



PROVINCIA DEL CHACO
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
RELEVAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO
LAS BREÑAS 25.6 Km²- PROVINCIA DEL CHACO



Foto 1. Vista aérea Las Piedritas – Las Breñas – Chaco - 2025. Fuente: elaboración propia.

INFORME FINAL
-Documento Principal-
Diciembre de 2025
Resistencia -Chaco-

Mg. Esp. Ing. DANIEL FRANCISCO SANGUINETTI

CONTENIDO

I. RESUMEN	5
II. INTRODUCCIÓN	5
III. ÁREA DE ESTUDIO	6
IV. CONTENIDO DEL DOCUMENTO	8
V. TAREA 1: PLANIFICACIÓN DE LOS VUELOS	8
V.1. TAREA 1.1 Planificación de los Vuelos y obtención de los permisos para operar en la zona objetivo.....	9
V.1.1. Preparación Previa a la Operación en Campo y Mantenimiento del SVANT	9
V.1.1.1. Preparación Previa a las Operaciones en Campo	9
V.1.1.2. Organización administrativa - Desarrollo del Plan de Vuelo.....	9
V.1.1.3. Control de Mantenimiento del VANT/SVANT	10
V.1.1.4. Control de Baterías y Otros Dispositivos	10
V.1.1.5. Registro de Datos del Clima	10
V.1.1.6. Elección de la Zona de Operaciones.....	10
V.1.1.7. Solicitud de Reserva de Espacio Aéreo (Formulario N°1 – ANAC)	11
V.2. TAREA 1.2. Realización de los vuelos fotogramétricos	12
V.2.1. Reuniones previas a las operaciones de campo	12
V.2.1.1. a) Llegada al sitio y preparativos.....	13
V.2.1.2. b) Inicio y desarrollo del vuelo	13
V.2.1.3. c) Finalización del vuelo	13
VI. TAREA 2 GENERAR LA BASE DE DATOS DE ORTOMOSAICOS.....	13
VI.1. Integración de los Mosaicos al Parcelario.....	15
VI.1.1. Las Breñas	16
VI.1.1.1. Barrio Progreso	16
VI.1.1.1.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos.....	16
VI.1.1.1.2. Características de los Mosaicos obtenidos	17
VI.1.1.1.3. Mosaico: Barrio El Progreso y otros	17
VI.1.1.2. Urbano y suburbano	17
VI.1.1.2.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos.....	17
VI.1.1.2.2. Características de los Mosaicos obtenidos	19
VI.1.1.2.3. Mosaico: Las Breñas - urbano y suburbano	19
VI.1.1.3. Las Piedritas - Urbano.....	20
VI.1.1.3.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos.....	20
VI.1.1.3.2. Características de los Mosaicos obtenidos	21
VI.1.1.3.3. Mosaico: Las Piedritas - urbano	21
VI.1.1.4. Las Piedritas - Rural	22
VI.1.1.4.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos.....	22
VI.1.1.4.2. Características de los Mosaicos obtenidos	22
VI.1.1.4.3. Mosaico: Las Breñas - urbano y suburbano	23
VII. TAREA 3 INTEGRACIÓN DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS A LA CARTOGRAFÍA URBANA Y A LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL MINISTERIO.....	25
VII.1. Tarea 3.1 Generar las pirámides de imágenes.....	25
VII.2. Tarea 3.2 Publicar la Pirámide de imágenes en la Base de datos del Geoserver de la IDE del Ministerio	25
VIII. CONCLUSIONES	27

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Vista aérea Las Piedritas – Las Breñas – Chaco - 2025. Fuente: elaboración propia.....	2
Foto 2. Vista aérea Las Piedritas – rural – Las Breñas. Fuente: elaboración propia.	14
Foto 3. Vista aérea Las Piedritas - urbana – Las Breñas. Fuente: elaboración propia.	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.	17
Tabla 2. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.	19
Tabla 3. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.	21
Tabla 4. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A la izquierda: Ubicación geográfica de las áreas de interés en la Provincia del Chaco. A la derecha: Distancia entre ambas zonas objetivos dentro de la Localidad de Las Breñas - Dpto de 9 de Julio – Prov. del Chaco. Fuente: elaboración propia.	6
Figura 2. Áreas urbana y suburbana de la ciudad de Las Breñas y de la localidad de Las Piedritas, ambas pertenecientes al Municipio de Las Breñas, Departamento 9 de Julio, provincia del Chaco. Fuente: elaboración propia.	7
Figura 3. A la izquierda: área urbana y suburbana de la ciudad de Las Breñas. A la derecha: localidad de Las Piedritas, áreas urbana y rural. Municipio de Las Breñas, provincia del Chaco. Fuente: elaboración propia.	7
Figura 4. Utilizada para reserva del espacio aéreo. Las Piedritas – Las Breñas - Chaco. Fuente: elaboración propia.....	11
Figura 5. Utilizada para reserva del espacio aéreo. Las Breñas – Chaco. Fuente elaboración propia.	12
Figura 6. Convección de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.	16
Figura 7. Convección de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.	18
Figura 8. Convección de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.	20
Figura 9. Convección de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.	22
Figura 10. Captura de árbol de Carpetas que conforman la pirámide.	26

ÍNDICE DE MOSAICOS

Mosaico 1. El Progreso integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.	17
Mosaico 2. Las Breñas integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.	19
Mosaico 3. Las Piedritas integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.	21
Mosaico 4. Las Piedritas rural integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.....	23
Mosaico 5. Las Piedritas – Rural - Res. Esp. 5.00 cm. Esc. 1:500. Fuente: elaboración propia.	24
Mosaico 6. Las Breñas–Urbano y suburbano - Res. Esp. 10.00 cm. Esc. 1:140. Fuente: elaboración propia.....	24
Mosaico 7. Barrio El Progreso – Res. Esp. 2.00 cm. Esc. 1:140. Fuente: elaboración propia.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil.

EANA: Empresa Argentina de Navegación Aérea

GNSS: Global Navigation Satellite System – Sistema Global de Navegación por Satélite

GPS: Global Positioning System. Sistema de Posicionamiento Global

MOE-SGR: Manual de Operaciones del Explotador. Sistema de Gestión de Riesgo.

SMN: Servicio Meteorológico Nacional.

REASIS: Reserva de Espacio Aéreo Resistencia

RTK: Real-Time Kinematic. Corrección diferencial cinemática en Tiempo Real.

TIG: Tecnología de la Información Geográfica

VANT: Vehículo Aéreo No Tripulado

I. RESUMEN

La Provincia del Chaco, a través de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial, está implementando procesos de fortalecimiento institucional a nivel municipal. En este contexto, las imágenes aéreas de alta resolución se convierten en un elemento esencial para la actualización cartográfica. Estas imágenes permiten observar con detalle la superficie terrestre, tanto en ambientes naturales como en aquellos alterados por la actividad humana, así como su impacto en el medio ambiente y el ecosistema. En este proyecto, se han identificado cuatro zonas específicas donde se llevarán a cabo vuelos fotogramétricos, lo que facilitará la restitución de los objetos visualizados en el territorio y, por ende, la actualización cartográfica.

El presente proyecto consistió en la producción y presentación de información geográfica —principalmente imágenes— destinada a completamiento de la información existente sobre las Obras Particulares/Privadas del Municipio de Las Breñas, incorporar nuevas construcciones de la localidad de Las Piedritas y contribuir al ordenamiento territorial, proyectos urbanísticos, ambientales y turísticos en ambas localidades del municipio de Las Breñas de la Provincia del Chaco, República Argentina

II. INTRODUCCIÓN.

La planificación territorial se entiende como un proceso orientado a organizar el territorio con el objetivo de promover un desarrollo eficiente y sostenible, integrando de manera articulada los aspectos sociales, económicos y ambientales.

Para fomentar un uso racional, equilibrado y sostenible del espacio geográfico, resulta indispensable contar con información territorial precisa y actualizada. En este contexto, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) se han consolidado como herramientas fundamentales para el relevamiento, análisis y gestión del territorio.

Por su parte, la teledetección mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) se destaca como una alternativa altamente eficaz para la obtención remota de información espacial de alta precisión. La captura de fotografías aéreas de muy alta resolución permite alcanzar niveles de detalle que superan ampliamente a los obtenidos por los sensores satelitales convencionales. En particular, las imágenes con resoluciones de hasta 2 cm por píxel posibilitan identificar con gran exactitud áreas críticas para el ordenamiento territorial, especialmente en sectores con asentamientos irregulares, constituyendo insumos estratégicos para las tareas de mensura de lotes urbanos. Asimismo, las resoluciones del orden de 5 cm por píxel resultan apropiadas para la formulación de proyectos urbanísticos, mientras que las imágenes cercanas a los 10 cm por píxel se emplean en la restitución de obras y en la actualización de bases de datos de las áreas municipales responsables de obras privadas o particulares.

Cabe destacar que las imágenes de alta resolución no sustituyen el trabajo de campo realizado por topógrafos y agrimensores, pero facilitan y optimizan su labor al proporcionar información precisa del territorio. En este sentido, el uso de imágenes aéreas resulta complementario en los procesos de planificación y ordenamiento territorial, al aportar información espacial georreferenciada, actualizada y de alta resolución, que contribuye a una mejor toma de decisiones en la gestión del territorio. El uso integrado de estas tecnologías —sensores remotos y sistemas GNSS— contribuye significativamente a una gestión territorial más eficiente, precisa y sostenible.

El presente documento corresponde al Informe Final del Proyecto “Las Breñas 25,6 km² – Provincia del Chaco”, elaborado en los términos del Contrato de Obra EX-2025-00069779–CFI–GES#DC.

El proyecto se desarrolló, en términos generales, conforme a lo previsto en el plan de trabajos. El acompañamiento de la Provincia y del Municipio resultó fundamental para resolver las problemáticas vinculadas a la logística aérea y terrestre. En este marco, el Municipio propició la localización de la zona de operaciones en el edificio municipal para la realización de los vuelos, mientras que, en la localidad de Las Piedritas, las operaciones se desarrollaron dentro del predio de la Delegación Municipal de Las Breñas. La documentación correspondiente se encuentra detallada en el Anexo I – Apartado III “Solicitudes Formales para Operaciones Aéreas”.

III. ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto se ejecutará sobre una superficie aproximada de 25,61 km² aproximadamente, abarcando el municipio de la ciudad de Las Breñas y la localidad de Las Piedritas, en la provincia del Chaco. La Figura N° 1, a la derecha, muestra la ubicación geográfica de las áreas de intervención en relación con la provincia del Chaco, mientras que la figura de la izquierda permite visualizar las áreas correspondientes a las manchas urbanizadas de ambas localidades y la distancia existente entre ellas.

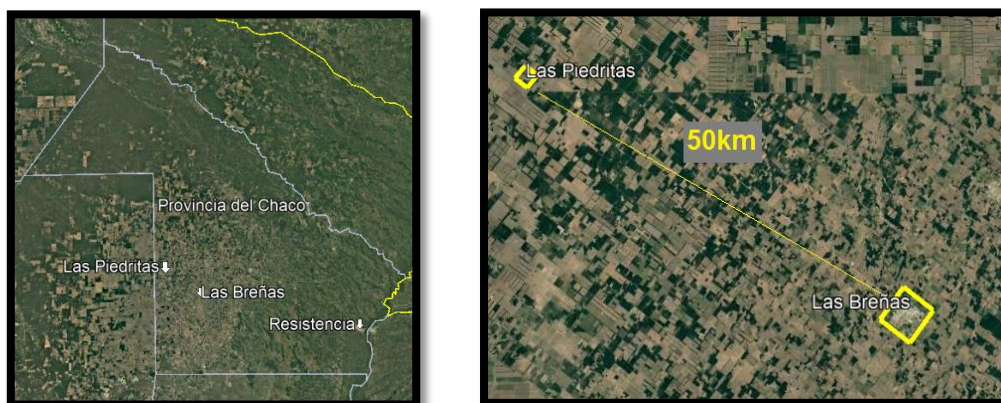


Figura 1. A la izquierda: Ubicación geográfica de las áreas de interés en la Provincia del Chaco. A la derecha: Distancia entre ambas zonas objetivos dentro de la Localidad de Las Breñas - Dpto de 9 de Julio – Prov. del Chaco. Fuente: elaboración propia.

En la Fig. Nº 2 se presentan dos imágenes correspondientes a las áreas de interés donde se realizarán los vuelos fotogramétricos.



Figura 2. Áreas urbana y suburbana de la ciudad de Las Breñas y de la localidad de Las Piedritas, ambas pertenecientes al Municipio de Las Breñas, Departamento 9 de Julio, provincia del Chaco. Fuente: elaboración propia.

En la Figura Nº 3, imagen de la izquierda, se presenta la ciudad de Las Breñas, sobre la cual se efectuarán dos observaciones aéreas: la primera, con una resolución espacial de 10,00 cm por píxel, cubrirá una superficie de 21,5 km² (área amarilla, excluyendo la zona delimitada por un borde rojo de 6 km²); la segunda, correspondiente al barrio El Progreso, tendrá una resolución espacial de 2 cm por píxel y abarcará una superficie de 0,1142 km² (área delimitada por un borde celeste).



Figura 3. A la izquierda: área urbana y suburbana de la ciudad de Las Breñas. A la derecha: localidad de Las Piedritas, áreas urbana y rural. Municipio de Las Breñas, provincia del Chaco. Fuente: elaboración propia.

Continuando con la Figura Nº 3, imagen de la derecha, correspondiente a la localidad de Las Piedritas, también se efectuarán dos observaciones aéreas: la primera, con una resolución espacial de 5,00 cm por píxel, cubrirá una superficie de 3 km² (área verde correspondiente a las chacras 119, 120 y 130); la segunda, sobre la

zona a urbanizar, tendrá una resolución espacial de 2 cm por píxel y abarcará una superficie de 1 km² (área delimitada por un borde celeste).

Resumen de las zonas objetivos

Imagen izquierda:

- Las Breñas Urbano y suburbano – color amarillo - resolución de 10,00 cm. 21.50 km²
- El Progreso- Las Breñas: color celeste - resolución de 2,00 cm. 0.20 km²

Imagen derecha:

- Las Piedritas – Urbano: color celeste - resolución de 2,00 cm. 1.00 km²
- Las Piedritas – Rural: color verde - resolución de 5,00 cm. 3.00 km²

IV. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.

El presente documento se organiza en una serie de etapas que reflejan de manera integral el desarrollo del proceso de adquisición de imágenes aéreas mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT), en el marco del proyecto.

En el Apartado V se describen la planificación operativa y la realización de los vuelos. En el Apartado V.1 se desarrollan la planificación operativa y la gestión de las autorizaciones correspondientes, mientras que en el Apartado V.2 se aborda la ejecución de los vuelos fotogramétricos. Asimismo, se detalla el procedimiento técnico asociado a la realización de los vuelos, incluyendo la logística de campo, la ejecución de las misiones aéreas y las validaciones preliminares.

Seguidamente, en el Apartado VI, se aborda la generación de la base de datos de ortomosaicos a partir del procesamiento de las imágenes obtenidas.

En el Apartado VII se describe el proceso de integración de los productos generados a la cartografía urbana existente y su incorporación a la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ministerio de Producción y el Desarrollo Económico Sostenible. Para ello, se contempla la generación de pirámides de imagen y su correspondiente publicación en el servidor geoespacial, garantizando su accesibilidad, interoperabilidad y compatibilidad con las plataformas SIG institucionales.

Finalmente, en el Apartado VIII se presentan las conclusiones, donde se sintetizan los principales resultados obtenidos, se evalúa el cumplimiento de los objetivos planteados y se destacan los aportes del proyecto para la planificación y el ordenamiento territorial.

V. TAREA 1: PLANIFICACIÓN DE LOS VUELOS

La planificación de los vuelos con Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) constituye una etapa fundamental del proceso, orientada a garantizar la calidad de los datos capturados y la seguridad operativa en el espacio aéreo. Esta fase incluyó el análisis previo del área de interés, la definición de los parámetros técnicos del vuelo, y la coordinación con las autoridades competentes para la obtención de las autorizaciones requeridas.

Con el objetivo de asegurar una planificación precisa, se emplearon herramientas de planificación cartográfica y software especializado para definir la cobertura óptima, el traslape entre imágenes, la resolución espacial requerida y las rutas de vuelo. Asimismo, se contemplaron factores ambientales, tales como las condiciones meteorológicas, la accesibilidad al sitio y las posibles restricciones aéreas, en particular debido a la proximidad del Aeropuerto Internacional de Resistencia.

La planificación también contempló la logística operativa, incluyendo puntos de despegue y aterrizaje, asignación de personal técnico y medidas de seguridad en tierra. Todo el proceso se desarrolló conforme a la normativa vigente de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) y en coordinación con el Comité de Facilitación.

V.1. TAREA 1.1 Planificación de los Vuelos y obtención de los permisos para operar en la zona objetivo.

La tarea contempló la realización de reuniones con profesionales y funcionarios de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial, directivos y personal técnico del municipio de Las Breñas con el objetivo de definir las áreas de trabajo, zonas de operaciones, características de las imágenes requeridas y obtener las autorizaciones correspondientes.

En el Anexo I – Apartado II “Reunión Formal con Provincia y Municipio” se encuentran imágenes de dicha reunión y la Lista de participantes.

V.1.1. Preparación Previa a la Operación en Campo y Mantenimiento del SVANT

V.1.1.1. Preparación Previa a las Operaciones en Campo

Previo a la ejecución de cualquier vuelo fotogramétrico, se llevan a cabo tareas sistemáticas de planificación y control operativo con el fin de garantizar la seguridad, la eficiencia de la operación y el cumplimiento normativo. Este proceso se inicia con la verificación del estado operativo del Sistema de Vehículo Aéreo No Tripulado (SVANT) y la organización administrativa necesaria para la autorización del vuelo.

V.1.1.2. Organización administrativa - Desarrollo del Plan de Vuelo

Se elabora un plan de vuelo específico para cada operación, en el cual se definen los principales parámetros operativos, tales como la altitud de vuelo, la ruta, el solape entre imágenes (longitudinal y transversal), la velocidad de desplazamiento, la duración estimada del vuelo y los puntos de despegue y aterrizaje. Estos elementos son establecidos en función de los objetivos del levantamiento, las características del terreno y las condiciones ambientales.

El plan se carga en el software del controlador del SVANT y se revisa de forma conjunta con el colaborador técnico asignado a la misión, como parte del

procedimiento previo al vuelo. Esta revisión garantiza que todos los elementos operativos estén correctamente configurados según se especifica en MOE-SGR del Explotador Aéreo. Los planes de vuelo desarrollados podrán observarse en el Anexo I - Apartado IV.

V.1.1.3. Control de Mantenimiento del VANT/SVANT

A fin de realizar operaciones aérea en condiciones seguras se somete el VANT a controles preventivos y correctivos conforme al plan de mantenimiento del explotador aprobado por ANAC. Esto incluye inspecciones físicas, revisión de componentes críticos (hélices, motores, tren de aterrizaje, estructura, cámara, sensores, etc.) y actualizaciones de firmware y software.

V.1.1.4. Control de Baterías y Otros Dispositivos

Se realiza la inspección de las baterías de vuelo para verificar su carga (completar), integridad física, número de ciclos, temperatura y estado general, asegurando que se encuentren dentro de los parámetros recomendados por el fabricante. Este control es fundamental para evitar fallas en vuelo por sobrecalentamiento, pérdida de voltaje o envejecimiento prematuro.

Asimismo, se revisa el controlador de vuelo, incluyendo las actualizaciones de firmware y software, el estado físico de las antenas, y la correcta conectividad con el VANT. En esta etapa se incorpora el plan de vuelo definitivo al controlador, verificando que todos los parámetros estén correctamente configurados.

V.1.1.5. Registro de Datos del Clima

Para garantizar la seguridad del vuelo y la planificación adecuada de la misión, se registra la información meteorológica relevante del área de operaciones. Entre los parámetros evaluados se incluyen la intensidad y dirección del viento tanto en superficie como a la altura de crucero prevista en el plan de vuelo, así como la temperatura ambiente, el grado de nubosidad y la visibilidad horizontal.

Estos datos se obtienen a través de fuentes oficiales como el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y/o mediante plataformas digitales especializadas como Windy.com, que permiten visualizar en tiempo real modelos predictivos y condiciones atmosféricas en distintos niveles de altitud. Esta información se incorpora al análisis previo de viabilidad del vuelo y al sistema de gestión de riesgos.

V.1.1.6. Elección de la Zona de Operaciones

La selección de la zona de operaciones se realiza considerando factores técnicos y legales: topografía, accesibilidad, posibles interferencias electromagnéticas, presencia de personas o estructuras, espacio aéreo controlado o restringido, y nivel de riesgo asociado. Se busca minimizar los factores de riesgo y respetar la normativa vigente.

V.1.1.7. Solicitud de Reserva de Espacio Aéreo (Formulario N°1 – ANAC)

Toda operación con el Sistema de Vehículo Aéreo No Tripulado (SVANT), en el marco del proyecto, se desarrolla dentro de espacio aéreo controlado. Para su tramitación se utiliza el Formulario N° 1 “Solicitud de Reserva de Espacio Aéreo”, conforme a lo establecido en el Manual de Operaciones del Explotador y Sistema de Gestión de Riesgos (MOE-SGR). Este formulario es dirigido a la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA) y presentado con una antelación mínima de siete días hábiles respecto de la fecha prevista para cada operación en campo.

El trámite estará acompañado por la documentación técnica correspondiente, que incluye, entre otros elementos: plan de vuelo, datos del SVANT y del personal de campo. La documentación antes mencionada se encuentra en el Anexo I - Apartado III.1 “Reserva de Espacio Aéreo – REA0044”

Cabe destacar que, además de contar con las autorizaciones correspondientes, la realización del trabajo aéreo requiere la presentación de la documentación exigida ante el órgano de aplicación del Código Aeronáutico —Ley N° 17.285—, a fin de acreditar las habilitaciones previstas por la normativa vigente (Licencia de Piloto a Distancia, Certificado Médico Aeronáutico y Seguro Aeronáutico). Esta información se encuentra disponible en el Anexo I - Apartado III.2 “Documentación Anexa – Titular CE-VANT”

Como ejemplo, se presentan las imágenes de las Figuras N° 4 y N° 5, correspondientes a la planificación de los trabajos aéreos a realizar sobre la localidad de Las Piedritas. Dichas imágenes forman parte de la solicitud de reserva de espacio aéreo realizada ante la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA), organismo responsable de la administración y control del espacio aéreo argentino.

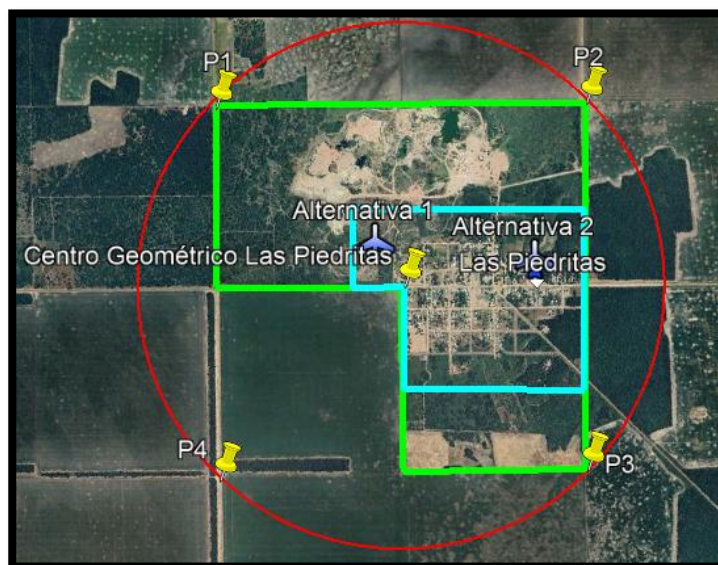


Figura 4. Utilizada para reserva del espacio aéreo. Las Piedritas – Las Breñas - Chaco. Fuente: elaboración propia.

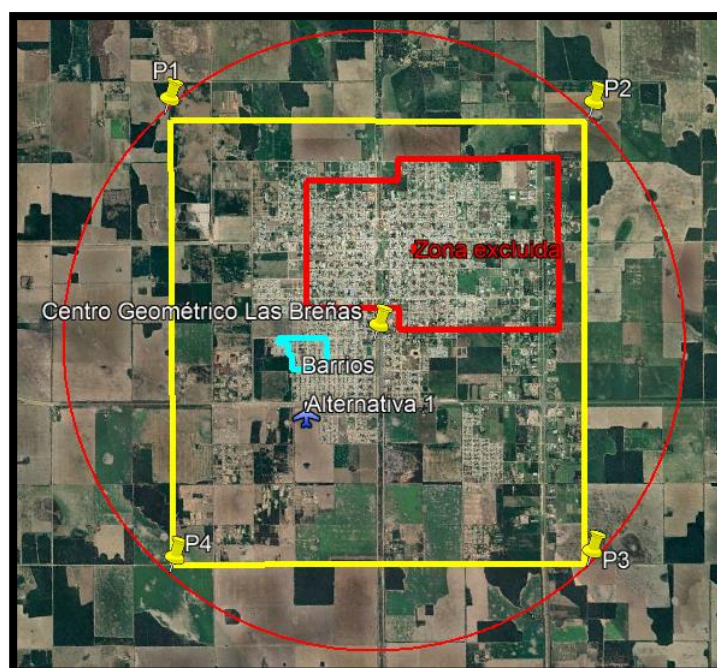


Figura 5. Utilizada para reserva del espacio aéreo. Las Breñas – Chaco. Fuente elaboración propia.

Los gráficos, esquemas de trayectoria y capturas de pantalla correspondientes al plan de vuelo de cada misión, así como las autorizaciones solicitadas a los organismos de contralor, se encuentran recopilados en el Anexo II-d “Gráficos y Capturas de Planes de Vuelo”.

V.2. TAREA 1.2. Realización de los vuelos fotogramétricos

V.2.1. Reuniones previas a las operaciones de campo

Siguiendo los procedimientos descritos en el Manual de Operaciones del Explotador y Sistema de Gestión de Riesgos (MOE-SGR), previo al desarrollo de las operaciones de campo, se llevan a cabo reuniones técnicas e informativas con el equipo de trabajo involucrado en las actividades de levantamiento con vehículos aéreos no tripulados marca DJI, modelo Mavic 3E, matrícula RPA LV-R446. El objetivo de estas reuniones es coordinar aspectos logísticos, definir roles y responsabilidades, revisar las condiciones meteorológicas, establecer las zonas de operación y garantizar el cumplimiento de la normativa vigente para vuelos con drones.

Durante esta etapa, también se verificó el estado operativo del VANT, incluyendo la revisión de componentes estructurales, carga y estado de baterías, funcionamiento de los sensores y cámaras, y actualización del software de planificación de vuelos. Asimismo, se analizan los mapas base y se cargaron los planes de vuelo predefinidos conforme a la geometría del área de estudio, con especial atención a la superposición de imágenes y altura de vuelo necesaria para lograr la resolución esperada.

V.2.1.1. a) Llegada al sitio y preparativos

Al arribar al sitio elegido como centro de operaciones, se realiza una inspección visual de las condiciones del entorno, con el fin de identificar obstáculos, condiciones climáticas desfavorables, interferencias electromagnéticas y presencia de personas o animales. Se selecciona un lugar de despegue seguro que garantizara una operación dentro de los límites establecidos en el MOE-SGR.

Luego se procede al armado de los equipos y a la revisión del plan de vuelo cargado en el software de navegación del controlador. También se validan los parámetros de seguridad y se realiza un último chequeo pre-vuelo de todos los sistemas antes del despegue.

V.2.1.2. b) Inicio y desarrollo del vuelo

Durante esta fase, el Piloto al Mando y el colaborador técnico mantienen una comunicación continua y fluida, aplicando los protocolos establecidos en el Manual de Operaciones del Explotador y Sistema de Gestión de Riesgos (MOE-SGR) para responder ante cualquier eventualidad, ya sea producto de condiciones meteorológicas cambiantes o posibles fallas técnicas del sistema.

V.2.1.3. c) Finalización del vuelo

La finalización del vuelo se produce como consecuencia del cumplimiento del plan de vuelo o por alcanzar el nivel de seguridad de la carga de la batería. En ambos casos, el VANT retorna automáticamente al punto de origen, donde se realiza el aterrizaje manual. Durante toda la operación, que puede constar de uno a siete vuelos, se controlan y documentan los datos de cada vuelo. Finalmente, se efectúa una evaluación general de la operación, registrando incidencias, observaciones técnicas y recomendaciones para futuros vuelos.

VI. TAREA 2 GENERAR LA BASE DE DATOS DE ORTOMOSAICOS.

El proceso contempla el diseño, desarrollo y entrega al Ministerio de una compilación sistematizada y estructurada de datos e información geoespacial, específicamente ortomosaicos generados a partir de imágenes aéreas captadas mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT). Esta información será almacenada en formato electrónico (.TIF) y organizada de manera que facilite su acceso, interpretación y utilización por parte de los equipos técnicos ministeriales en tareas de planificación, ordenamiento territorial y gestión del suelo.

El producto resultante de esta tarea abarca una superficie aproximada de 25,6 km², representada mediante ortomosaicos georreferenciados de alta resolución. Las imágenes obtenidas se agrupan en dos conjuntos, diferenciados según su resolución espacial, en función de los requerimientos técnicos y operativos definidos para cada área de estudio.

Cada ortomosaico se generará conforme a parámetros técnicos previamente establecidos, con el objetivo de garantizar su precisión, calidad y compatibilidad con los sistemas de información geográfica (SIG). Las características técnicas específicas de los ortomosaicos, así como los criterios adoptados para la selección de las áreas a relevar, se describen en el apartado siguiente.

A modo ilustrativo, las imágenes aéreas que se observan en las Fotos N° 2 y 3 fueron obtenidas durante los vuelos realizados y se encuentran delimitadas mediante una línea de demarcación amarilla, que identifica las zonas de interés del presente proyecto.



Foto 3. Vista aérea Las Piedritas - urbana – Las Breñas. Fuente: elaboración propia.



Foto 2. Vista aérea Las Piedritas – rural – Las Breñas. Fuente: elaboración propia.

VI.1. Integración de los Mosaicos al Parcelario

Los ortomosaicos se encuentran georreferenciados considerando diversos factores técnicos. En primer lugar, la calidad posicional de los mosaicos correspondientes al barrio El Progreso y a la localidad de Las Piedritas fue asegurada mediante el uso de tecnología RTK (Real Time Kinematic), implementada a través del equipo integrado en el VANT. Esta tecnología permite un posicionamiento de alta precisión en tiempo real, al aplicar correcciones diferenciales transmitidas desde una estación base al receptor GPS/GNSS a bordo de la aeronave.

En segundo lugar, los ortomosaicos correspondientes a las áreas urbana y suburbana de Las Breñas, así como al área rural de Las Piedritas, fueron georreferenciados con referencia al parcelario de la localidad de Las Breñas, provisto por el Ministerio. Cabe señalar que este insumo puede presentar errores de digitalización, dado que podría no ajustarse con exactitud a la realidad territorial.

VI.1.1. Las Breñas

VI.1.1.1. Barrio Progreso

VI.1.1.1.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos

Convención de Nombres para los Mosaicos		
Mosaico	Nro	Nombre del Mosaico
LBre_BPro_Mos	1	LBre_BPro_Mos_01

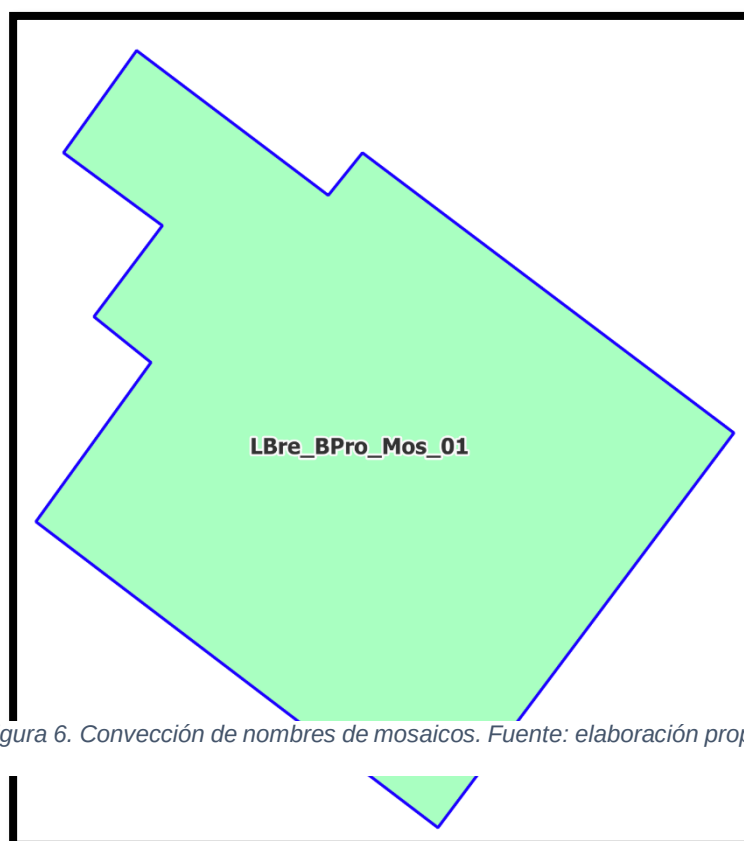


Figura 6. Convección de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.

VI.1.1.1.2. Características de los Mosaicos obtenidos

Superficie aproximada	0.26 km ²
Cantidad y superficie aprox. por mosaico	1 0.26 km ²
Sistema de Proyección	Transversa Mercator.
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	PosGAR 2007/ Arg. 5 (EPSG:5347)
Resolución espacial (GSD)	2.00 cm
Color / profundidad del Bit	RGB / 24
Formato	GeoTIFF

Tabla 1. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.

VI.1.1.1.3. Mosaico: Barrio El Progreso y otros



Mosaico 1. El Progreso integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.

VI.1.1.2. Urbano y suburbano

VI.1.1.2.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos

Convención de Nombres para los Mosaicos			
Mosaico	Nro	Zona	Nombre del Mosaico
LBre_Mos	1	Z1	LBre_Mos_01_Z1
LBre_Mos	2	Z1	LBre_Mos_02_Z1
LBre_Mos	3	Z1	LBre_Mos_03_Z1
LBre_Mos	4	Z1	LBre_Mos_04_Z1
LBre_Mos	5	Z1	LBre_Mos_05_Z1
LBre_Mos	6	Z2	LBre_Mos_06_Z2
LBre_Mos	7	Z2	LBre_Mos_07_Z2
LBre_Mos	8	Z2	LBre_Mos_08_Z2
LBre_Mos	9	Z2	LBre_Mos_09_Z2
LBre_Mos	10	Z2	LBre_Mos_10_Z2
LBre_Mos	11	Z3	LBre_Mos_11_Z3
LBre_Mos	12	Z3	LBre_Mos_12_Z3
LBre_Mos	13	Z3	LBre_Mos_13_Z3
LBre_Mos	14	Z3	LBre_Mos_14_Z3
LBre_Mos	15	Z3	LBre_Mos_15_Z3
LBre_Mos	16	Z3	LBre_Mos_16_Z3
LBre_Mos	17	Z3	LBre_Mos_17_Z3
LBre_Mos	18	Z3	LBre_Mos_18_Z3
LBre_Mos	19	Z3	LBre_Mos_19_Z3

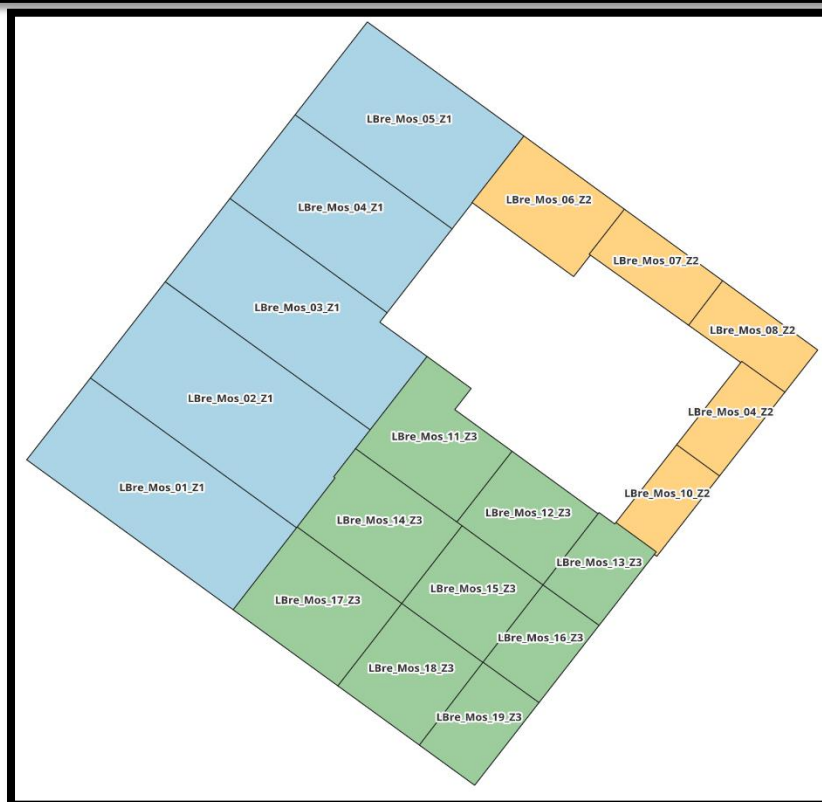


Figura 7. Convención de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.

VI.1.1.2.2. Características de los Mosaicos obtenidos

Superficie aproximada	21,5 km ²
Cantidad y superficie aproximada por mosaico	19 1,00 km ²
Sistema de Proyección	Transversa Mercator.
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	PosGAR 2007/ Arg. 5 (EPSG:5347)
Resolución espacial (GSD) - Zona 1, 2 y 3	9.80 cm
Color / profundidad del Bit	RGB / 24
Formato	GeoTIFF

Tabla 2. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.

VI.1.1.2.3. Mosaico: Las Breñas - urbano y suburbano



Mosaico 2. Las Breñas integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.

VI.1.1.3. Las Piedritas - Urbano

VI.1.1.3.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos

Convención de Nombres para los Mosaicos			
Mosaico	Nro	Chacra	Nombre del Mosaico
LBre_LPie_Mos	1	120-130	LBre_LPie_Mos_01_120-130
LBre_LPie_Mos	2	120-130	LBre_LPie_Mos_02_120-130
LBre_LPie_Mos	3	120-130	LBre_LPie_Mos_03_120-130
LBre_LPie_Mos	4	120-130	LBre_LPie_Mos_04_120-130

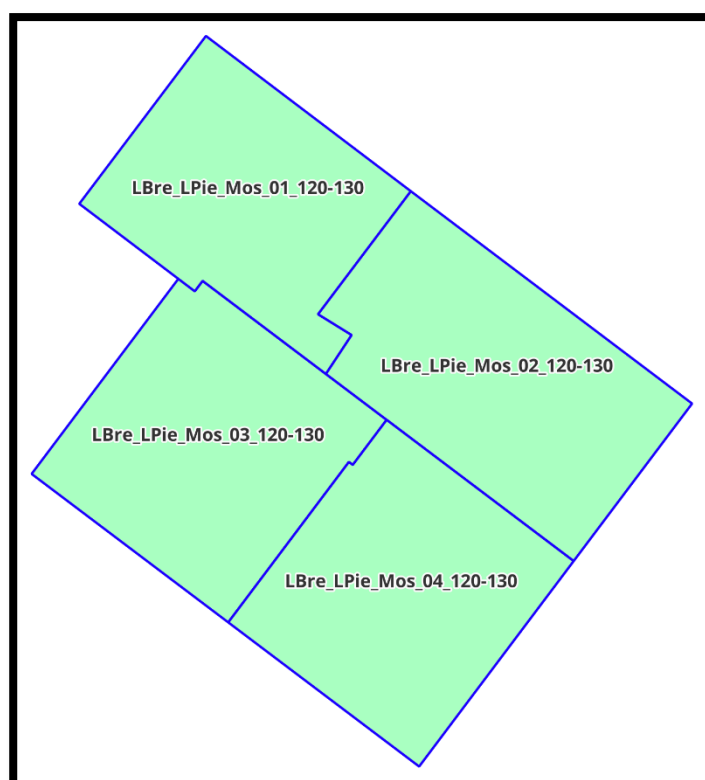


Figura 8. Convención de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.

VI.1.1.3.2. Características de los Mosaicos obtenidos

Superficie aproximada	1.00 km ²
Cantidad y superficie aprox. por mosaico	1 1.00 km ²
Sistema de Proyección	Transversa Mercator.
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	PosGAR 2007/ Arg. 5 (EPSG:5347)
Resolución espacial (GSD)	2.00 cm
Color / profundidad del Bit	RGB / 24
Formato	GeoTIFF

Tabla 3. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.

VI.1.1.3.3. Mosaico: Las Piedritas - urbano.



Mosaico 3. Las Piedritas integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.

VI.1.1.4. Las Piedritas - Rural

VI.1.1.4.1. Denominación y distribución de los Mosaicos obtenidos

Convención de Nombres para los Mosaicos			
Mosaico	Nro	Chacra	Nombre del Mosaico
LBre_LPie_Mos	1	Ch_119	LBre_LPie_Mos_01_Ch_119
LBre_LPie_Mos	2	Ch_120	LBre_LPie_Mos_02_Ch_120
LBre_LPie_Mos	3	Ch_130	LBre_LPie_Mos_03_Ch_130

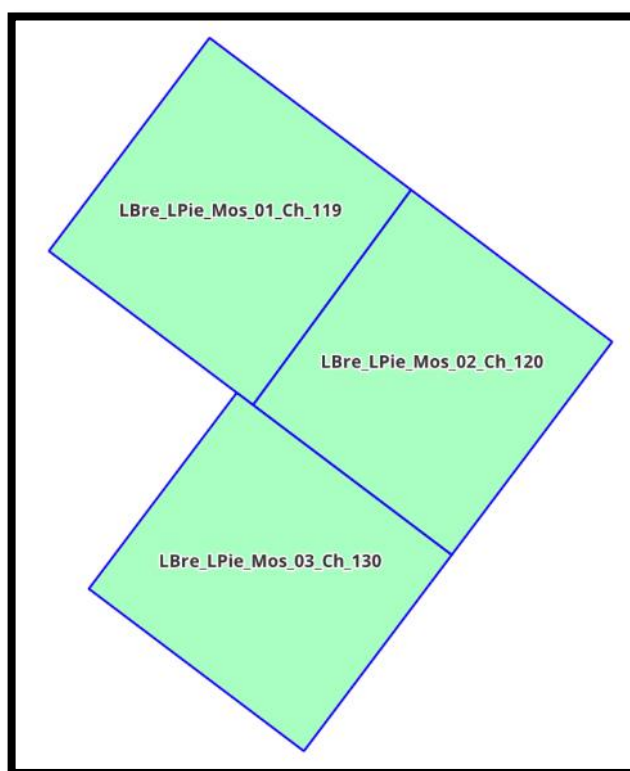


Figura 9. Convección de nombres de mosaicos. Fuente: elaboración propia.

VI.1.1.4.2. Características de los Mosaicos obtenidos

Superficie aproximada	3.00 km ²
Cantidad y superficie aproximada por mosaico	1 1.00 km ²
Sistema de Proyección	Transversa Mercator.
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	PosGAR 2007 Arg. 5 (EPSG:5347)
Resolución espacial (GSD)	5.00 cm
Color / profundidad del Bit	RGB / 24
Formato	GeoTIFF

Tabla 4. Características de los Ortomosaicos. Fuente elaboración propia.

VI.1.1.4.3. Mosaico: Las Breñas - urbano y suburbano



Mosaico 4. Las Piedritas rural integrado al parcelario. Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan recortes de los ortomosaicos georreferenciados obtenidos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados (VANT). Estos recortes permiten visualizar con precisión las áreas relevadas, facilitando el análisis espacial y la toma de decisiones en el marco del proyecto.

En la Mosaico N° 5, correspondiente a un sector del barrio El Progreso de la ciudad de Las Breñas, la resolución espacial es de 2 cm por píxel, mientras que en la Mosaico N° 6, correspondiente al área urbana general de la ciudad de Las Breñas, la resolución es de 10 cm por píxel. Ambas áreas se diferencian principalmente por la resolución espacial de las imágenes obtenidas, la cual responde a requerimientos técnicos y usos específicos en función de los objetivos del relevamiento.

Por otro lado, la siguiente fotografía corresponde a un recorte del mosaico rural de la localidad de Las Piedritas, obtenido con una resolución espacial de 5,00 cm por píxel, lo que permite una visualización detallada del territorio, adecuada para su utilización, entre otros fines, en proyectos urbanísticos y ambientales.



Mosaico 7. Barrio El Progreso – Res. Esp. 2.00 cm. Esc. 1:140. Fuente: elaboración propia.



Mosaico 6. Las Breñas–Urbano y suburbano - Res. Esp. 10.00 cm. Esc. 1:140. Fuente: elaboración propia



Mosaico 5. Las Piedritas – Rural - Res. Esp. 5.00 cm. Esc. 1:500. Fuente: elaboración propia.

En términos de visualización, la diferencia de resolución impacta directamente en la claridad y nitidez de las imágenes. Mientras que en la Mosaico N° 4 se pueden distinguir con mayor precisión los límites de parcelas, medianeras y elementos

urbanos de menor escala, en la Mosaico N° 5 estos detalles pueden aparecer menos definidos. No obstante, todas las imágenes obtenidas resultan válidas y útiles en el contexto del proyecto, ya que la resolución adoptada fue seleccionada en función de los objetivos específicos de cada zona de estudio.

VII. TAREA 3 INTEGRACIÓN DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS A LA CARTOGRAFÍA URBANA Y A LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL MINISTERIO

VII.1. Tarea 3.1 Generar las pirámides de imágenes

La generación de pirámides de imágenes es un proceso fundamental en el manejo eficiente de grandes volúmenes de datos raster georreferenciados, especialmente en aplicaciones destinadas a la visualización interactiva en plataformas de información geográfica. Este procedimiento consiste en la creación de múltiples versiones de una misma imagen a distintas resoluciones o niveles de detalle, organizadas jerárquicamente, lo que permite optimizar el rendimiento y la velocidad de carga en los visualizadores geoespaciales. Cada nivel de la pirámide representa una escala distinta, desde la resolución completa (nivel base) hasta resoluciones progresivamente menores. Esto posibilita que, dependiendo del nivel de zoom del usuario, el sistema cargue únicamente la porción de imagen necesaria en la resolución adecuada, reduciendo significativamente el consumo de recursos y mejorando la experiencia de navegación.

En entornos de Sistemas de Información Geográfica (SIG), las pirámides se integran a menudo en formatos como GeoTIFF o mediante estructuras específicas como los mosaicos de teselas (tiles), utilizados por servicios de mapas en línea. La construcción de estas pirámides puede realizarse mediante herramientas como GDAL, QGIS, ArcGIS o software especializado, permitiendo configurar el número de niveles, el algoritmo de remuestreo y la compresión de los datos.

Este tipo de procesamiento es esencial para asegurar la interoperabilidad, la eficiencia y la escalabilidad en las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), especialmente cuando se trata de visualizar ortomosaicos, imágenes satelitales o aéreas, o datos provenientes de sensores remotos en plataformas web o en sistemas de consulta geográfica a nivel institucional. La figura siguiente muestra una captura del árbol de menús del Sistema de Gestión de la IDE del Ministerio.

VII.2. Tarea 3.2 Publicar la Pirámide de imágenes en la Base de datos del Geoserver de la IDE del Ministerio

La publicación de pirámides de imágenes en la base de datos del GeoServer constituye una práctica fundamental dentro de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), ya que permite una distribución eficiente y escalable de imágenes geoespaciales de alta resolución.

En el entorno de una IDE, donde se busca facilitar el acceso, la interoperabilidad y el uso compartido de la información geoespacial entre diferentes instituciones y usuarios, el uso de pirámides resulta estratégico. Al publicar estas estructuras en GeoServer, se garantiza que los usuarios puedan acceder a los datos de forma dinámica, rápida y adaptada a las capacidades de sus dispositivos y conexiones accediendo mediante el uso de los servicios web como WMS

Además, la integración de pirámides de imágenes en el GeoServer permite mantener una arquitectura de servicios más eficiente, reduciendo la carga del servidor y mejorando la experiencia del usuario final. También facilita el cumplimiento de estándares internacionales de interoperabilidad establecidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), lo cual es esencial para una correcta implementación de una IDE moderna y funcional.

La siguiente figura permite visualizar el árbol de publicación de las ortofotos correspondientes a la zona 1 y zona 2. En ella se representa la estructura jerárquica utilizada en el GeoServer para organizar los distintos niveles de resolución generados a partir de la creación de pirámides de imágenes. Esta estructura facilita la gestión eficiente de los datos raster y su publicación a través de servicios interoperables dentro del marco de la Infraestructura de Datos Espaciales.

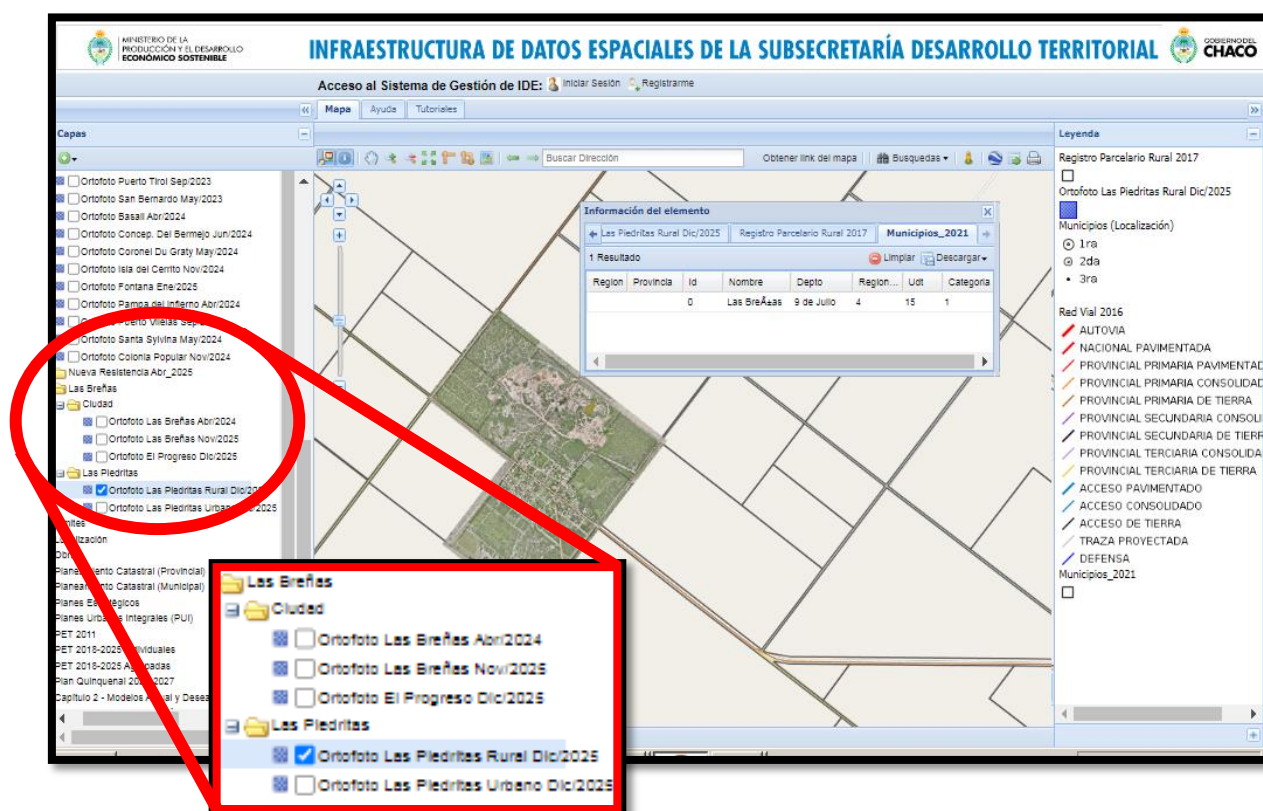


Figura 10. Captura de árbol de Carpetas que conforman la pirámide.
Fuente: <http://idechaco.gob.ar/sigide/>.

VIII. CONCLUSIONES

Los vuelos fotogramétricos permiten la obtención de imágenes aéreas que, en función de la altura de vuelo y del sensor utilizado, representan el territorio con distintos niveles de detalle. Si bien la calidad de la información generada depende en gran medida de las características del sensor y de los parámetros de vuelo, son los requerimientos del usuario los que determinan los niveles de altura y resolución necesarios para obtener productos acordes a las necesidades específicas de cada aplicación.

En el presente proyecto, el usuario requirió diferentes calidades de imagen en función de los usos previstos: resoluciones del orden de 2 cm por píxel para tareas de regularización dominial; resoluciones de 5 cm por píxel para el desarrollo de proyectos urbanísticos, turísticos y ambientales; y resoluciones cercanas a 10 cm por píxel para el relevamiento de obras y equipamiento urbano, entre otros usos.

Asimismo, como aspecto a considerar en futuros trabajos, se identificaron la logística de campo y la conectividad a internet como factores críticos. En particular, la localidad de Las Piedritas se encuentra a aproximadamente 60 km de la ciudad de Las Breñas y cuenta con un acceso mayormente de tierra. Las precipitaciones registradas durante los meses de octubre y noviembre impidieron la realización de las actividades planificadas debido al anegamiento de los suelos, sumado a condiciones climáticas desfavorables, siendo posible su ejecución recién a comienzos del mes de diciembre. Adicionalmente, la localidad no dispone de servicios de telefonía fija ni móvil, por lo que las comunicaciones y la conectividad a internet debieron ser provistas mediante un sistema de internet móvil satelital facilitado por el Delegado de la localidad de Las Breñas.