota, K., Shekel, T., Diack, A., Nevo, S., Hickey, J., & Quinn, J. (2023). High-resolution building and road detection from Sentinel-2 (arXiv:2310.11622). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.11622

U.S. Geological Survey (USGS). (2025a). USGS Landsat 5 TM Level 2, Collection 2, Tier 1 (LANDSAT/LT05/C02/T1_L2). Google Earth Engine Data Catalog. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LT05_C02_T1_L2?hl=es-419

U.S. Geological Survey (USGS). (2025b). USGS Landsat 7 ETM+ Level 2, Collection 2, Tier 1 (LANDSAT/LE07/C02/T1_L2). Google Earth Engine Data Catalog. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LE07_C02_T1_L2?hl=es-419

U.S. Geological Survey (USGS). (2025c). USGS Landsat 8 OLI/TIRS Level 2, Collection 2, Tier 1 (LANDSAT/LC08/C02/T1_L2). Google Earth Engine Data Catalog. https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LC08_C02_T1_L2?hl=es-419

1.3 Anexos

Clase de cobertura	Periodo 1985 - 1992		
	Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Agricultura	+ 15.072,1	+ 27,9%	+ 2.153,2
Bosque y plantaciones	+ 33.813,8	+ 52,1%	+ 4.830,5
Cuerpo de agua	- 820,6	- 7,6%	- 117,2
Infraestructura	+ 3.492,3	+ 164,4%	+ 498,9
Matorral	- 56.734,3	- 15,8%	- 8.104,9
Pastizal	+ 8.152,9	+ 12,1%	+ 1.164,7
Suelo desnudo	- 3.004,6	- 1,4%	- 429,2

Anexo 1: Detalle de estadísticas de cambio de clase de cobertura de suelo para el periodo 1985 - 1992.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Clase de cobertura	Periodo 1992 - 2002		
	Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Agricultura	- 1.442,0	- 2,1%	- 144,2
Bosque y plantaciones	+ 20.077,7	+ 20,3%	+ 2.007,8
Cuerpo de agua	+ 1.320,1	+ 13,3%	+ 132,0
Infraestructura	+ 1.568,1	+ 27,9%	+ 156,8
Matorral	- 7.427,3	- 2,5%	- 742,7
Pastizal	- 42.715,7	- 56,4%	- 4.271,6
Suelo desnudo	+ 26.437,2	+ 12,1%	+ 2.643,7

Anexo 2: Detalle de estadísticas de cambio de clase de cobertura de suelo para el periodo 1992 - 2002.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Clase de cobertura	Periodo 2002 - 2012		
	Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Agricultura	+ 5.190,8	+ 7,7%	+ 519,1
Bosque y plantaciones	+ 23.848,9	+ 20,1%	+ 2.384,9
Cuerpo de agua	- 2.594,8	- 23,1%	- 259,5
Infraestructura	+ 1.171,3	+ 16,3%	+ 117,1
Matorral	- 32.060,8	- 10,9%	- 3.206,1
Pastizal	+ 6.435,0	+ 19,5%	+ 643,5
Suelo desnudo	- 1.990,5	- 0,8%	- 199,0

Anexo 3: Detalle de estadísticas de cambio de clase de cobertura de suelo para el periodo 2002 - 2012.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Clase de cobertura	Periodo 2012 - 2017		
	Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Agricultura	- 22.269,1	- 30,6%	- 2.226,9
Bosque y plantaciones	+ 27.753,9	+ 19,5%	+ 2.775,4
Cuerpo de agua	+ 190,6	+ 2,2%	+ 19,1
Infraestructura	+ 2.874,9	+ 34,4%	+ 287,5
Matorral	- 13.795,1	- 5,3%	- 1.379,5
Pastizal	+ 5.055,6	+ 12,8%	+ 505,6
Suelo desnudo	+ 168,5	+ 0,1%	+ 16,8

Anexo 4: Detalle de estadísticas de cambio de clase de cobertura de suelo para el periodo 2012 - 2017.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Clase de cobertura	Periodo 2017 - 2025		
	Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Agricultura	- 21.710,1	- 42,9%	- 629,0
Bosque y plantaciones	- 32.966,3	- 19,3%	+ 1.813,1
Cuerpo de agua	+ 459,1	+ 5,1%	- 36,1
Infraestructura	+ 8.190,2	+ 72,9%	+ 432,4
Matorral	+ 54.509,9	+ 1,9%	- 1.387,6
Pastizal	+ 840,6	+ 1,8%	- 555,7
Suelo desnudo	- 7092,6	- 2,9%	+ 362,9

Anexo 5: Detalle de estadísticas de cambio de clase de cobertura de suelo para el periodo 2017 - 2025.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Comuna	Límite Urbano	Periodo 1985 - 1992		
		Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Maule	Culenar	+ 135,1	+ 2546,8%	+ 19,3
Maule	Maule	+ 69,1	+ 100,0%	+ 9,9
Pencahue	Corintio	+ 3,9	+ 100,0%	+ 0,6
Pencahue	Pencahue	+ 56,9	+ 7771,4%	+ 8,1
San Clemente	Aurora	+ 56,1	+ 5274,6%	+ 8,0
San Clemente	Colorado	+ 10,0	+ 3753,1%	+ 1,4
San Clemente	Suelo San Clemente	+ 203,0	+ 927,6%	+ 29,0
San Javier	Nirivilo	0	0	0
San Javier	San Javier	+ 133,8	+ 70,6%	+ 19,1
Talca	Talca	+ 1.324,6	+ 72,6%	+ 189,2

Anexo 6: Detalle de estadísticas de cambio de la clase “Infraestructura” en los límites urbanos en estudio para el periodo 1985 - 1992.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Comuna	Límite Urbano	Periodo 1992 - 2002		
		Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Maule	Culenar	- 10,4	- 7,4%	- 1,0
Maule	Maule	+ 70,5	+ 102,0%	+ 7,0
Pencahue	Corintio	+ 19,6	+ 508,2%	+ 2,0
Pencahue	Pencahue	+ 23,9	+ 41,5%	+ 2,4
San Clemente	Aurora	- 3,7	- 6,5%	- 0,4
San Clemente	Colorado	+ 4,0	+ 38,6%	+ 0,4
San Clemente	Suelo San Clemente	+ 43,9	+ 19,5%	+ 4,4
San Javier	Nirivilo	+ 7,2	+ 100,0%	+ 0,7
San Javier	San Javier	+ 132,7	+ 41,0%	+ 13,3
Talca	Talca	+ 192,7	+ 6,1%	+ 19,3

Anexo 7: Detalle de estadísticas de cambio de la clase “Infraestructura” en los límites urbanos en estudio para el periodo 1992 - 2002.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Comuna	Límite Urbano	Periodo 2002 - 2012		
		Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Maule	Culenar	+ 187,8	+ 144,5%	+ 18,8
Maule	Maule	+ 9,1	+ 6,5%	+ 0,9
Pencahue	Corintio	- 1,9	- 8,0%	- 0,2
Pencahue	Pencahue	+ 8,1	+ 10,0%	+ 0,8
San Clemente	Aurora	+ 11,0	+ 20,5%	+ 1,1
San Clemente	Colorado	- 9,7	- 68,3%	- 1,0
San Clemente	Suelo San Clemente	+ 59,8	+ 22,3%	+ 6,0
San Javier	Nirivilo	- 2,3	- 32,1%	- 0,2
San Javier	San Javier	+ 105,9	+ 23,2%	+ 10,6
Talca	Talca	+ 391,7	+ 11,7%	+ 39,2

Anexo 8: Detalle de estadísticas de cambio de la clase "Infraestructura" en los límites urbanos en estudio para el periodo 2002 - 2012.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Comuna	Límite Urbano	Periodo 2012 - 2017		
		Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Maule	Culenar	+ 181,9	+ 57,3%	+ 18,2
Maule	Maule	+ 37,3	+ 25,1%	+ 3,7
Pencahue	Corintio	+ 0,3	+ 1,6%	+ 0,0
Pencahue	Pencahue	+ 8,9	+ 9,9%	+ 0,9
San Clemente	Aurora	+ 27,5	+ 42,8%	+ 2,8
San Clemente	Colorado	- 4,5	- 100,0%	- 0,4
San Clemente	Suelo San Clemente	+ 27,3	+ 8,3%	+ 2,7
San Javier	Nirivilo	- 4,9	- 100,0%	- 0,5
San Javier	San Javier	+ 93,2	+ 16,6%	+ 9,3
Talca	Talca	+ 824,0	+ 22,1%	+ 82,4

Anexo 9: Detalle de estadísticas de cambio de la clase "Infraestructura" en los límites urbanos en estudio para el periodo 2012 - 2017.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).

Comuna	Límite Urbano	Periodo 2017 - 2025		
		Diferencia de superficie (en ha)	Diferencia de superficie (en %)	Velocidad de cambio (ha/año)
Maule	Culenar	+ 270.4	54,1%	27.0
Maule	Maule	+ 27.9	15,0%	2.7
Pencahue	Corintio	+ 3.0	14,0%	0.3
Pencahue	Pencahue	+ 77.7	78,9%	7.7
San Clemente	Aurora	+ 19.7	21,5%	1.9
San Clemente	Colorado	0	0%	0
San Clemente	Suelo San Clemente	+ 59.0	16,5%	5.9
San Javier	Nirivilo	0	0%	0
San Javier	San Javier	+ 135.2	20,6%	13.5
Talca	Talca	+ 1272.1	27,9%	127.2

Anexo 10: Detalle de estadísticas de cambio de la clase “Infraestructura” en los límites urbanos en estudio para el periodo 2017 - 2025.

Fuente: Elaboración propia a partir de clasificación supervisada hecha a partir de imágenes satelitales USGS (2026a, 2026b y 2026c).


DESE
UC