

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA EN EL LEVANTAMIENTO DEL USO DE SUELO, CASO DE ESTUDIO: CAMPO MILITAR LA REINA.

PROPOSAL OF A METHODOLOGY IN THE SURVEY OF LAND USE, CASE STUDY: LA REINA MILITARY CAMP.

Sr. Pedro Castillo Figueroa¹

RESUMEN

Actualmente, el Ejército contempla dentro de su administración los terrenos fiscales, una distribución territorial desde Putre a la Antártica, conforme a una misión específica y a una organización centrada, tanto en la Fuerza Terrestre como en la Fuerza Generadora. Es en este contexto, que mediante de la aplicación de herramientas de Geomática se propone como objetivo elaborar una metodología para el levantamiento del uso de suelo en el Ejército de Chile. Para lo cual se diseñará el procedimiento y se determinará el uso de suelo en el Campo Militar la Reina (CMLR) como área de estudio, mediante el uso de imágenes de diferentes fuentes abiertas. En términos generales, pretende aplicar una metodología basada en el levantamiento de requerimientos por parte de los Stakeholders (Jefatura de Propiedades y el Departamento de Infraestructura del Comando de Educación y Doctrina), con el propósito de establecer una base de datos geoespacial para el uso de suelo, específicamente para los diferentes terrenos fiscales existentes en el Ejército de Chile. Teniendo en consideración los antecedentes precedentes, se procedió a evaluar cinco imágenes de diferentes fuentes abiertas, con el propósito de seleccionar la imagen más adecuada, mediante el establecimiento de diferentes factores, los cuales sirvieron de parámetros para realizar la selección, entre ellos sus histogramas de color y escala de grises, la resolución espacial y su temporalidad. Posteriormente, se procedió a la vectorización de los elementos, siendo estos alojados en una base datos geoespacial, obteniendo la información relevante y de importancia, para la toma de decisiones.

Palabras clave: uso de suelo, base de datos geoespacial, histograma, imágenes.

ABSTRACT

Currently, the Army contemplates within its administration the fiscal lands, a territorial distribution from Putre to Antarctica, according to a specific mission and an organization focused on both the Land Force and the Generating Force. It is in this context that, through the application of Geomatics tools, the objective is to develop a methodology for surveying land use in the Chilean Army. For which the procedure will be designed and the use of land in the Campo Militar la Reina (CMLR) will be determined as a study area, through the use of images from different open sources. In general terms, it intends to apply a methodology based on the gathering of requirements by the Stakeholders (Headquarters of Properties and the Department of Infrastructure of the Education and Doctrine Command), with the purpose of establishing a geospatial database for the use of land, specifically for the different fiscal lands existing in the Chilean Army. Taking into consideration the preceding background, 05 (five) images from different open sources were evaluated, with the purpose of selecting the most appropriate image, by establishing different factors, which served as parameters to make the selection, among them its color and grayscale histograms, spatial resolution, and temporality. Subsequently, the elements were vectorized, these being housed in a geospatial database, obtaining the relevant and important information for decision making. Key words: land use, geospatial database, methodology, images.

Keywords: land use, geospatial database, histogram, images.

¹ Instituto Geográfico Militar (IGM), Comando de Industria Militar e Ingeniería, Ejército de Chile, Ministerio de Defensa, Chile. Oficial de Ejército, Ingeniero Politécnico Militar en Sistemas de Armas mención Geoinformática. Magíster en Geografía y Geomática de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Diplomado en Seguridad y Defensa de la Academia Nacional de Estudios Políticos Estratégicos (ANEPE). Diplomado en Planificación y Gestión del Riesgo en Desastres de la Academia de Guerra del Ejército.

Fecha de recepción: 09 de Agosto de 2022.

Fecha de aprobación: 13 de Septiembre de 2022.

INTRODUCCIÓN

El Ejército de Chile se ha desarrollado a través del tiempo en diferentes áreas, con la finalidad principal de cumplir en la forma más eficiente con sus misiones constitucionales de defensa de la patria y de desempeñar un papel esencial en la seguridad nacional, en conjunto con las demás instituciones de las Fuerzas Armadas². En este contexto, el desarrollo de capacidades se ha logrado a través de los doscientos años de historia y existencia institucional, junto con otorgarle la posibilidad de una mayor eficiencia y eficacia en el cumplimiento de sus misiones específicas, le ha significado adquirir determinadas capacidades, las que pueden ser empleadas en la seguridad y cooperación internacional, o en el plano interno en beneficio del bienestar, desarrollo y del bien común general de la nación (Ejército de Chile, 2012). Para cumplir su misión, el Ejército se encuentra organizado territorialmente por divisiones, estando presente en todo el territorio nacional, a través de unidades militares ubicadas desde Putre, en pleno altiplano, hasta el Territorio Chileno Antártico como se ilustra en la figura N°1.



Figura N°1: Distribución territorial del Ejército de Chile.
Fuente: Ejército de Chile, Reporte Institucional 2017.

En cuanto a la organización territorial, existe una responsabilidad de la administración de los terrenos fiscales a nivel institucional cedidos por el Estado para el cumplimiento de su misión constitucional, entendiéndose terreno fiscal como el lugar geográfico que se encuentra una unidad militar como: campo militares, regimientos, cuarteles, escuelas, centros, entre otras, en la que recae su administración en la División de Ingenieros del Ejército (DIVINGE) específicamente

en la Jefatura de Propiedades³, la cual en diferentes circunstancias la información territorial poco sistematizada, no ha podido desarrollar un panorama y distribución general de los terrenos, lo que ha dificultado el asesoramiento para la toma de decisiones. Es por ello que se necesita explotar al máximo las capacidades y las tecnologías existentes al interior de la Institución para entregar la mayor información posible sobre el uso de suelo al alto mando del Ejército, para la toma de decisiones, información que en la actualidad no se encuentra georreferenciada y asociada a una base de datos geoespacial la que permitirá mejorar la gestión de los recursos de los terrenos fiscales a cargo de la DIVINGE. Es por esta razón, que se determinará el uso de suelo en el Campo Militar La Reina como caso de estudio (figura N°2), debido a que es una de las unidades que posee mayor variedad de información de uso de suelo y catastro, comparado con otros campos militares del Ejército y mediante la aplicación de herramientas de geomática y uso de imágenes, para obtener esta valiosa información, producto que no se ha realizado este levantamiento a nivel institucional por la Jefatura de Propiedades.



Figura N°2: Área de estudio, Campo Militar La Reina.
Fuente: Elaboración propia desde Google Earth, 2018.

MÉTODO

La secuencia metodológica a emplear describe el encadenamiento lógico y natural de las etapas que se deben seguir para el logro del objetivo. Cada una de las etapas está compuesta por tareas, las que a medida que se desarrollan, permiten el logro de la etapa en general y del objetivo específico con que se relaciona, a su vez permite lograr pasar a la etapa siguiente⁴. Las etapas de esta secuencia metodológica propuesta son las que se detallan a

2 Artículo 101 de la Constitución Política de la República de Chile de 1980.

3 Ejército de Chile, (2011), Reglamento de propiedades del Ejército, Santiago, Chile.

4 CEPAL (2015), manual para la metodología del marco lógico para la planificación seguimiento, y evaluación de proyecto y programas

continuación, en las que se identifican en este punto dos fases del modelo conceptual a emplear, la que contempla en primera instancia la fase

selección y una segunda denominada generación cartográfica del uso de suelo del CMLR como se muestra en la figura N°3.

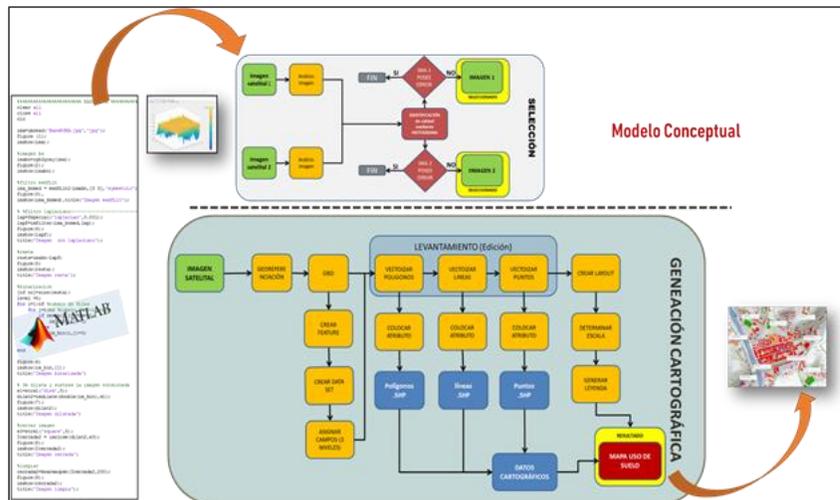


Figura N°3: Secuencia metodológica y modelo conceptual. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Una vez levantada la estructura de la base datos geoespacial, se procede a la selección de imágenes de diferentes fuentes abiertas donde se aplica la herramienta de MATLAB, para seleccionar la mejor imagen, la cual se ocupará para la vectorización de la zona de estudio.

Seguido, se procede a la georreferenciación de la imagen, proceso por el cual se ocupa un punto geodésico certificado por el Instituto Geográfico Militar (IGM) dentro del CMLR -para su precisión al centímetro- se crean los diferentes features con sus respectivos dataset y campos, para proceder a vectorizar los puntos líneas y polígonos, ingresar los atributos, generar el layout y la escala, para generar un mapa conforme al uso de suelo de interés.

REQUERIMIENTOS Y DATOS

REQUERIMIENTOS PARA ESTABLECER LA BASE DE DATOS GEOESPACIAL.

Dentro de los requerimientos de los Stakeholders⁵ para establecer una base de datos geoespacial se levantó la siguiente información:

Nº	REQUERIMIENTOS PARA ESTABLECER UNA BGE
1	Que la base de datos se pueda operar en un SIG (software)
2	Que contenga los antecedentes referenciales de los Terrenos Fiscales
3	Que contenga los antecedentes de título de los Terrenos Fiscales

4	Que contenga los antecedentes de la inscripción de dominio de los Terrenos Fiscales
5	Que contenga los antecedentes del Servicio de Impuestos Internos de los Terrenos Fiscales
6	Que contenga los antecedentes del uso de los Terrenos Fiscales
7	Que contenga los antecedentes referenciales de los Terrenos Patrimonio de Afectación Fiscal (PAF)
8	Que contenga los antecedentes de título de los Terrenos PAF
9	Que contenga los antecedentes de la inscripción de dominio de los Terrenos PAF
10	Que contenga los antecedentes del Servicio de Impuestos Internos de los Terrenos PAF
11	Que contenga los antecedentes del uso de los terrenos PAF
12	Que contenga la información del catastro de los planos Maestros
13	Que la información se pueda exportar a Excel
14	Que la información se visualice a una escala 1:2.000
15	Que la precisión de la información no supere el 1m de error
16	Sistema de coordenadas UTM
17	Datum WGS84 o SIRGAS

Tabla N°1: Requerimientos para establecer una Base de Datos Geoespacial, Fuente: Elaboración propia, 2018.

DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS GEOESPACIAL.

En conformidad a lo requerido por los Stakeholders, para la elaboración y determinación de la estructura de una base de datos, se determinó la generación

⁵ Blanchard, B. (1991), Ingeniería de Sistemas.

de una base de datos para el uso de suelo, conforme a lo siguiente:

ESTRUCTURA DE LA BGE DEL USO DE SUELO Y CATASTRO EN EL CMLR						
Nombre BGE	Nombre ENTIDAD	TIPO	GEOMETRÍA	Nombre CLASE	GEOMETRÍA	TABLA
BGE TERRENOS	TERRENOS FISCALES	VECTORIAL	POLÍGONO	UAC DEPENDIENTE	POLÍGONO	ANTECEDENTES REFERENCIALES DEL INMUEBLE Nombre propiedad Comuna TÍTULO DEL INMUEBLE Tipo documento Organismo que confirma el origen del documento Fecha Número Superficie adquirida m ² Superficie actual m ² INSCRIPCIÓN DE DOMINIO VIGENTE Conservador de Bienes Raíces Fojas Número Año A favor de ANTECEDENTES DEL SII Rol avaluo matriz SII Valor avaluo fiscal (s) Fecha (semana – año) DETALLES DE USO DE SUELO Nombre instalación Dirección Uso Detalle de la instalación Número Superficie terreno m ² Superficie construida m ² Rol SII Número carpeta catastral en la JP Observaciones
	TERRENO PAF	VECTORIAL	POLÍGONO	UAC DEPENDIENTE	POLÍGONO	ANTECEDENTES REFERENCIALES DEL INMUEBLE Nombre propiedad Comuna TÍTULO DEL INMUEBLE Tipo documento Organismo que confirma el origen del documento

						Fecha Número Superficie adquirida m ² Superficie actual m ² INSCRIPCIÓN DE DOMINIO VIGENTE Conservador de Bienes Raíces Fojas Número Año A favor de ANTECEDENTES DEL SII Rol avaluo matriz SII Valor avaluo fiscal (s) Fecha (semana – año) DETALLES DE USO DE SUELO Nombre instalación Dirección Uso Detalle de la instalación Número Superficie terreno m ² Superficie construida m ² Rol SII Número carpeta catastral en la JP Observaciones NO APLICA
	Imagen del terreno	RASTER	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	

Tabla N°2: Estructura BGE para el uso de suelo. Fuente: Elaboración propia, 2018.

IMÁGENES EMPLEADAS PARA EL ANÁLISIS SEGÚN FUENTES.

a. Imagen N°1 fuente Google Earth

Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar diferentes tipos de cartografía e información territorial, con imágenes satelitales. El programa fue creado bajo el nombre de EarthViewer 3D por la compañía Keyhole Inc, financiada por la Agencia Central de Inteligencia⁶.



Figura N°4: Imagen Google Earth del Campo Militar La Reina. Fuente: www.earth.google.com, 2015.

b. Imagen N°2 fuente SAS.Planet

⁶ earth.google.com/web/

SAS.Planet es un programa diseñado para ver y descargar imágenes satelitales de alta resolución y mapas convencionales enviados por servicios como Google Maps, DigitalGlobe, Kosmosnimki, Yandex.Maps, Yahoo! Maps, VirtualEarth, Gurtam, OpenStreetMap, eAtlas, Genshtab maps, iPhone maps, Navitel maps, Bings Maps (Bird's Eye) entre otros⁷.



Figura N°5: Imagen DigitalGlobe del Campo Militar la Reina. Fuente: SAS.Planet, 2016.

c. Imagen N°3 fuente ASTER

Las imágenes ASTER, son captadas desde 1999 por el satélite Terra. ASTER presenta una órbita heliosincrónica a una distancia de 705 km, con un ciclo de repetición de 16 días, un ancho de barrido de 60 kilómetros y una distancia entre orbitas de 172 Km. ASTER está compuesto por tres subsistemas, VNIR, SWIR y TIR; cada uno de cuales presenta características particulares tales como tres bandas en la región espectral del visible e infrarrojo cercano (VNIR) con una resolución espacial de 15 m; seis bandas en la región espectral del infrarrojo de onda corta (SWIR) con una resolución espacial de 30 m y cinco bandas en el infrarrojo térmico con una resolución espacial de 90 m⁸.

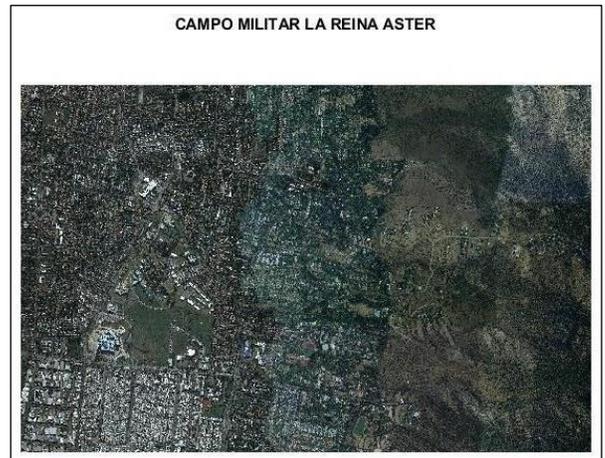


Figura N°6: Imagen ASTER del Campo Militar la Reina. Fuente: ASTER, 2014.

d. Imagen N°4 IDE Chile

La Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE Chile), es una red de instituciones públicas que trabajan de manera coordinada y colaborativa con el objetivo de poner a disposición de toda la comunidad, información geoespacial actualizada y confiable, que sea útil para la gestión pública y privada, atendiendo también a las necesidades ciudadanas. Esta iniciativa es liderada por el Ministerio de Bienes Nacionales⁹.

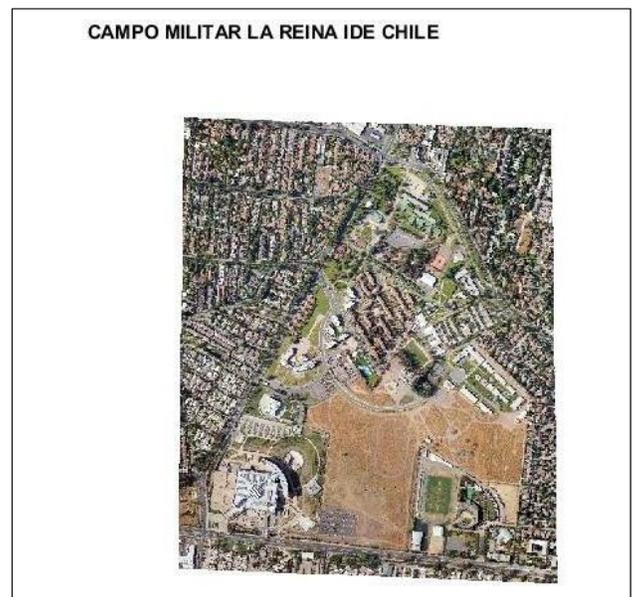


Figura N°7: Imagen IDE Chile del Campo Militar La Reina. Fuente: IDE Chile, 2015.

7 www.openhub.net/p/sasplanet.
8 <http://www.geosoluciones.cl/aster/>

9 www.ide.cl/acerca-de.html.

e. Imagen N°5 fuente vuelo DRON¹⁰

Los DRONES son un pequeño tipo de aparato volador no tripulado y que puede ser controlado en forma remota; un dron puede ser usado en infinidad de tareas, hoy en día los drones son muy conocidos y vistos en diversos usos. Los drones abren una nueva área recién explorada que es la generación de imágenes de alta resolución del terreno con sus modelos de superficies, realizando vuelos a cierta altura que permite posteriormente generar planimetría.



Figura N°8: Imagen DRON del Campo Militar La Reina. Fuente: DRON_ACAGUE, 2017.

RESULTADOS

ANÁLISIS DE HISTOGRAMA Y DE PÍXELES

Conforme a las diferentes imágenes de diferentes fuentes de la misma área de estudio, para poder discriminar se ha considerado realizar una jerarquización de sus histogramas y distribución de los píxeles, estos obtenidos mediante la aplicación de filtros en MATLAB¹¹, ordenándolos conforme a los siguientes resultados, lo que permite determinar la calidad de la imagen, como muestra la figura 9.

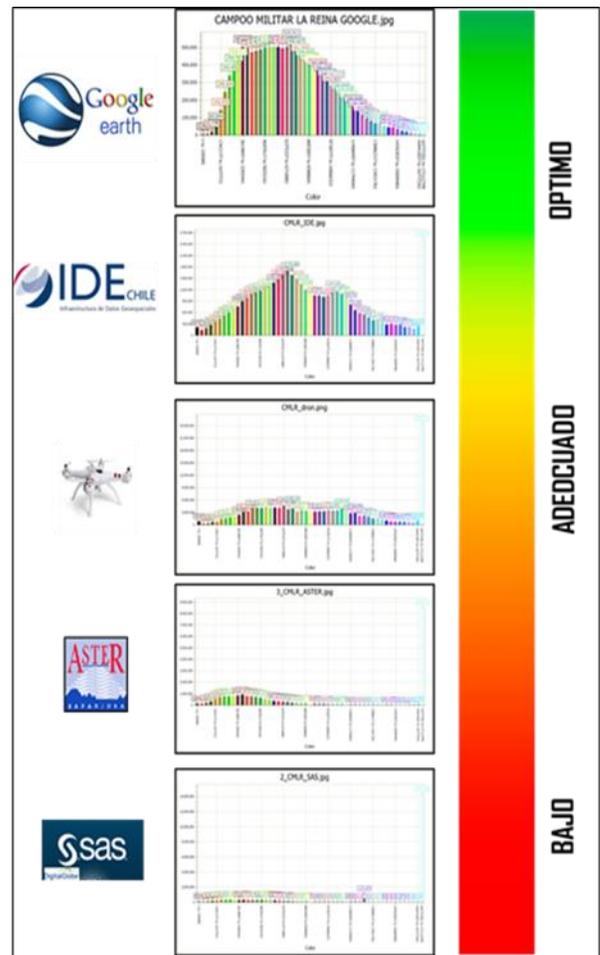


Figura N°9: Jerarquización histograma de color. Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO DE RESULTADO ANÁLISIS DE HISTOGRAMA Y DE PÍXELES

Para la evaluación se utilizó la siguiente escala:

CATEGORÍA	ADECUADO	MEDIO	BAJO
PUNTAJE	5	3	1

Tabla N°3: Escala con puntaje para evaluación de imágenes. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como se puede apreciar en la tabla N° 4, la imagen de Google Earth y la imagen de IDE Chile son las que obtuvieron el mejor puntaje respecto a histograma y distribución, esto se debe a su gran cantidad de información de los píxeles, existiendo una adecuada distribución normal, lo que fundamenta una buena calidad de la imagen.

¹⁰ <https://iiemd.com/drone/que-es-drone>.

¹¹ Cuevas, E., Pérez, M. y Zaldivar, D. (2010). Procesamiento Digital de Imágenes con Matlab y Simulink

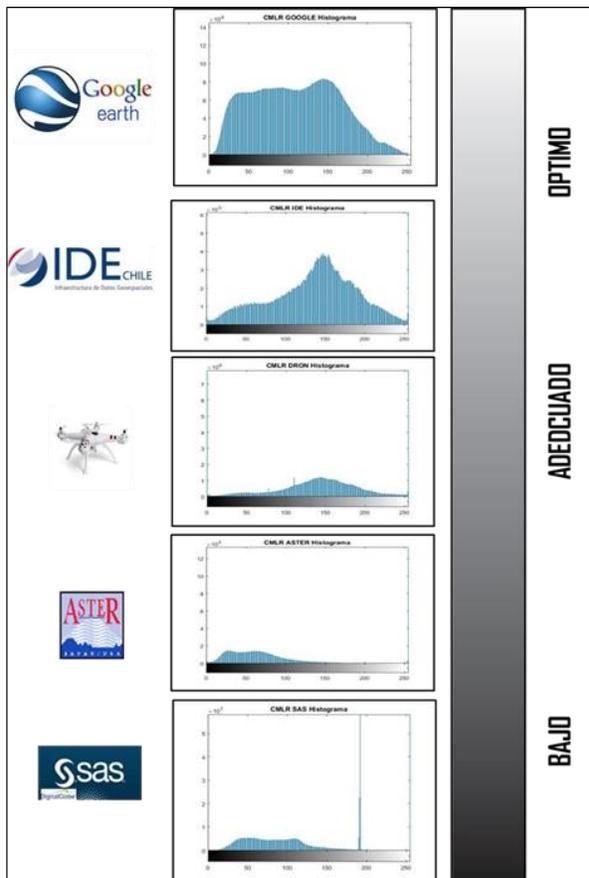


Figura N°10: Jerarquización histograma de grises.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

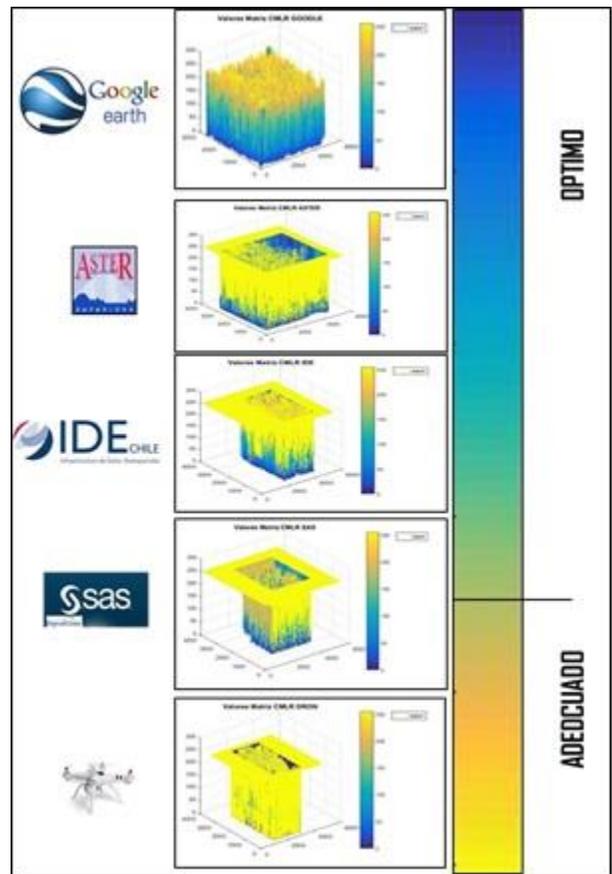


Figura N°11: Jerarquización de la distribución de pixeles.
Fuente: Elaboración propia, 2018

se debe a que la calidad de la información de datos de los pixeles es menor comparativa con los demás, sin perjuicio de esta calificación las imágenes permiten obtener información a ciertas escalas para un proceso de digitalización de la información.

EVALUACIÓN DE LA TEMPORALIDAD DE LAS IMÁGENES

En esta evaluación se consideró la temporalidad, lo que implica que más cerca de la actualidad sea la imagen mayor será su puntaje, con la finalidad de obtener la información más actualizada, como muestra la figura N°12.

IMAGEN	PUNTAJE			TOTAL PTJE
	HIST COLOR	HIST GRIS	DISTRIBUCIÓN	
GOOGLE EARTH	5	5	5	15
IDE CHILE	5	5	5	15
DRON	5	5	3	13
ASTER	3	3	5	11
SAS. PLANET	1	1	3	5

Tabla N°4: Tabla con resultado de evaluación con respecto a histograma y distribución de pixeles. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Sin quedarse fuera de este espectro la imagen del DRON, obtiene una calificación más baja en la distribución de los pixeles por ser una imagen más pequeña, pero con alta calidad de datos como se demuestra con sus dos histogramas. Por otra parte, la imagen ASTER y la imagen obtenida de SAS. Planet, obtuvieron la calificación más baja, esto

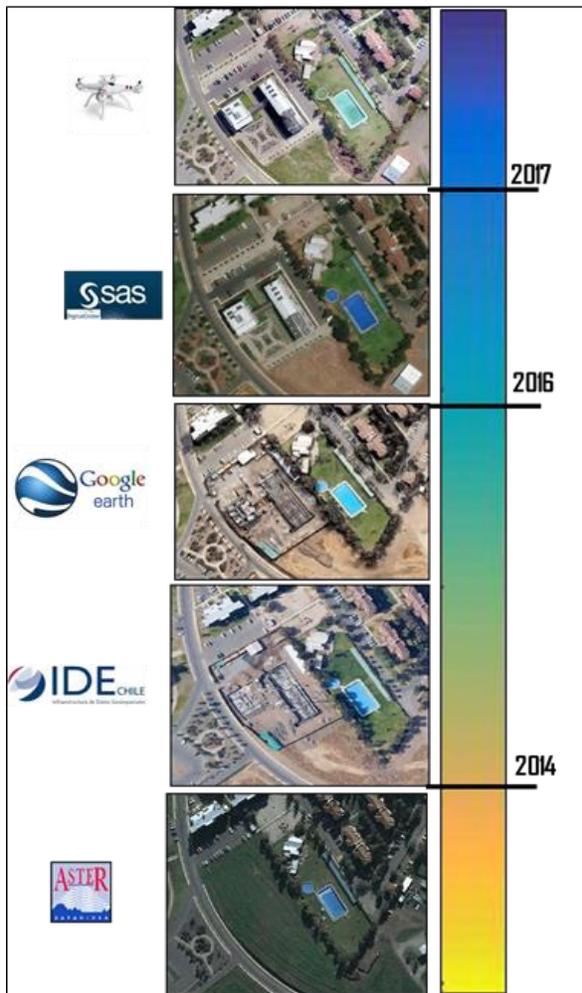


Figura N°12: Jerarquización de temporalidad. Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para la evaluación se utilizó la siguiente escala para la asignación de puntaje y proceder a su jerarquización, como muestra la siguiente tabla:

AÑOS	2017-2018	2016-2017	2015-2016	<= 2014
PUNTAJE	10	5	3	1

Tabla N°5: Escala de puntaje para evaluación de imágenes por temporalidad. Fuente: Elaboración propia, 2018.

La tabla N°6 muestra el resultado obtenido por cada imagen como sigue:

IMAGEN	TEMPORALIDAD	
	AÑO	PUNTAJE
DRON	2017	10
SAS. PLANET	2016	5
GOOGLE EARTH	2015	3
IDE CHILE	2015	3
ASTER	2014	1

Tabla N°6: Resultado de evaluación de temporalidad. Fuente: Elaboración propia, 2018.

EVALUACIÓN DE LA RESOLUCIÓN ESPACIAL DE LAS IMÁGENES

¿Qué se entiende por resolución espacial? se entiende a la finura de detalles visibles en una imagen: cuanto menor es el área terrestre



Figura N°13: Jerarquización de resolución espacial, Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para la evaluación se utilizó la siguiente escala, como muestra la tabla N°7:

RESOL ESPACIAL	Sin pixelado	Medianamente pixelado	Muy pixelado
PUNTAJE	10	5	1

Tabla N°7: Escala de puntaje para evaluación de la resolución espacial de las imágenes. Fuente: Elaboración propia, 2018.

representada por cada píxel en una imagen digital mayores son los detalles que pueden ser captados y mayor es la resolución espacial¹².

En este caso, se evaluaron todas las imágenes en una misma zona geográfica y con una misma escala (1:200) y se clasificaron conforme a su resolución espacial, para poder discriminar, con el propósito que muestre el mayor detalle posible, como se ilustra en la figura N°13.

La tabla N°8 muestra el resultado obtenido conforme al factor de resolución espacial, como sigue:

IMAGEN	RESOLUCIÓN ESPACIAL	
	CATEGORÍA	PUNTAJE
DRON	SP	10
ASTER	SP	10
IDE CHILE	HP	5
SAS PLANET	HP	1
GOOGLE EARTH	HYP	1

Tabla N°8: Resultado de evaluación de resolución espacial. Fuente: Elaboración propia, 2018.

SELECCIÓN DE LA IMAGEN

Hechas las evaluaciones descritas precedentemente, se elaboró la siguiente matriz de puntajes, para seleccionar la imagen que cumpliera con el mayor estándar y criterios establecidos para la evaluación, conforme al siguiente resultado:

IMAGEN	CRITERIOS			Total
	HISTOGRAMAS	TEMPORALIDAD	RESOL. ESPC.	
DRON	13	10	10	33
IDE CHILE	15	3	5	23
ASTER	11	1	10	22
GOOGLE EARTH	15	3	1	19
SAS. PLANET	5	5	1	11

12 Aronoff. Stan, Remote Sensing for GIS Managers, ESRI ress: 2005.

Tabla N°9: Matriz de resultados de la evaluación. Fuente: Elaboración propia, 2018.

En consecuencia, en virtud de las evaluaciones detalladas anteriormente, la mejor imagen para realizar el levantamiento de la información para el uso de suelo y catastro en el Campo Militar La Reina, es la imagen que proviene del vuelo DRON.

OBTENCIÓN DEL USO DE SUELO Y CATASTRO EN EL CAMPO MILITAR LA REINA.

Una vez obtenida la imagen, se procedió al proceso de georreferenciación, mediante el certificado de coordenadas planas y de altura, entregado por el Instituto Geográfico Militar como medida de control y ajuste para una mayor precisión.

Obtenida la nuestra imagen georreferenciada, se procedió a vectorizar o digitalizar la información relacionada con el uso de suelo y catastro del Campo Militar La Reina, obteniendo los siguientes resultados, como se ilustra en la figura N°13.

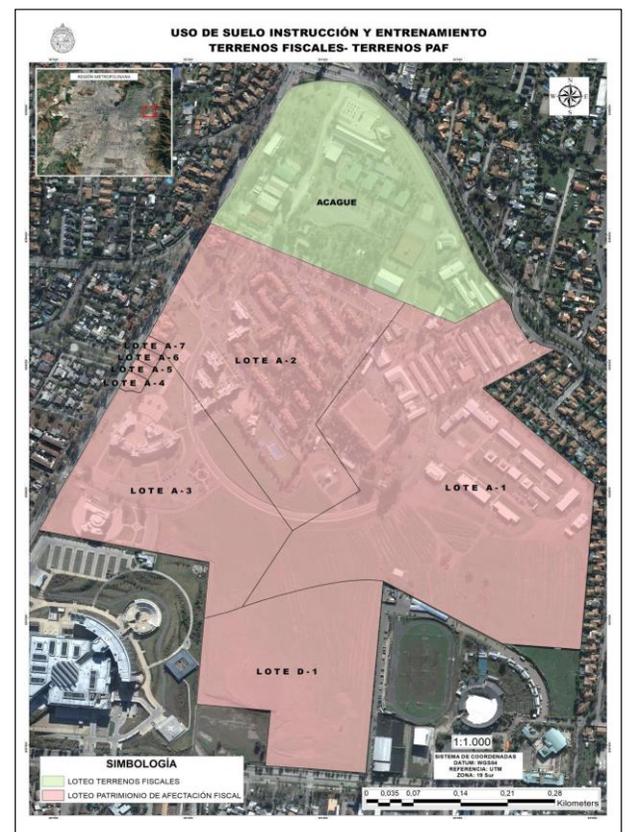


Figura N°14: Uso de suelo instrucción y entrenamiento y terrenos, Fuente: Elaboración propia, 2018.

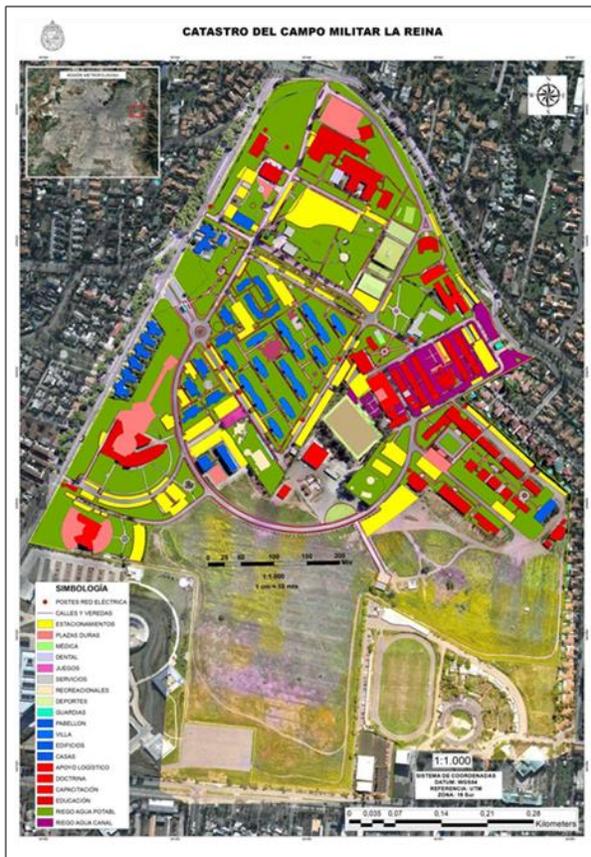


Figura N°15: Catastro del CMLR. Fuente: Elaboración propia, 2018.

CONCLUSIONES

El establecimiento de una secuencia metodológica y un modelo conceptual, permitieron ejecutar el proyecto de graduación en forma ordenada y secuencial, lo que se obtuvo respuestas efectivas a la solución del problema conforme a los objetivos y alcances planteados.

Para el diseño de una metodología como modelo, se evidenció que fue necesaria al inicio la aplicación de ingeniería de requerimientos, donde la colaboración de los Stakeholder fue trascendente para determinar los requerimientos para una metodología común para la institución y la base de datos geoespacial del uso de suelo. La aplicación de la herramienta de MATLAB, permitió evaluar técnicamente cinco imágenes de diferentes fuentes abiertas, obteniendo como resultado la jerarquización de estas en diferentes factores con su histograma color, escala de grises,

distribución de sus píxeles, la temporalidad y su resolución espacial.

En este sentido se destaca que para la escala solicitada se sugiere, en lo posible, la utilización de imagen de drones, debido a su calidad de resolución espacial permitió en la fase de vectorización digitalizar a una escala de 1:50, solo en este caso.

Por otra parte, las imágenes ASTER también poseen una muy buena resolución espacial, pero lo que los desfavorece es su temporalidad, en cambio las imágenes descargadas de Google Earth, son imágenes de cercana temporalidad, pero su resolución espacial es deficiente como se demostró anteriormente.

La obtención de un certificado de coordenadas planas, permitió reducir el margen de error en el proceso de georreferenciación llegando a una exactitud menor a los 30 cm en la imagen entregada por el DRON.

Para la obtención del uso de suelo y catastro, fue fundamental las competencias obtenidas en el uso de los SIG y de los modelos de uso urbano, permitiendo llegar en correcta forma a la obtención de los loteos y catastro propiamente tal.

Finalmente, como se evidenció en la cartografía temática (uso de suelo y catastro), el Campo Militar La Reina posee una variada clasificación de uso, donde el de mayor importancia recae en los loteos de los terrenos y el uso militar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blanchard, B., Ingeniería de Sistemas, 1991.

CEPAL, manual para la metodología del marco lógico para la planificación seguimiento, y evaluación de proyecto y programas, 2015.

Cuevas, E., Pérez, M. y Zaldivar, D., Procesamiento Digital de Imágenes con Matlab y Simulink, 2010.

Ejército de Chile, Reglamento de propiedades del Ejército, Santiago, Chile, 2011.

Ejército de Chile, Reporte Institucional, Santiago, Chile, 2016.

Ejército de Chile, 2017, Reporte Institucional, Santiago, Chile, 2017.

Gilat, A., MATLAB Una introducción con ejemplos prácticos, 2009.

González, R.C., Digital image processing using MATLAB, Upper Saddle River, New Jersey:Prentice-Hall, 2003.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P., Metodología de la investigación, 2014.

Tomkinson, R. 2007. Pensando en el SIG. Tercera Edición. California, ESRI-Press. Zavala, R. (2013), Estadística básica. 1ª ed. Ciudad de México, México, 2007.

Academia de Guerra, Vuelo DRON_ACAGUE, 2017.

www.earth.google.com

www.earth.google.com/web

www.ejercito.cl.

[www.ejercito.mil/comando de ingenieros/Jefatura de propiedades](http://www.ejercito.mil/comando_de_ingenieros/Jefatura_de_propiedades).

www.geosoluciones.cl/aster.

www.ide.cl/acerca-de.html.

www.igm.cl.

www.openhub.net/p/sasplanet.