

"Dominando los Cielos: Comunicaciones Esenciales para RPAS"

**Una Guía Profesional de Técnica, Fraseología
y Normativa Aeronáutica en Chile.**



La Misión Crítica de la Comunicación

La comunicación es el pilar de cada operación RPAS profesional, garantizando Seguridad, Control y Profesionalismo. Este viaje nos llevará desde el fundamento técnico hasta el dominio de las contingencias.



El Fundamento Técnico

Comprender la tecnología que nos conecta.

La Práctica Operacional

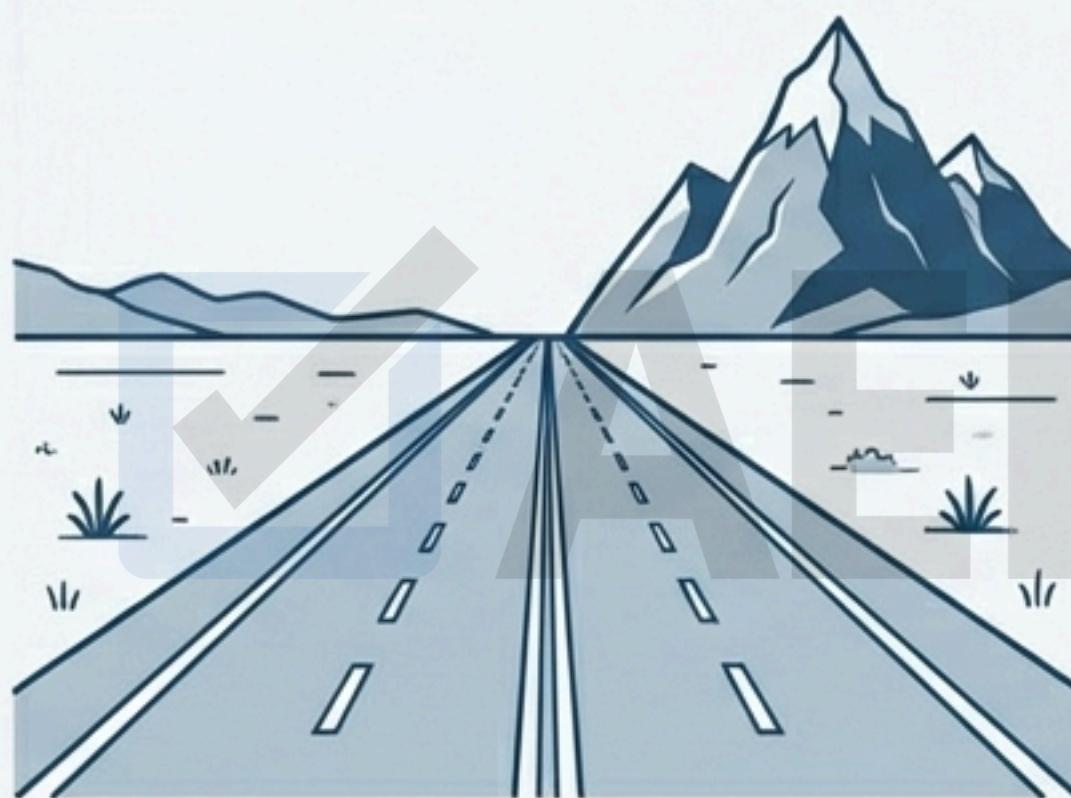
Aplicar el lenguaje y las leyes del cielo.

La Gestión de Contingencias

Dominar los protocolos para lo inesperado.

El Espectro: Carreteras Invisibles en el Aire

VHF (30-300 MHz)



Analogy: "La Autopista de Largo Alcance"

Uso Aeronáutico: 118-137 MHz para comunicaciones ATC.

Propagación: Línea de vista directa; puede ser bloqueada por montañas u obstáculos. Alcance de hasta 100 km en buenas condiciones.

UHF/SHF (300 MHz - 30 GHz)



Analoga: "Las Calles Locales de Alta Capacidad"

Uso RPAS Común: 433 MHz, 915 MHz, 2.4 GHz, 5.8 GHz.

Ventaja: Mayor capacidad para transmitir datos (video, telemetría).

Desventaja: Menor alcance y mayor sensibilidad a obstáculos.

La Anatomía del Enlace: Sus Tres Vidas Digitales



Enlace C2 (Comando y Control)

Función: "El Sistema Nervioso". Transmite comandos de vuelo. Es critico para la seguridad.

Características: Alta fiabilidad, baja latencia. Usa protocolos como FHSS para evitar interferencias.

Enlace de Telemetría

Función: "Los Signos Vitales". Recibe datos de estado: posición GPS, nivel de batería, altitud.

Características: Permite mantener información de vuelo continua, incluso si otros enlaces fallan.

Enlace de Carga Útil (Video/Datos)

Función: "Los Ojos". Transmite video o datos de sensores.

Características: Alto ancho de banda. Operar en una frecuencia distinta al C2 es una práctica de seguridad fundamental para evitar interferencias con los comandos de vuelo.



El Espacio Aéreo: Un Recurso Compartido y Regulado

El espectro radioeléctrico es un bien nacional de uso público. Su uso indebido puede generar interferencias peligrosas y sanciones legales.

Reguladores Clave en Chile



SUBTEL: Administra el espectro radioeléctrico, autoriza frecuencias y potencias.



DGAC: Regula el uso aéreo y la seguridad operacional (DAN 10, 91, 151).

Clasificación de Bandas

Bandas de Uso Libre (ISM)

433 MHz, 915 MHz, 2.4 GHz, 5.8 GHz. Comunes en drones y Wi-Fi, pero sujetas a interferencias.

Bandas Protegidas (Uso Aeronáutico / Militar)

118-137 MHz (VHF), 225-400 MHz (UHF). Su uso por RPAS comunes está prohibido.

Hablando el Mismo Idioma: La Fraseología Aeronáutica

La fraseología OACI es un conjunto de expresiones fijas que reduce malentendidos. Su dominio es una marca de profesionalismo que permite la integración segura con aeronaves tripuladas.

Principios Fundamentales

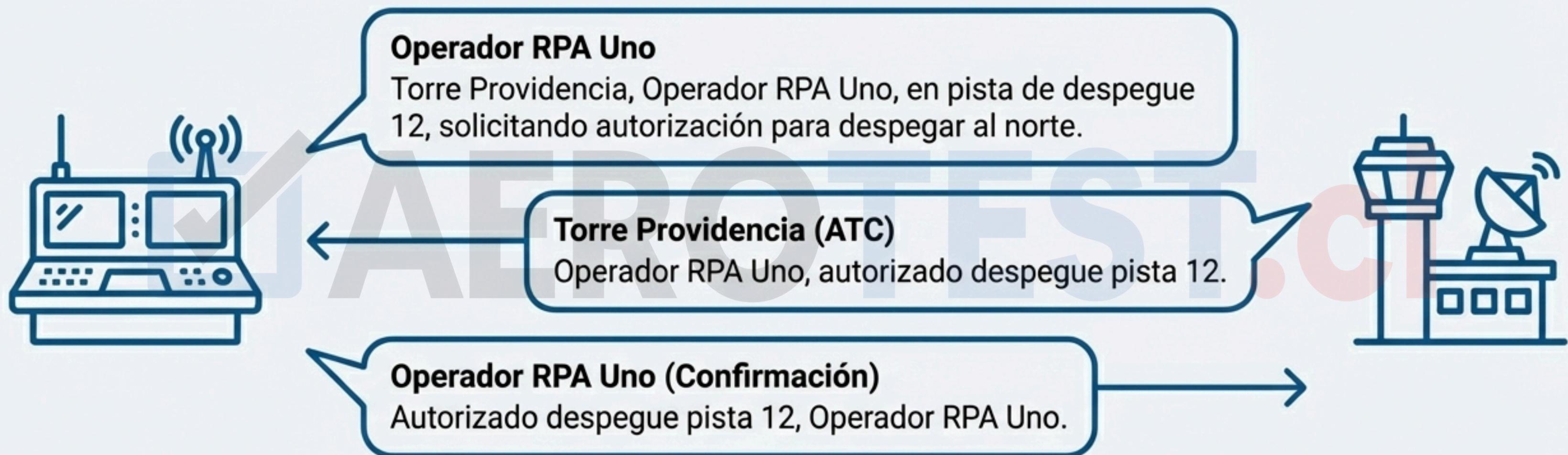
-  **Claridad:** Evita confusiones y lenguaje coloquial.
-  **Brevedad:** Comunica la máxima información en el menor tiempo.
-  **Precisión:** Utiliza terminología estándar sin ambigüedad.

Estructura del Ciclo de Comunicación



Comunicación en Acción: Un Vuelo Coordinado

Escenario: Solicitud de despegue en un aeródromo.



Términos Clave y su Significado

- **AUTORIZADO (CLEARED):** Permiso otorgado para proceder.
- **ENTENDIDO / COPIA (ROGER / COPY):** Confirmación de recepción.
- **REPITA (SAY AGAIN):** Solicitud de repetición.

Coordinación con ATC: Su Deber en Espacio Controlado

Según la DAN 91 y DAN 151, el contacto con el ATC es **obligatorio** en ciertas operaciones para garantizar la seguridad del espacio aéreo compartido.

Checklist de Coordinación:

- ✓ Al operar en **espacio aéreo controlado**.
- ✓ En las cercanías de **aeródromos** o **aeropuertos**.
- ✓ Cuando la actividad pueda **interferir con tráfico aéreo** (filmaciones, eventos masivos).

¿Cómo Proceder?

- ① **Antes del Vuelo:** Solicitar permiso previo a la torre o dependencia ATC correspondiente.
- ② **Durante el Vuelo:** Mantener escucha activa y continua en la frecuencia asignada.
- ③ **Siempre:** Acatar todas las instrucciones del ATC de inmediato. Informar ruta y altitud previstas.

El Enemigo Silencioso: Gestión de Interferencias

La interferencia no es una falla aleatoria, sino un riesgo predecible. Un operador profesional la anticipa, la gestiona y la mitiga.

Amenazas Comunes (Fuentes de Interferencia)



No intencional: Redes Wi-Fi, otras radios en la misma banda, torres de telefonía, reflexiones de señal en entornos urbanos.



Intencional (Jamming): Emisión deliberada para bloquear comunicaciones (menos común pero posible).

Defensas y Tácticas Preventivas



Barrido de Frecuencias (Spectrum Scan): Analizar el espectro antes de despegar para elegir un canal limpio.



Uso de Antenas Adecuadas: Las antenas direccionales concentran la señal y reducen la interferencia lateral.



Mantener Línea de Vista (LOS): Evitar volar detrás de obstáculos físicos que bloquen la señal.



Ajustar Potencia y Canal: Si se detecta degradación, cambiar a un canal libre o ajustar la potencia de transmisión.

Protocolo de Supervivencia: Pérdida de Enlace (Link Loss)

La pérdida del enlace C2 es una contingencia crítica. Según la DAN 91, el RPAS debe ejecutar automáticamente un modo de seguridad pre-programado. Su deber es configurarlo, probarlo y confiar en él.



La Llamada Decisiva: MAYDAY vs. PAN-PAN

121.5 MHz (Frecuencia Internacional de Socorro)

MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY

Significado:

Peligro grave e inminente. Existe un riesgo para la vida humana, la propiedad de terceros o se anticipa la pérdida total de la aeronave.

Ejemplo:

Falla total de control y caída inminente sobre un área poblada.

PAN-PAN, PAN-PAN, PAN-PAN

Significado:

Situación de urgencia que requiere atención, pero no existe un peligro grave o inminente para la vida.

Ejemplo:

Falla parcial de un sistema de control que obliga a un retorno inmediato, pero la aeronave sigue controlable.

Anatomía de un Mensaje de Emergencia

En una crisis, la claridad salva vidas. Siga la estructura OACI para transmitir la información esencial de forma rápida y precisa.

Fórmula del Mensaje



Códigos de Transpondedor (si aplica):

7700 Emergencia General

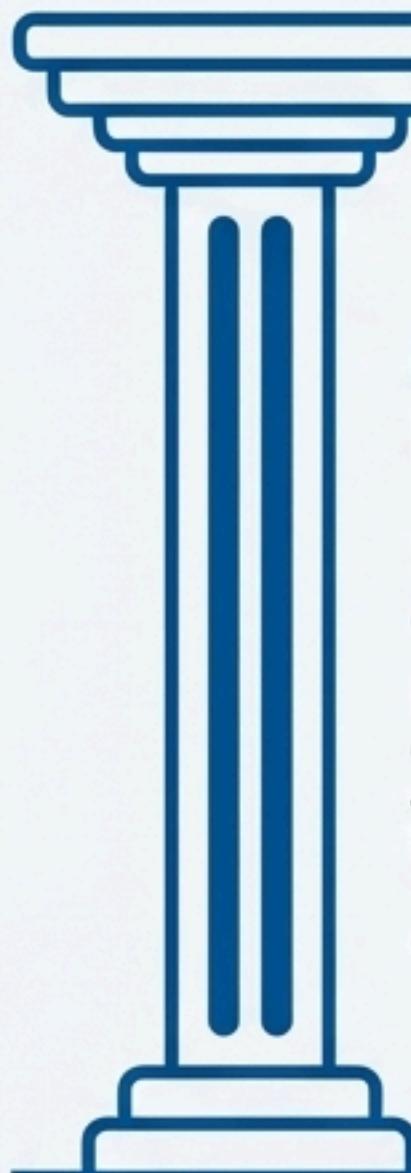


7600 Falla de Comunicaciones



Su Marco de Actuación: La Normativa DGAC

Las mejores prácticas operacionales se sustentan en un marco normativo claro. Conocer y cumplir estas **Disposiciones Aeronáuticas (DAN)** es un **requisito no negociable** para todo operador profesional.



DAN 91 – Reglas del Aire

Define las reglas de vuelo, comunicaciones aire-tierra, procedimientos de emergencia y el uso de fraseología estándar. Es la base de su interacción con el espacio aéreo.



DAN 151 – Operaciones RPAS

Regula operaciones específicas (ej. sobre áreas pobladas), y establece los requisitos de registro, credencial del operador y operación VLOS.



DAN 10 – Telecomunicaciones Aeronáuticas

Establece los estándares técnicos, la asignación de frecuencias y el uso correcto del espectro, incluyendo la frecuencia de emergencia 121.5 MHz.

Síntesis del Operador RPAS Profesional

La excelencia no es un acto aislado, sino la integración continua de tres competencias fundamentales.

Maestría Técnica

Comprende a fondo la tecnología de comunicaciones, sus límites y cómo gestionar interferencias y fallos de enlace.



Disciplina Operacional

Aplica con precisión y consistencia la fraseología aeronáutica, los procedimientos de coordinación con ATC y los protocolos de emergencia.

Cumplimiento Normativo

Conoce, respeta y opera estrictamente dentro del marco legal establecido por la DGAC (DAN 91, 151, 10) y SUBTEL.



Vuelos Seguros, Cielos Integrados.

La comunicación profesional es la base de la confianza en el espacio aéreo del futuro.

