



**PROVINCIA DEL CHACO**  
**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**  
**RELEVAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO**  
**NUEVA RESISTENCIA 42 KM**



**INFORME FINAL**  
**-Documento Principal-**  
**Mayo de 2025**  
**Resistencia -Chaco-**

**DANIEL FRANCISCO SANGUINETTI**

## CONTENIDO

LISTA DE ABREVIATURAS .....	4
I. RESUMEN .....	5
II. INTRODUCCIÓN .....	6
III. CONTENIDO DEL DOCUMENTO. ....	7
IV. TAREA 1: PLANIFICACIÓN DE LOS VUELOS .....	7
IV.1.TAREA 1.1 Planificación de los Vuelos y obtención de los permisos para operar en la zona objetivo.....	9
IV.1.1. Preparación Previa a la Operación en Campo y Mantenimiento del SVANT .....	9
IV.1.1.1. Preparación Previa a las Operaciones en Campo .....	9
IV.1.1.2. Organización administrativa - Desarrollo del Plan de Vuelo .....	9
IV.1.1.3. Control de Mantenimiento del VANT/SVANT .....	10
IV.1.1.4. Control de Baterías y Otros Dispositivos .....	10
IV.1.1.5. Registro de Datos del Clima .....	10
IV.1.1.6. Elección de la Zona de Operaciones.....	10
IV.1.1.7. Solicitud de Reserva de Espacio Aéreo (Formulario N°1 – ANAC) .....	11
IV.2.TAREA 1.2. Realización de los vuelos fotogramétricos .....	11
IV.2.1. Reuniones previas a las operaciones de campo .....	11
IV.2.1.1. a) Llegada al sitio y preparativos .....	12
IV.2.1.2. b) Inicio y desarrollo del vuelo .....	12
IV.2.1.3. c) Finalización del vuelo .....	12
V. TAREA 2 GENERAR LA BASE DE DATOS DE ORTOMOSAICOS.....	13
VI. TAREA 3 INTEGRACIÓN DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS A LA CARTOGRAFÍA URBANA Y A LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL MINISTERIO..	21
VI.1.Tarea 3.1 Generar las pirámides de imágenes .....	21
VI.2.Tarea 3.2 Publicar la Pirámide de imágenes en la Base de datos del Geoserver de la IDE del Ministerio .....	21
VII. CONCLUSIONES .....	23

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla N° 1: Producción de Ortomosaicos. Elaboración propia. ....	15
Tabla N° 2: Características de los Ortomosaicos. Elaboración propia.....	16

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura N° 1: Zona Nueva Resistencia y Aeropuerto Internacional Resistencia. Elaboración propia.....	8
Figura N° 2: Producción de Ortomosaicos. Elaboración propia. ....	14
Figura N° 3: Mosaico integrado al parcelario. Captura desde el QGis. Elaboración propia. ....	17
Figura N° 4: Mosaicos publicados en la IDE. Fuente: <a href="http://idechaco.gob.ar/sigide/">http://idechaco.gob.ar/sigide/</a> . ....	17
Figura N° 5: Captura de árbol de Carpetas que conforman la pirámide. Fuente: <a href="http://idechaco.gob.ar/sigide/">http://idechaco.gob.ar/sigide/</a> . ....	22

## **ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen N° 1: Mosaico Zona 1 – 5 km <sup>2</sup> . Elaboración propia.....	18
Imagen N° 2: Mosaico Zona 2 – 37 km <sup>2</sup> . Elaboración propia. ....	19
Imagen N° 3: Imagen Zona 3– Resolución espacial 4.82cm. Esc. 1:182. Elaboración propia.	20
Imagen N° 4: Imagen Zona 4 – Resolución espacial 9.47cm. Esc. 1:358. Elaboración propia. .....	20

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ANT: Aeronave No Tripulada

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

NTRIP: Networked Transport of RTCM vía Internet Protocol. Protocolo de transporte de datos RTCM vía internet

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

SMN: Servicio Meteorológico Nacional.

RAMSAC: Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo

REASIS: Reserva de Espacio Aéreo Resistencia

RINEX: Receiver Independent Exchange Format. Formato de intercambio independiente del receptor

RTCM: Radio Technical Commission for Maritime Service. Comisión Técnica de Radio para Servicios Marítimos

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

PPK: Post-Processed Kinematic. Corrección diferencial cinemática en post-proceso

TIG: Tecnología de la Información Geográfica

TWR: Torre de Control

VANT: Vehículo Aéreo No Tripulado

## **I. RESUMEN**

Una de las principales aplicaciones de las imágenes aéreas de alta resolución es la actualización cartográfica a escalas donde las mismas permiten apreciar el detalle de la superficie terrestre tanto en ambientes naturales como en aquellos donde existen hechos antrópicos y su impacto en el ambiente y el ecosistema.

En ese sentido, la información geográfica digital –imágenes- es uno de los insumos base para el estudio de la realidad urbanística y su relación directa con la documentación existente en los organismos estatales (planos de mensuras, parcelarios urbanos, títulos de propiedad, planchetas catastrales, entre otros).

El presente proyecto consintió en la producción y presentación de información geográfica –imágenes- para el ordenamiento territorial de las áreas denominadas: Nueva Resistencia en la Ciudad Homónima de la Provincia del Chaco Rep. Argentinas.

## II. INTRODUCCIÓN.

La planificación y el ordenamiento territorial constituyen procesos estratégicos para garantizar un uso racional, equilibrado y sostenible del espacio geográfico. Estas disciplinas buscan armonizar las actividades humanas con las capacidades del entorno, integrando factores sociales, económicos, ambientales y culturales en la toma de decisiones sobre el territorio. En este contexto, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) han adquirido un rol central al proporcionar herramientas avanzadas para el análisis espacial y la gestión de datos georreferenciados.

Entre las TIG, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección se destacan por su capacidad de procesar, analizar y representar información espacial de forma precisa y eficiente. En particular, el uso de imágenes aéreas de alta resolución captadas mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) ha revolucionado la forma de obtención de datos geospaciales, permitiendo una observación detallada, frecuente y de bajo costo del territorio propiciando la modelización para el análisis espacial, la simulación de escenarios territoriales y la toma de decisiones estratégicas en contextos de planificación y gestión del territorio.

La confección de modelos de representación de la realidad y la posibilidad de la utilización de los Sistemas de Información Geográfica facilitan la visualización del territorio a fin de comprender la interacción de los diferentes elementos que lo componen. Si se incorporan diferentes variables de interés asociadas a la problemática en estudio, permitirá describir como resultante diferentes escenarios posibles de soluciones. (Sanguinetti, 2022)

El trabajo realizado permite explorar el potencial de las imágenes obtenidas mediante vehículos aéreos no tripulados (VANT) como herramienta de apoyo en procesos de planificación y ordenamiento territorial, al proporcionar información espacial de alta resolución, actualizada y georreferenciada, que mejora la toma de decisiones en el manejo del territorio.

Estas imágenes constituyen una fuente valiosa para diversas aplicaciones, entre ellas el monitoreo del uso del suelo, el diseño de infraestructuras, la detección de cambios en el paisaje y la gestión de riesgos naturales, con especial atención al cuidado del ambiente. El uso integrado de estas tecnologías contribuye significativamente a una gestión territorial más eficiente, precisa y sostenible.

El presente documento corresponde al Informe Final del Proyecto RELEVAMIENTO FOTOGRAFÉTICO NUEVA RESISTENCIA 42 KM EN LA PROVINCIA, en los términos del CONTRATO DE OBRA EX-2024-00089156-CFI-GES#DC.

El proyecto se desarrolló, en términos generales, conforme a lo previsto en el plan de trabajos, salvo por algunas situaciones ajenas al equipo de trabajo, vinculadas con la autorización por parte de la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA) para la realización de vuelos en zonas de influencia del Aeropuerto Internacional Resistencia.

El acompañamiento de la Provincia fue fundamental para resolver la problemática relacionada con la autorización mencionada. En este contexto, y a solicitud de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), se conformó el Comité de Facilitación con el objetivo de abordar las operaciones con drones en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de Resistencia. Este tema se desarrolla en la Tarea 1 del presente informe.

### **III. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.**

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

En el Apartado IV se detallan la planificación operativa, la obtención de las autorizaciones correspondientes y la ejecución de los vuelos fotogramétricos. A continuación, se describe el procedimiento técnico correspondiente 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 V, se aborda la generación de la base de datos de ortomosaicos, a partir del procesamiento de las imágenes obtenidas.

Por último, en el Apartado VI se detalla 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. Para ello, se contempla la generación de pirámides de imagen y su correspondiente publicación en el servidor geoespacial, asegurando su accesibilidad y compatibilidad con las plataformas SIG institucionales.

### **IV. 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.

El Anexo I-a “Comité de Facilitación – Acta de Reunión” incluye el resumen ejecutivo de la reunión realizada en el marco del proceso de planificación de operaciones, la nómina de participantes, material fotográfico y otros documentos relevantes relacionados con la actividad del Comité. En esta instancia, se trataron aspectos vinculados a la coordinación interinstitucional, los permisos necesarios y las autorizaciones específicas para la ejecución de vuelos fotogramétricos en la zona restringida.

Asimismo, se incorpora en el mismo anexo el documento “Análisis de Riesgo-Matriz de Seguridad Operacional” presentado ante el Comité, correspondiente a la zona 3 restringida, en el cual se evaluaron los factores de peligro, las posibles consecuencias, y la probabilidad de ocurrencia. Los índices de riesgo fueron determinados conforme a la matriz de riesgos de seguridad operacional establecida por la RAAC 153 (Reglamentación Argentina de Aviación Civil – Operación de Aeródromos), aplicando criterios estandarizados de severidad y frecuencia y las medidas de mitigación correspondientes según lo dispuesto por el Sistema de Gestión de Seguridad Operacional (SMS). La Figura N° 1 muestra la zona correspondiente al relevamiento y el Aeropuerto Internacional Resistencia.



Figura N° 1: Zona Nueva Resistencia y Aeropuerto Internacional Resistencia. Elaboración propia.

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.



#### **IV.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 integrantes y funcionarios de la Subsecretaría de Desarrollo Territorial, la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) y la Empresa Argentina de Navegación Aérea (EANA), con el objetivo de definir las áreas de trabajo, las características de las imágenes requeridas y obtener las autorizaciones correspondientes.

Asimismo, se llevaron a cabo encuentros informativos, técnicos y de trabajo tanto presenciales como virtuales-, cuyo registro documental se encuentra disponible en el Anexo I-b “Complementario mail – Zona 1, 2 y 3”. Dicho anexo incluye comunicaciones formales e informales (vía correo electrónico), las gestiones realizadas para la autorización de vuelos en espacio aéreo controlado, material fotográfico y la nómina de participantes. Todo ello da cuenta del desarrollo de las distintas instancias de articulación institucional y coordinación interjurisdiccional necesarias para el avance del Proyecto.

Un aspecto clave durante la planificación fue la negociación de las alturas de vuelo permitidas en cada zona. Esta tarea fue particularmente compleja en la zona restringida N° 3, colindante con la pista 03/21, donde las restricciones impuestas por la autoridad aeronáutica limitaban significativamente el espacio aéreo disponible. Para poder operar en esta área, se llevaron a cabo reuniones con autoridades aeroportuarias y representantes del control de tráfico aéreo, con el objetivo de establecer corredores temporales de vuelo, franjas horarias seguras y techos máximos autorizados. Estas gestiones permitieron compatibilizar la operación de los VANT con la seguridad del espacio aéreo controlado, sin afectar las operaciones aeronáuticas regulares. Anexo I-c “Negociación zonas y alturas Z1 Z2 y Z3”

#### **IV.1.1. Preparación Previa a la Operación en Campo y Mantenimiento del SVANT**

##### **IV.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.

##### **IV.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.

#### **IV.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.

#### **IV.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.

#### **IV.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.

#### **IV.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.

#### **IV.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 II-a “REASIS-Zona 1 2 y 3”

En los casos en que se planifique volar en zonas con restricciones geográficas impuestas por el fabricante (por ejemplo, áreas de exclusión establecidas por DJI), se realiza la solicitud formal de desbloqueo mediante la plataforma de autorización de DJI. Esta gestión, que se documenta como parte del Anexo II-b “DJI–Zona 1, 2 y 3”, debe efectivizarse al menos un día antes del inicio de la operación y requiere justificar la legalidad de la operación mediante el correspondiente respaldo documental (autorización de autoridad aeronáutica, permisos locales, etc.).

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.º 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 II-c– Documentación Anexa – Titular CE-VANT.

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”.

### **IV.2. TAREA 1.2. Realización de los vuelos fotogramétricos**

#### **IV.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 AR-VNT 2087. 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.

#### **IV.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 del gazebo, al ensamblaje del equipo 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.

#### **IV.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.

Particularmente durante las operaciones realizadas en la Zona 3 (restringida), se mantendrá contacto permanente con el personal de la Torre de Control (TWR), así como con el personal asistente en campo, conforme a las coordinaciones previamente acordadas en el marco del Comité de Facilitación. Estas acciones permitirán mantener la operación dentro de los márgenes de seguridad establecidos y garantizar su desarrollo conforme a lo autorizado.

#### **IV.2.1.3. c) Finalización del vuelo**

La finalización del vuelo se produce como consecuencia del cumplimiento del plan de vuelo o por el agotamiento 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.

## **V. 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 uso por parte de los equipos técnicos ministeriales en tareas de planificación, ordenamiento territorial y gestión del suelo.

El producto resultante de esta tarea comprende una superficie máxima de 42 km<sup>2</sup>, en representada mediante ortomosaicos de alta resolución georreferenciados. Estas imágenes corresponden a dos grupos de mosaicos según la resolución espacial de los mismos.

Cada orto mosaico se generará siguiendo parámetros técnicos definidos para asegurar su precisión, calidad y compatibilidad con los sistemas de información geográfica (SIG). Las características técnicas específicas de los ortomosaicos, así como los criterios de selección de las áreas a relevar, se detallan a continuación:

Cada grupo será identificado como se detalla a continuación:

- Zona 1: 5 mosaicos - resolución de 4,82 cm – área aprox. 1 km<sup>2</sup> c/u.
- Zona 2: 37 mosaicos - resolución de 9,47 cm – área aprox. 1 km<sup>2</sup> c/u.

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 máxima de 42 km<sup>2</sup>, representada mediante ortomosaicos de alta resolución y georreferenciados. Estas imágenes se agrupan en dos conjuntos, diferenciados según su resolución espacial.

Cada ortomosaico se generará conforme a parámetros técnicos establecidos, que garanticen su precisión, calidad y compatibilidad con los sistemas de información geográfica (SIG). Las características técnicas específicas de los ortomosaicos, así como los criterios de selección de las áreas a relevar, se describen a continuación.

Los grupos de ortomosaicos se identifican del siguiente modo:

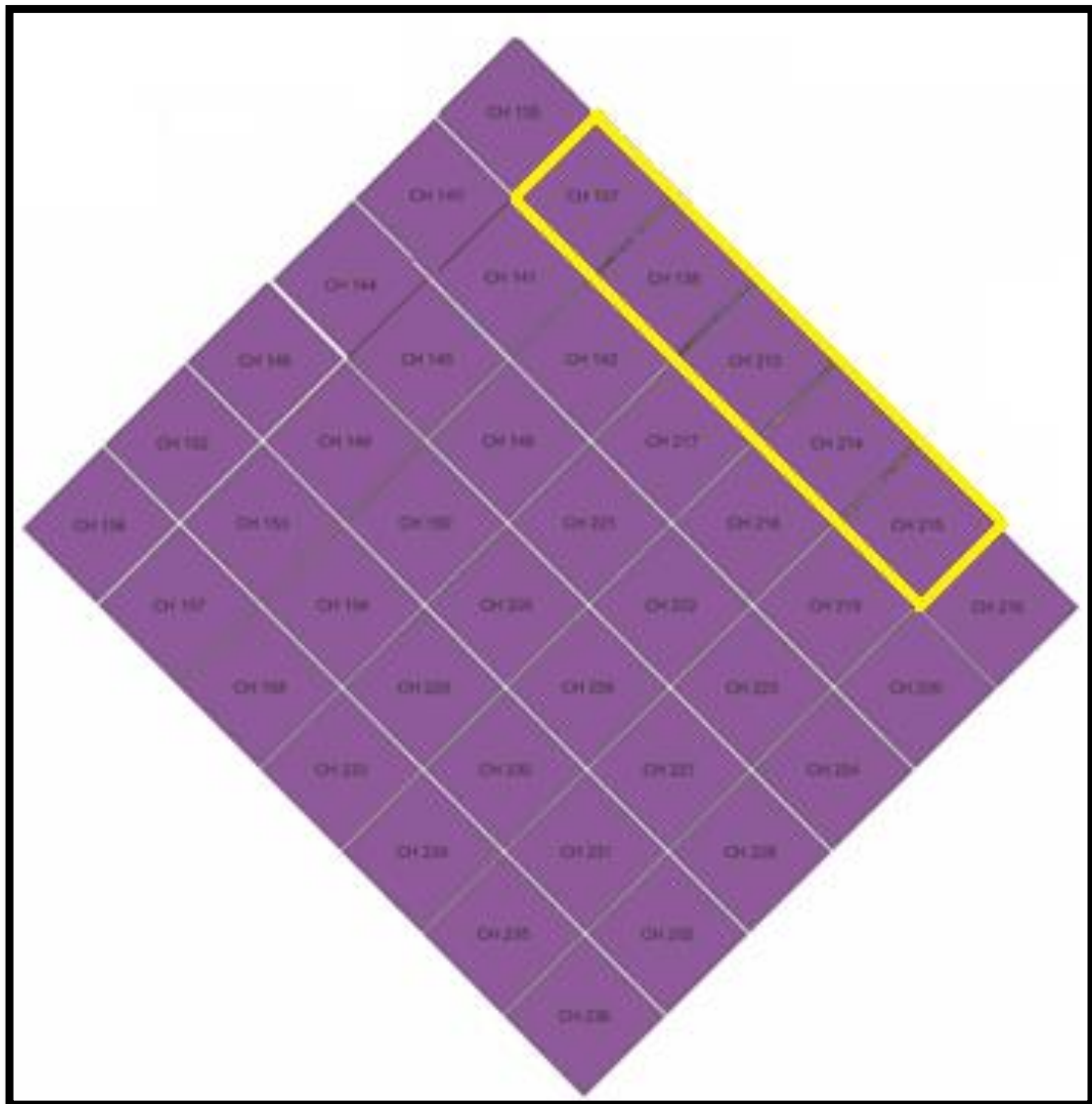


Figura N° 2: Producción de Ortomosaicos. Elaboración propia.

Convención de Nombres para los Mosaicos					
Bloques	Mosaico	Chacra	Nro	Zona	Nombre del Mosaico
1	Mosaico	Ch_136	1	Z2	Mosaico_Ch_136_01_Z2
2	Mosaico	Ch_137	2	Z1	Mosaico_Ch_137_02_Z1
3	Mosaico	Ch_138	3	Z1	Mosaico_Ch_138_03_Z1
4	Mosaico	Ch_213	4	Z1	Mosaico_Ch_213_04_Z1
5	Mosaico	Ch_214	5	Z1	Mosaico_Ch_214_05_Z1
6	Mosaico	Ch_215	6	Z1	Mosaico_Ch_215_06_Z1
7	Mosaico	Ch_216	7	Z2	Mosaico_Ch_216_07_Z2
1	Mosaico	Ch_140	8	Z2	Mosaico_Ch_140_08_Z2
2	Mosaico	Ch_141	9	Z2	Mosaico_Ch_141_09_Z2
3	Mosaico	Ch_142	10	Z2	Mosaico_Ch_142_10_Z2
4	Mosaico	Ch_217	11	Z2	Mosaico_Ch_217_11_Z2
5	Mosaico	Ch_218	12	Z2	Mosaico_Ch_218_12_Z2
6	Mosaico	Ch_219	13	Z2	Mosaico_Ch_219_13_Z2
7	Mosaico	Ch_220	14	Z2	Mosaico_Ch_220_14_Z2
1	Mosaico	Ch_144	15	Z2	Mosaico_Ch_144_15_Z2
2	Mosaico	Ch_145	16	Z2	Mosaico_Ch_145_16_Z2
3	Mosaico	Ch_146	17	Z2	Mosaico_Ch_146_17_Z2
4	Mosaico	Ch_221	18	Z2	Mosaico_Ch_221_18_Z2
5	Mosaico	Ch_222	19	Z2	Mosaico_Ch_222_19_Z2
6	Mosaico	Ch_223	20	Z2	Mosaico_Ch_223_20_Z2
7	Mosaico	Ch_224	21	Z2	Mosaico_Ch_224_21_Z2
1	Mosaico	Ch_148	22	Z2	Mosaico_Ch_148_22_Z2
2	Mosaico	Ch_149	23	Z2	Mosaico_Ch_149_23_Z2
3	Mosaico	Ch_150	24	Z2	Mosaico_Ch_150_24_Z2
4	Mosaico	Ch_225	25	Z2	Mosaico_Ch_225_25_Z2
5	Mosaico	Ch_226	26	Z2	Mosaico_Ch_226_26_Z2
6	Mosaico	Ch_227	27	Z2	Mosaico_Ch_227_27_Z2
7	Mosaico	Ch_228	28	Z2	Mosaico_Ch_228_28_Z2
1	Mosaico	Ch_152	29	Z2	Mosaico_Ch_152_29_Z2
2	Mosaico	Ch_153	30	Z2	Mosaico_Ch_153_30_Z2
3	Mosaico	Ch_154	31	Z2	Mosaico_Ch_154_31_Z2
4	Mosaico	Ch_229	32	Z2	Mosaico_Ch_229_32_Z2
5	Mosaico	Ch_230	33	Z2	Mosaico_Ch_230_33_Z2
6	Mosaico	Ch_231	34	Z2	Mosaico_Ch_231_34_Z2
7	Mosaico	Ch_232	35	Z2	Mosaico_Ch_232_35_Z2
1	Mosaico	Ch_156	36	Z2	Mosaico_Ch_156_36_Z2
2	Mosaico	Ch_157	37	Z2	Mosaico_Ch_157_37_Z2
3	Mosaico	Ch_158	38	Z2	Mosaico_Ch_158_38_Z2
4	Mosaico	Ch_233	39	Z2	Mosaico_Ch_233_39_Z2
5	Mosaico	Ch_234	40	Z2	Mosaico_Ch_234_40_Z2
6	Mosaico	Ch_235	41	Z2	Mosaico_Ch_235_41_Z2
7	Mosaico	Ch_236	42	Z2	Mosaico_Ch_236_42_Z2

Tabla N° 1: Producción de Ortomosaicos. Elaboración propia.

Superficie aproximada	42 km <sup>2</sup>
Superficie aproximada por mosaico	1 km <sup>2</sup>
Sistema de Proyección	Transversa Mercator.
Sistema de Coordenadas de Referencia (SRC)	PosGAr 2007/ Arg. 5 (EPSG :5347)
Resolución espacial (GSD) - Zona 1	4,82 cm
Resolución espacial (GSD) - Zona 2	9,47 cm
Color	RGB
profundidad del Bit	24
Formato	GeoTIFF

Tabla Nº 2: Características de los Ortomosaicos. Elaboración propia.

Los ortomosaicos se encuentran georreferenciados en función de distintos factores. En primer término, la calidad de los cinco (5) mosaicos correspondientes a la Zona 1 fue determinada mediante tecnología RTK (Real Time Kinematic), empleada a través del equipo integrado en el VANT. Esta tecnología permite un posicionamiento preciso en tiempo real, gracias a la aplicación de correcciones enviadas a los receptores GPS/GNSS desde estaciones base permanentes terrestres y datos proporcionados por satélites geoestacionarios. Todo este sistema opera con el soporte de la interconectividad proporcionada por la Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC), gestionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

En segundo término, los 37 (treinta y siete) mosaicos correspondientes a la Zona 2 fueron georreferenciados al parcelario digital provisto por la Dirección Provincial de Catastro y Cartografía de la Provincia del Chaco. Figura Nº 3.





Figura N° 3: Mosaico integrado al parcelario. Captura desde el QGis. Elaboración propia.

La Figura N° 4 muestra la información producida e integrada en el Sistema de Información de la Infraestructura de Datos Espaciales: <http://idechaco.gob.ar/sigide/>.

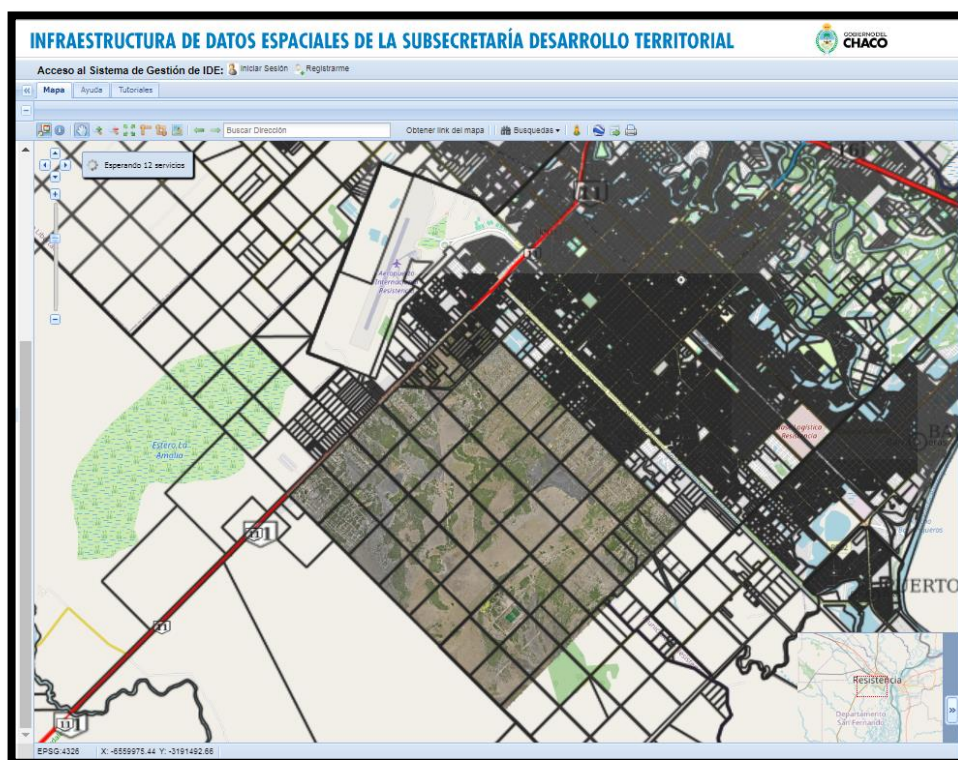


Figura N° 4: Mosaicos publicados en la IDE. Fuente: <http://idechaco.gob.ar/sigide/>.

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

En la Imagen N° 1 se visualizan 5 km<sup>2</sup> correspondientes a las imágenes de la Zona 1, mientras que en la Imagen N° 2 se observan 37 km<sup>2</sup> correspondientes a la Zona 2. Ambas zonas se diferencian principalmente en la resolución espacial de las imágenes obtenidas.



Imagen N° 1: Mosaico Zona 1 – 5 km<sup>2</sup>. Elaboración propia





Imagen Nº 2: Mosaico Zona 2 – 37 km<sup>2</sup>. Elaboración propia.

Las Imágenes Nº 3 y Nº 4 permiten comparar dos zonas con diferencias notables en cuanto a resolución espacial y escala de visualización. La Imagen Nº 3, correspondiente a la Zona 3, presenta una resolución espacial de 4,82 cm por píxel y una escala aproximada de 1:182. Esta alta resolución permite una visualización más detallada de elementos del terreno, facilitando la identificación precisa de objetos y estructuras menores, lo que resulta especialmente útil para tareas planificación detallada.

Por su parte, la Imagen Nº 4, correspondiente a la Zona 4, cuenta con una resolución espacial de 9,47 cm por píxel y una escala de 1:358. Aunque ofrece una menor definición en comparación con la anterior, esta calidad sigue siendo adecuada para análisis generales del territorio, relevamientos extensivos o tareas de monitoreo en las que no se requiere un nivel de detalle milimétrico.



Imagen N° 3: Imagen Zona 3— Resolución espacial 4.82cm. Esc. 1:182. Elaboración propia.



Imagen N° 4: Imagen Zona 4 – Resolución espacial 9.47cm. Esc. 1:358. Elaboración propia.

En términos de visualización, la diferencia de resolución impacta directamente en la claridad y nitidez de las imágenes. Mientras que en la Imagen N° 3 se pueden distinguir con mayor precisión límites de parcelas, caminos secundarios o elementos urbanos menores, en la Imagen N° 4 estos detalles pueden aparecer menos definidos.

No obstante, ambas imágenes son válidas y útiles dentro del contexto del proyecto, ya que su calidad fue seleccionada en función de los objetivos específicos de cada zona de estudio.

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

### **VI.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.

### **VI.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 de 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.

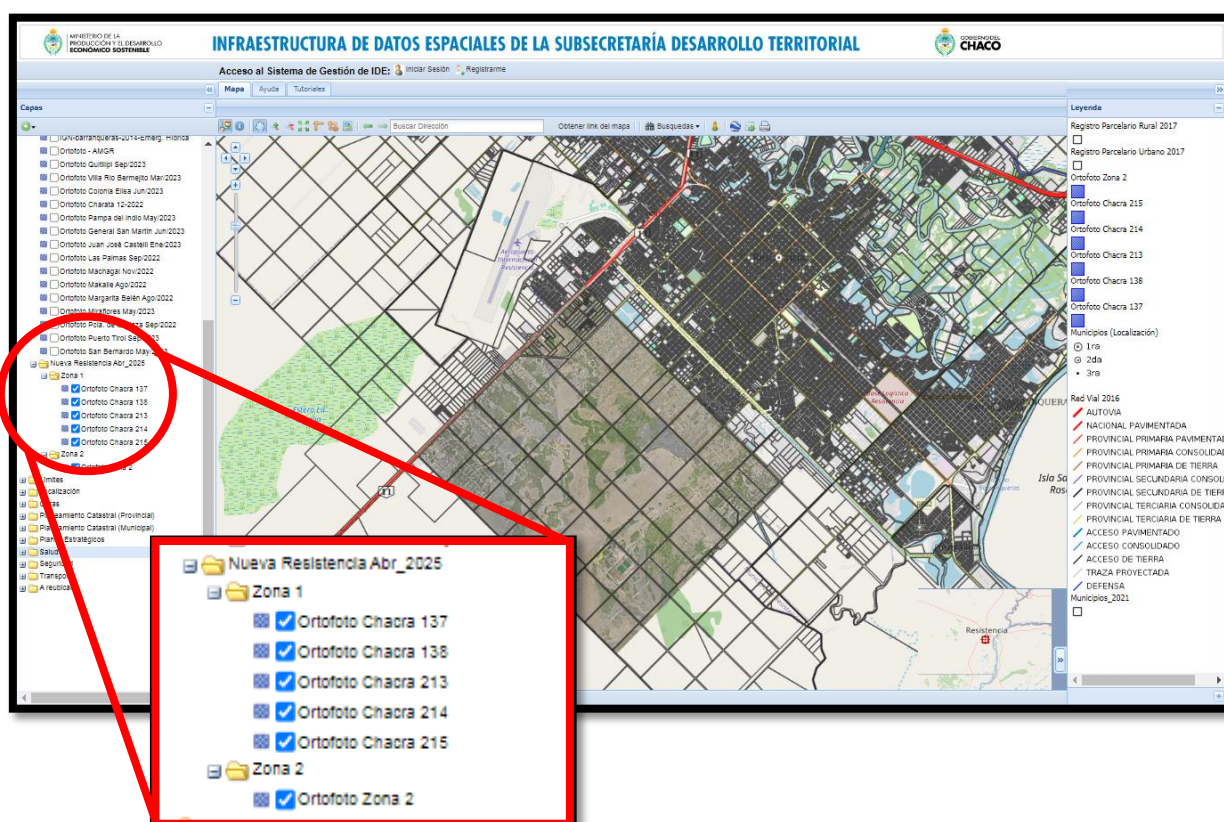


Figura Nº 5: Captura de árbol de Carpetas que conforman la pirámide. Fuente: <http://idechaco.gob.ar/sigide/>.

## **VII. CONCLUSIONES**

Si bien la calidad está determinada en gran medida por el uso de tecnologías más o menos efectivas, en este proyecto se distinguen dos tipos de calidad: la calidad inherente al producto y la calidad requerida por el usuario.

En primer término, la calidad del mosaico correspondiente a la Zona 1 (5 km<sup>2</sup>) fue determinada por el equipamiento integrado en el VANT, el cual permitió un posicionamiento preciso en tiempo real. Esta precisión se alcanza mediante la aplicación de correcciones enviadas a los receptores GPS/GNSS desde estaciones base permanentes terrestres y mediante datos proporcionados por satélites geoestacionarios, todo ello gracias a la interconectividad ofrecida por la Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC).

En segundo término, la calidad del ortomosaico de la Zona 2 (37 km<sup>2</sup>) fue ajustada a los requerimientos del usuario, específicamente en lo que respecta a la coincidencia entre el parcelario digital provisto y el ortomosaico generado. Esta adaptación implica que las dimensiones o representaciones gráficas pueden coincidir —o no— con las condiciones reales del territorio. Cabe destacar que, en una primera instancia, se generó un ortomosaico georreferenciado al terreno mediante tecnología PPK, la cual permite alcanzar precisiones subcentimétricas. No obstante, al ser posteriormente ajustado al parcelario digital —en las zonas donde este se encuentra disponible—, parte de dicha precisión se ve comprometida. Este último procedimiento responde a la necesidad de superponer el parcelario actual sobre la imagen actualizada del terreno, a fin de facilitar su correcta visualización y análisis.