

# **PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PBN EN EL ÁREA TERMINAL DE SANTIAGO DE CHILE**

# FASE: PLANIFICACIÓN

## Actividad 1: Acuerdo sobre los requisitos operacionales

Los requisitos operacionales para la optimización del Área Terminal de Santiago buscan:

- a) Soportar el aumento sostenido de las operaciones aéreas manteniendo o mejorando los niveles de seguridad operacional.
- b) Reducir el impacto del ruido en las proximidades del aeropuerto.
- c) Actualizar la infraestructura CNS para mejorar la seguridad operacional y/o la eficiencia.

# FASE: PLANIFICACIÓN

## Actividad 3: Acuerdo sobre los objetivos, el alcance y los plazos

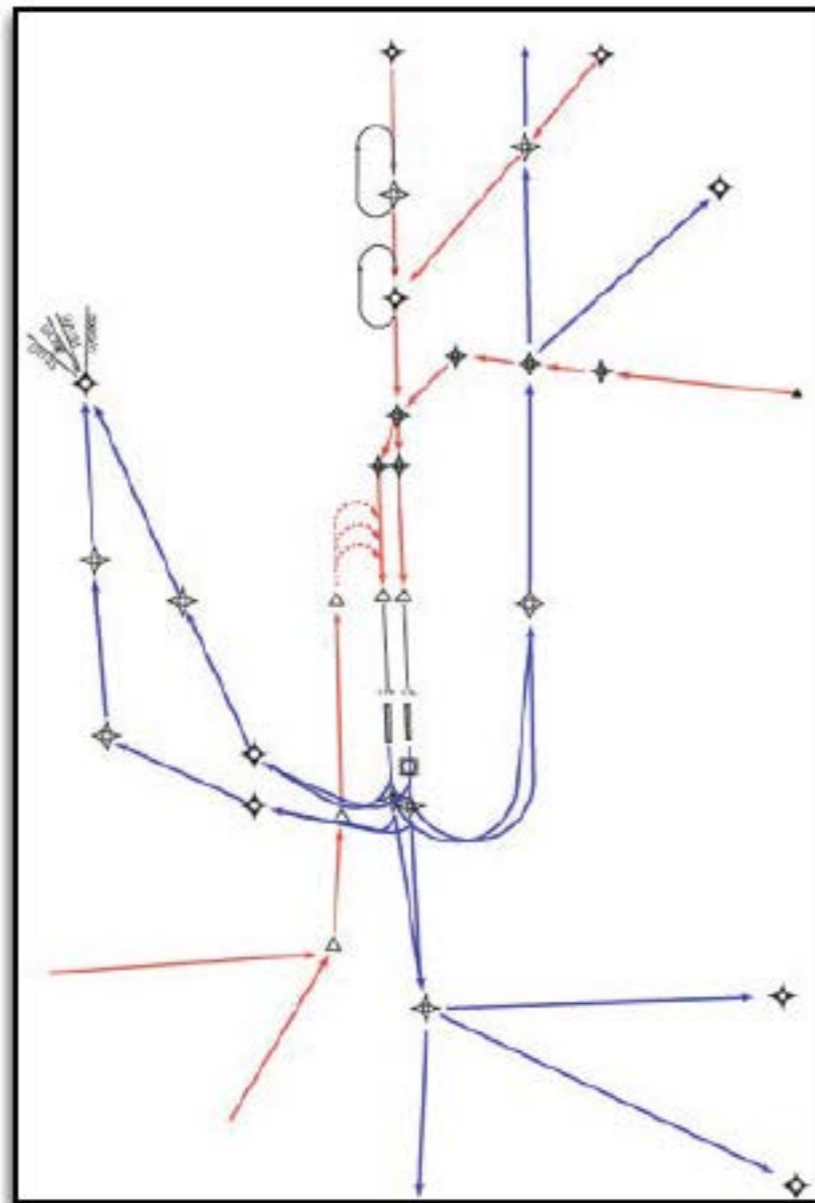
Los objetivos del proyecto se derivan a partir de los requisitos operacionales detallados anteriormente.

- a) Incrementar la seguridad operacional.
- b) Reducir la carga de trabajo de controladores y pilotos.
- c) Aumentar la capacidad del espacio aéreo para absorber el aumento de operaciones.
- d) Establecer procedimientos con guía vertical y aplicando técnicas de CDO y CCO.
- e) Establecer espacios aéreo clase C acordes a las aproximaciones publicadas.
- f) Mitigar la emisión de ruido en las proximidades de los aeropuertos.

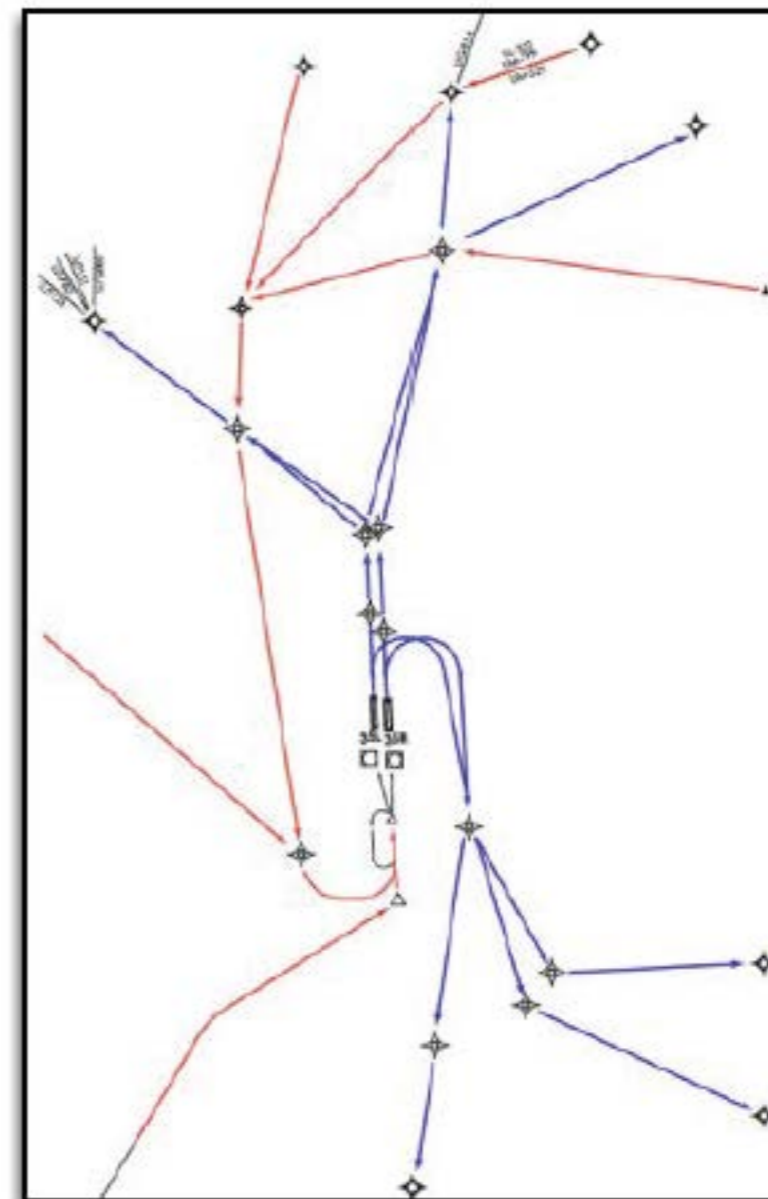
# FASE: DISEÑO

## Actividad 7: Rutas y esperas del espacio aéreo

### Llegadas y Salidas Rwy17



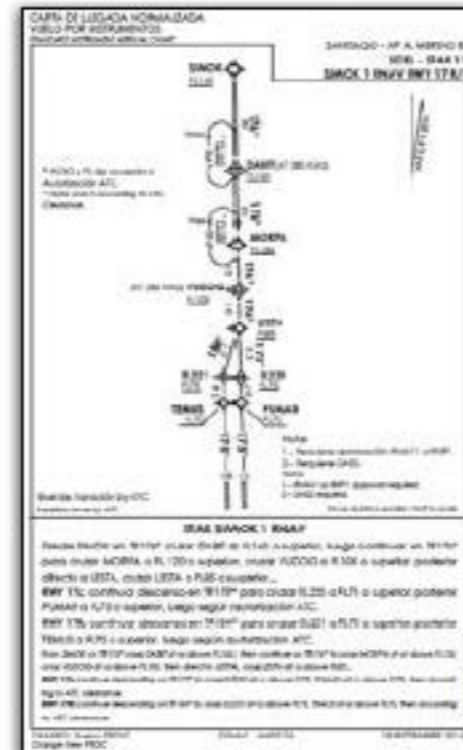
### Llegadas y Salidas Rwy35





# FASE: DISEÑO

## Actividad 8: Diseño inicial del espacio aéreo



PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACION, SALIDA Y LLEGADA RNAV											
Approach, Departure and Arrival RNAV procedures											
(Esta información complementa a las cartillas publicadas en la AIP Chile VOL II / This information complements the charts published in the AIP Chile VOL II)											
SANTIAGO / AP ARTURO MERINO BENITEZ - SCEL											
SCEL / STAR11 RNAV RWY 17L SIMOK 1											
PUNTO DE RECORRIDO (WPT)	LAT SEC (SUR)	LONG SEC (WESTE)	LAT MIN (SUR)	LONG MIN (WESTE)	FB / FO	PATH TERM	DISTANCIA NXT WPT (NM)	DERROTA NXT WPT °M (T°)	ALTTUD	VPA	PERF. DE NAV
SIMOK	31°45'07,00"	70°51'11,00"	31°45,117'	70°51,183'	FB	TF	29,94	176°(178,26)	FL160+		1.0
DABIT	32°15'05,30"	70°50'06,85"	32°15,088'	70°50,114'	FB	TF	20,00	176°(178,25)	FL160+		1.0
MORPA	32°35'07,18"	70°49'23,58"	32°35,120'	70°49,393'	FB	TF	10,00	176°(178,25)	FL120+		1.0
VUDOG	32°45'08,10"	70°49'01,83"	32°45,135'	70°49,031'	FB	TF	10,00	176°(178,24)	FL100+		1.0
LESTA	32°55'09,00"	70°48'40,00"	32°55,150'	70°48,667'	FB	TF	5,34	175°(177,43)	FL85+		1.0
EL220	33°00'29,41"	70°48'22,92"	33°00,490'	70°48,382'	FB	TF	2,67	175°(177,43)	FL75+		1.0
PUMAR	33°03'09,76"	70°48'14,36"	33°03,163'	70°48,237'	FB	TF	-	-	FL70+		1.0

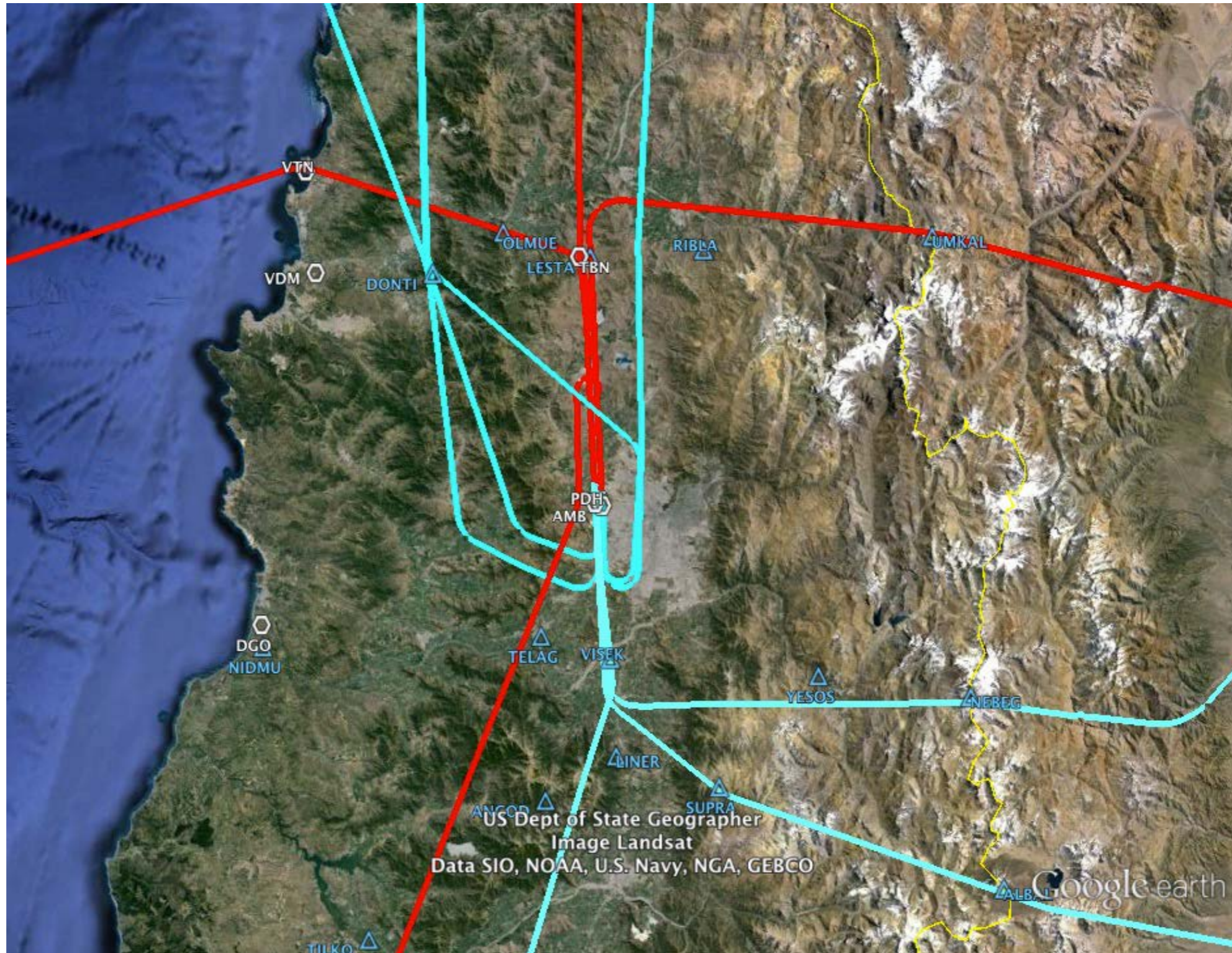
# FASE: DISEÑO

## Capacidades de la flota

FLOTA NACIONAL				
TIPO	CANTIDAD	RVSM	RNAV 5	OBSERVACIONES
<b>A320</b>	102	100%	100%	un A320 sin GPS, autorizado RNAV 5 con VOR/DME e INS hasta 2 horas
<b>B767</b>	32	100%	100%	Nueve B767 sin GPS, autorizados RNAV 5 con VOR/DME e INS hasta 2 Hrs.
<b>A340</b>	4	100%	100%	
<b>B787</b>	9	100%	100%	
<b>B732</b>	2	0%	0%	Dos sin aprobación
	149			
	A Octubre 2014, de un total de 149 aeronaves matricula "CC" actualmente en operaciones regulares, el 1.3% no cuenta con aprobación RVSM ni RNAV 5.			
	Los B777 son cargueros con matricula "N", todos con aprobación RVSM y RNAV 5.			

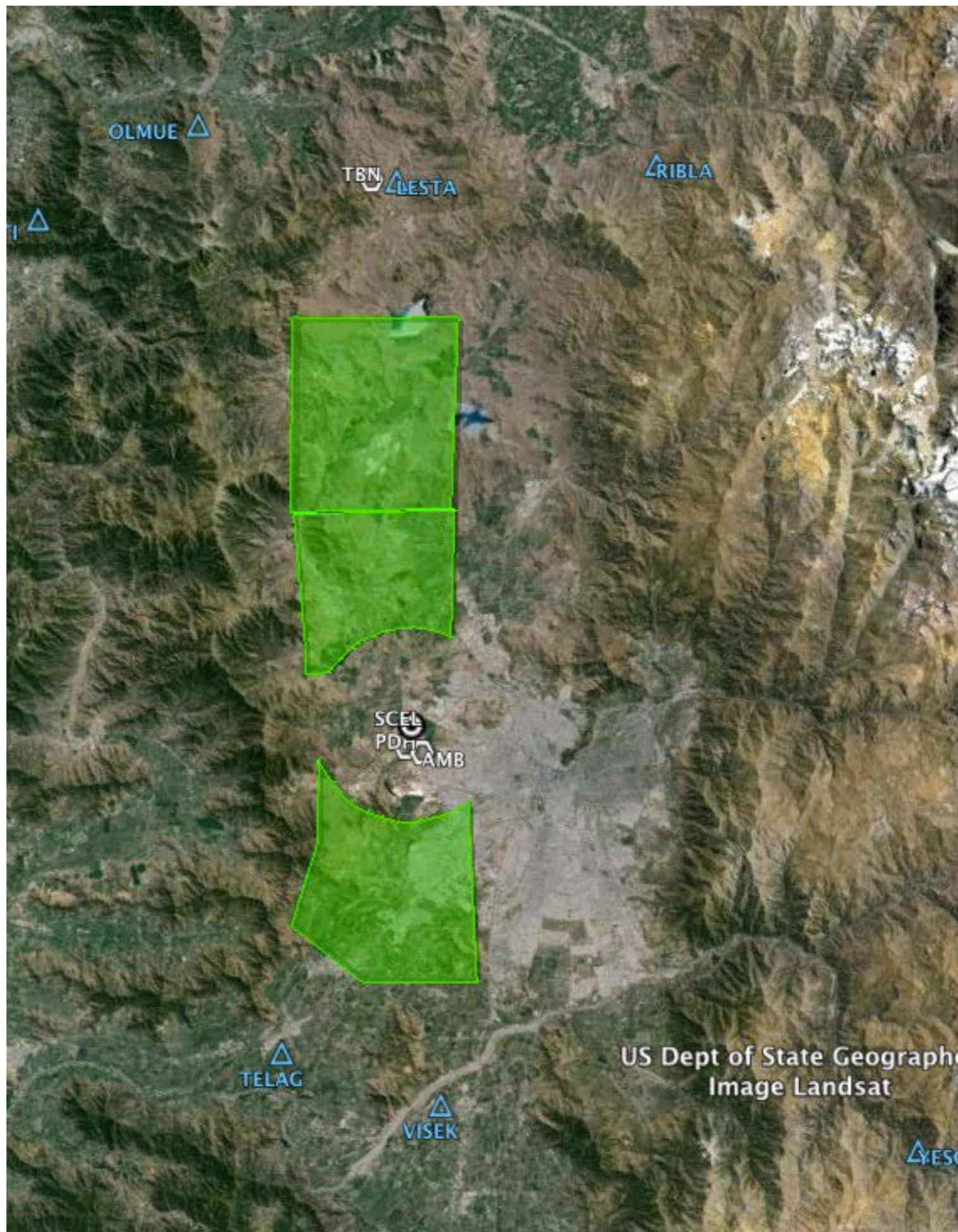
# FASE: DISEÑO

## Actividad 8: Diseño inicial del espacio aéreo

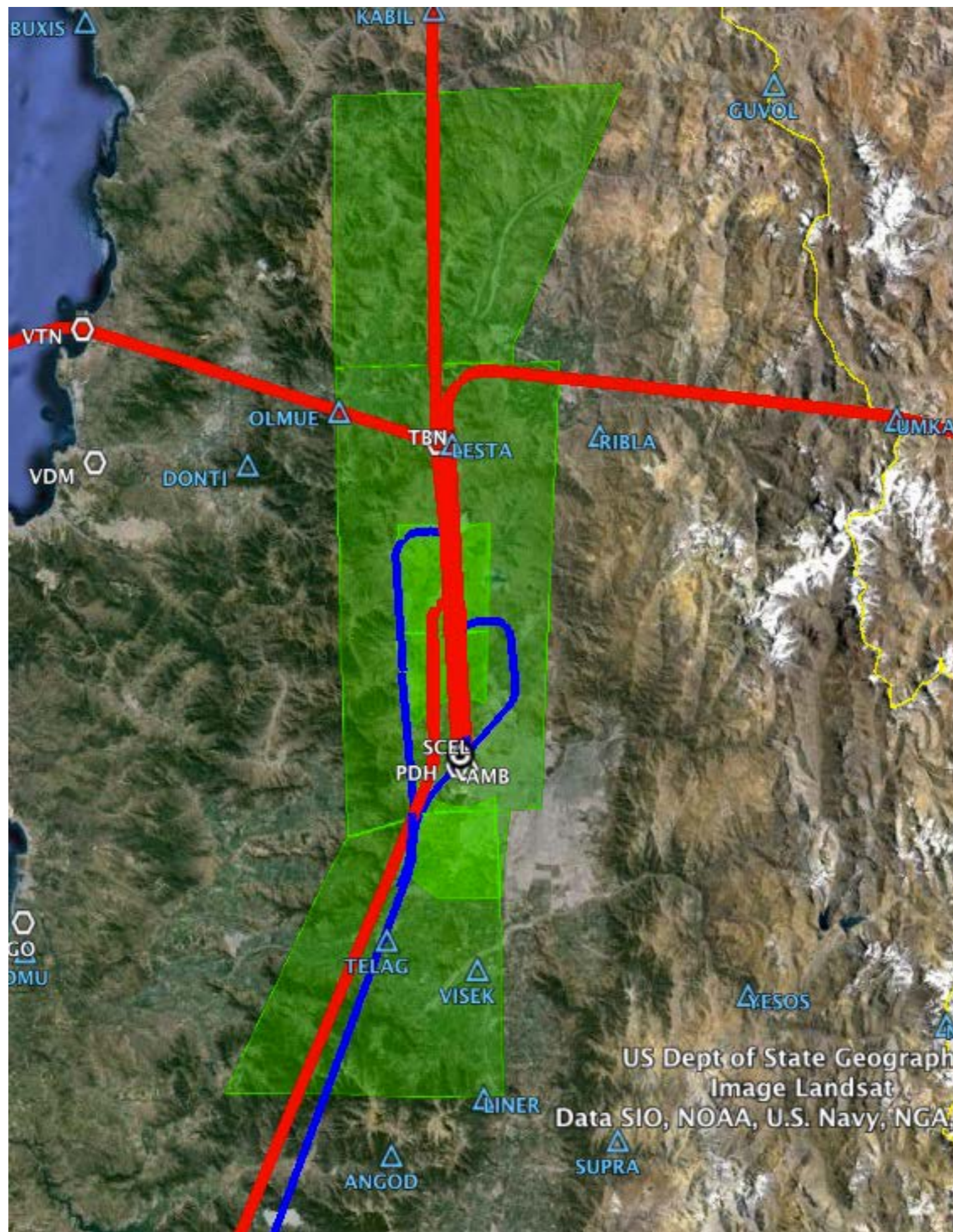


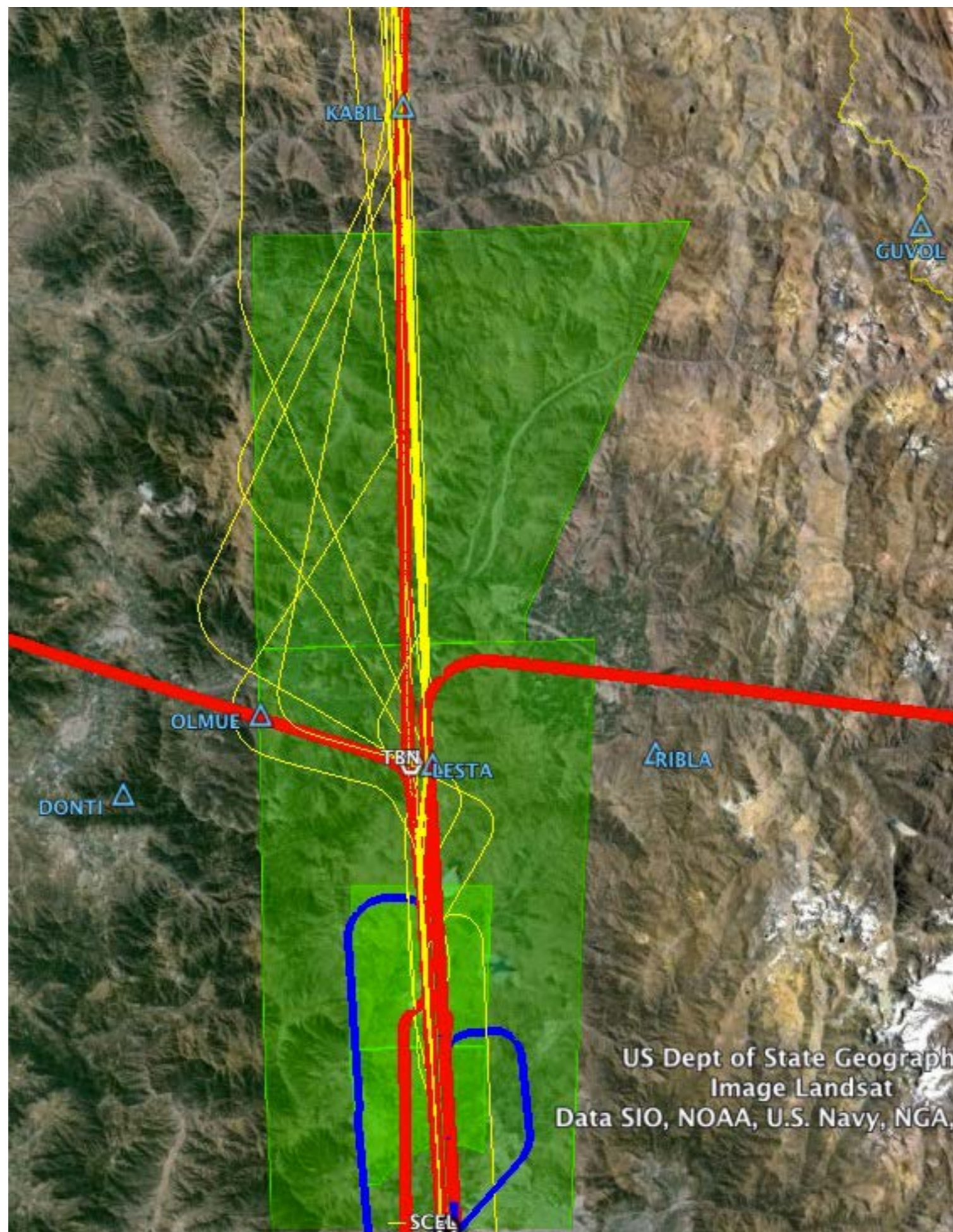
# FASE DISEÑO

# ESPACIOS CLASE C

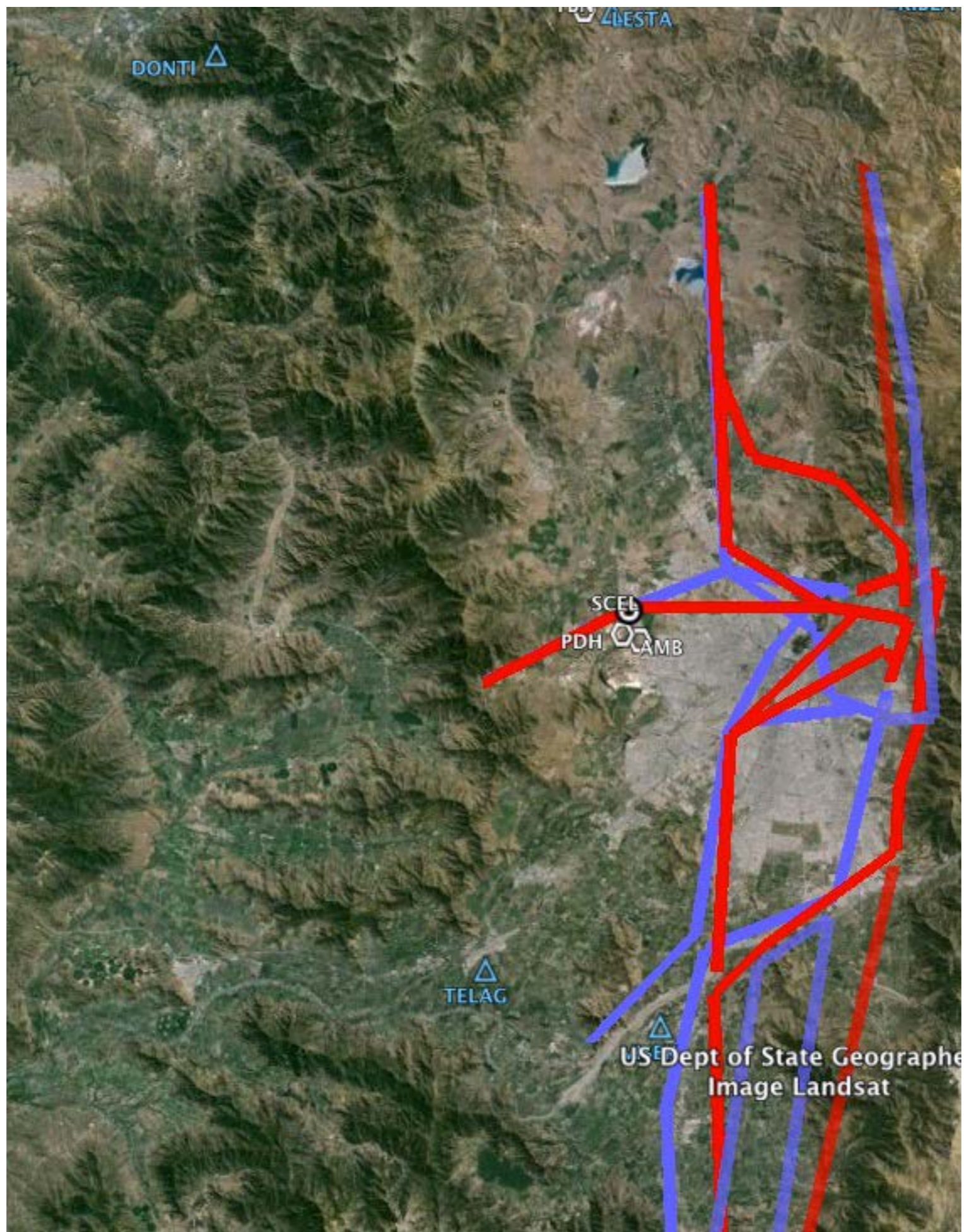


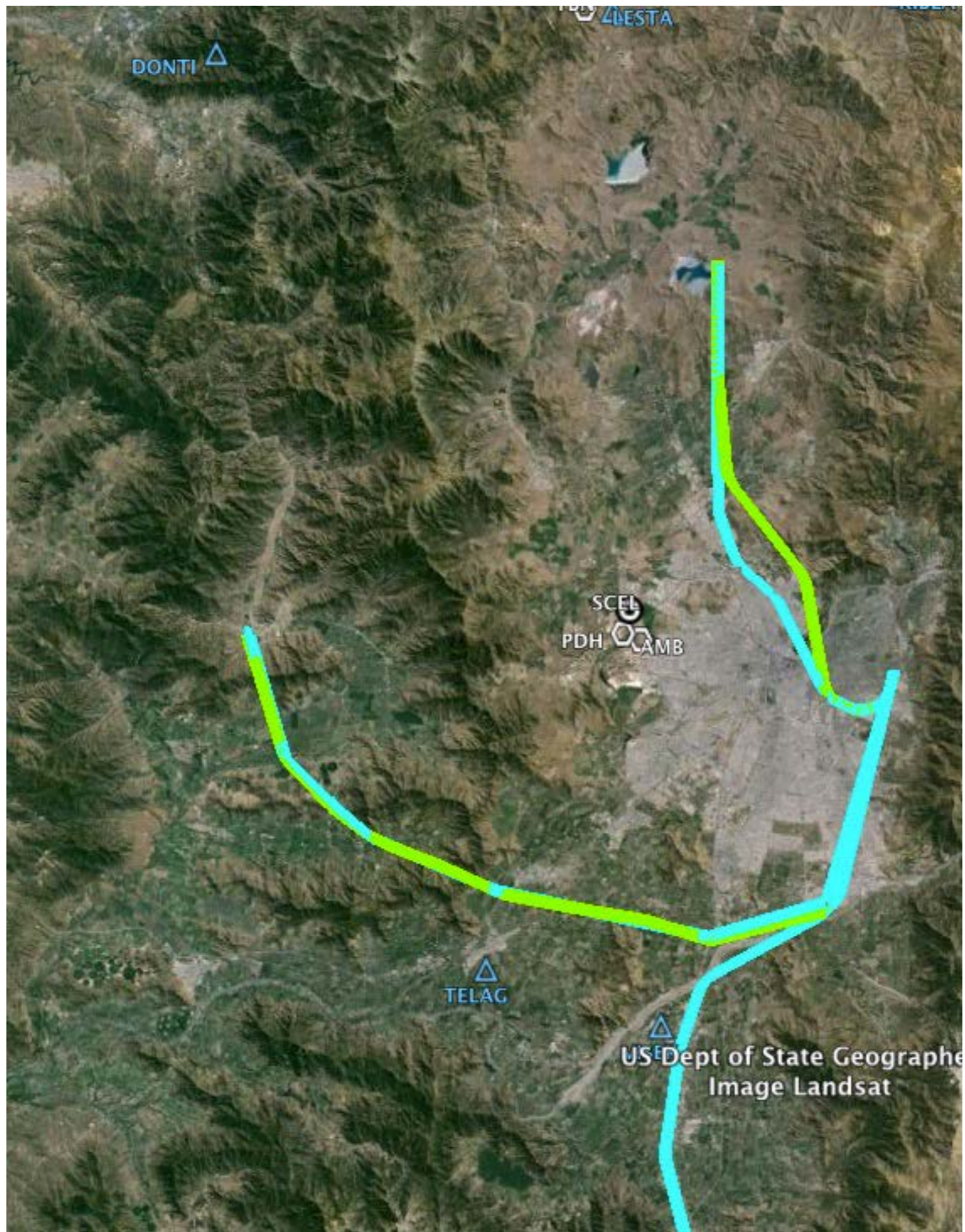


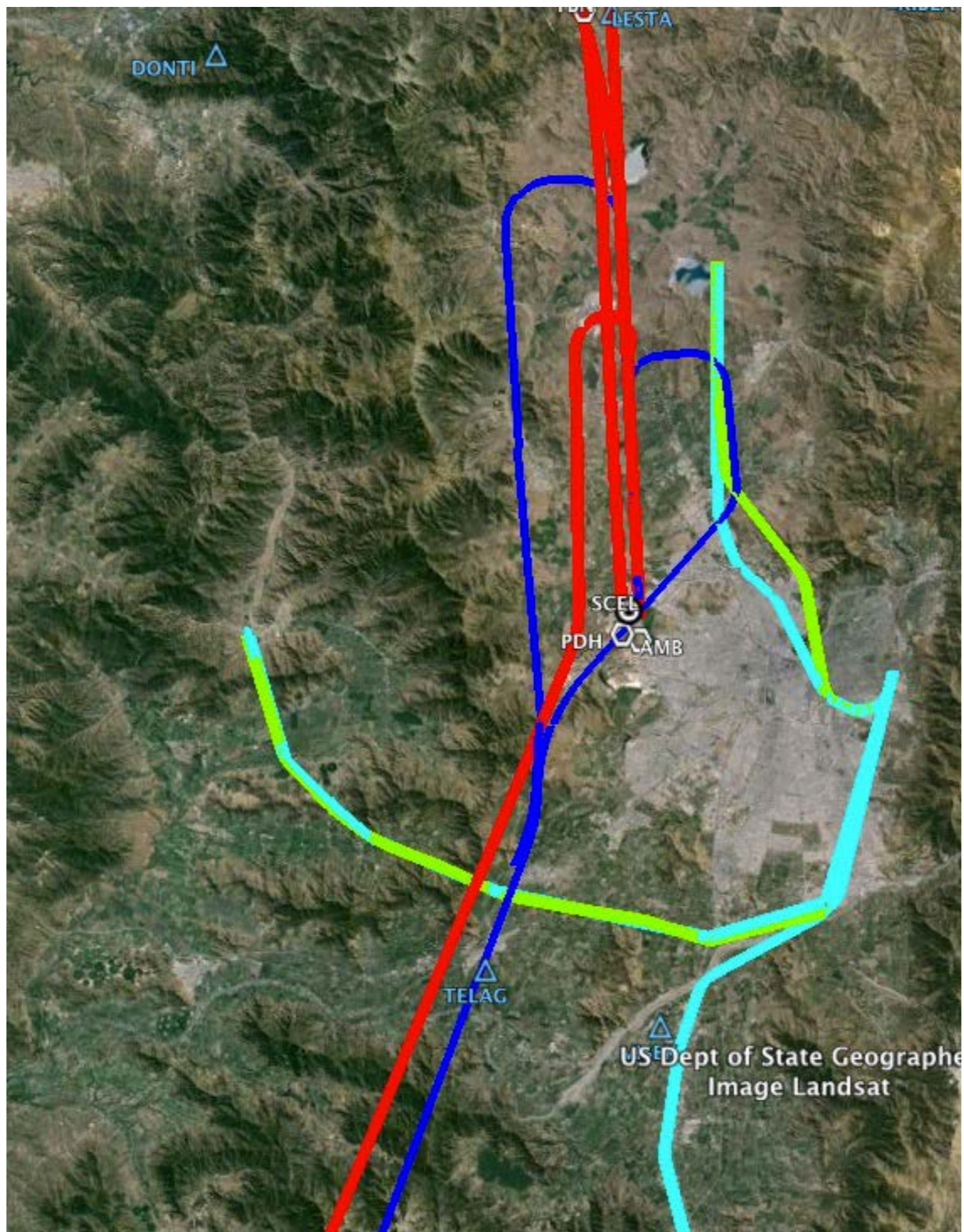




# FASE DISEÑO RUTAS VFR







# FASE VALIDACIÓN

# FASE: VALIDACIÓN

## Actividad 11: Validación del concepto de espacio aéreo

Los principales objetivos de la validación del concepto de espacio aéreo residen en:

- a) evaluar si pueden lograrse los objetivos del proyecto aplicando el diseño del espacio aéreo y el concepto de espacio aéreo en general y si el análisis de rentabilidad es positivo;
- b) examinar la validez de la ATM del diseño del espacio aéreo;
- c) determinar los posibles puntos débiles del concepto y elaborar medidas de atenuación; y
- d) demostrar que el diseño es seguro, esto es, para respaldar la evaluación de la seguridad operacional.

# FASE: VALIDACIÓN

El proyecto PAMPA es un trabajo colaborativo entre la DGAC y los usuarios PBN.

El análisis del FOQA para el proyecto PAMPA demostró que las aeronaves con capacidad PBN no volaban las SID, STAR ni aerovías publicadas.

El escenario de referencia es la estructura convencional de aerovías, SID y STAR.

La gestión ATC es una optimización del escenario de referencia.

# FASE: VALIDACIÓN

A partir de agosto de 2014 se aplicó una nueva sectorización ATC con el objetivo de reducir la carga de trabajo y adecuarse al proyecto PAMPA.

El diseño del espacio aéreo en el TMA Santiago ha sido facilitado por el proyecto PAMPA, que fue implementado el 18 de septiembre de 2014 e incluyó modificaciones a las SID y STAR.

Se han implantado parcial y gradualmente los procedimientos PBN.

# FASE: VALIDACIÓN

Se ha utilizado software de diseño de procedimientos.

Algunos de los procedimientos se evaluaron a través de vuelos de verificación.

Algunos de los procedimientos han sido evaluados a través de simuladores de vuelo.

*se ha verificado:*

- *comunicaciones,*
- *sectorización,*
- *comodidad para el usuario y para el ATC.*

# FASE: VALIDACIÓN

En Abril 2015 se modificarán flujos entre Argentina y Chile, para eliminar rutas bidireccionales.

En Marzo 2015 se completarán las SID y STAR desde el sur.

Está en fase de análisis la definición de los espacios Clase C y las rutas visuales.

Se han analizado los incidentes ATS.

# FASE: VALIDACIÓN



# FASE: VALIDACIÓN

EVALUACIÓN CUALITATIVA			
Entrada de muestra	Punto de referencia de la evaluación empleado	Resultado	Método de validación
Diseño del espacio aéreo publicado y propuesto (rutas/esperas, estructuras y sectores)	Criterios de performance y de seguridad operacional no numéricos basados en: los SARP, los procedimientos y los textos de orientación de la OACI y las reglamentaciones nacionales/locales.	Principalmente el razonamiento, la argumentación y la justificación textual/con diagramas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opinión de los expertos sobre CNS/ATM.</li><li>• Modelado del espacio aéreo</li></ul>

# FASE: VALIDACIÓN

EVALUACIÓN CUANTITATIVA			
Entrada de muestra	Punto de referencia de la evaluación empleado	Resultado	Método de validación
<p>Diseño del espacio aéreo (rutas/ esperas, estructuras y sectores), publicado y propuesto, por lo general, en forma de datos informáticos, en el que se presentan la organización del espacio aéreo y las muestras de tránsito.</p> <p>Estudios - registros de datos radar, registros de planes de vuelo, registros de vuelos, cuestionarios.</p> <p>Estadísticas y pronóstico - estadísticas de operaciones aeroportuarias, recopilación de datos meteorológicos, demanda y distribución del tránsito.</p>	<p>Criterios de performance y de seguridad operacional numéricos absolutos, fundamentados en los criterios de performance y de seguridad operacional basados en los SARP, los procedimientos y los textos de orientación de la OACI y las reglamentaciones nacionales/locales.</p>	<p>Datos numéricos (principalmente)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelado del espacio aéreo</li> <li>• FTS/RTS</li> <li>• Ensayos ATC reales</li> <li>• Simulación de vuelo</li> <li>• Herramientas analíticas de datos</li> <li>• Análisis estadístico</li> <li>• Modelado del riesgo de colisión</li> <li>• Modelado acústico</li> </ul>

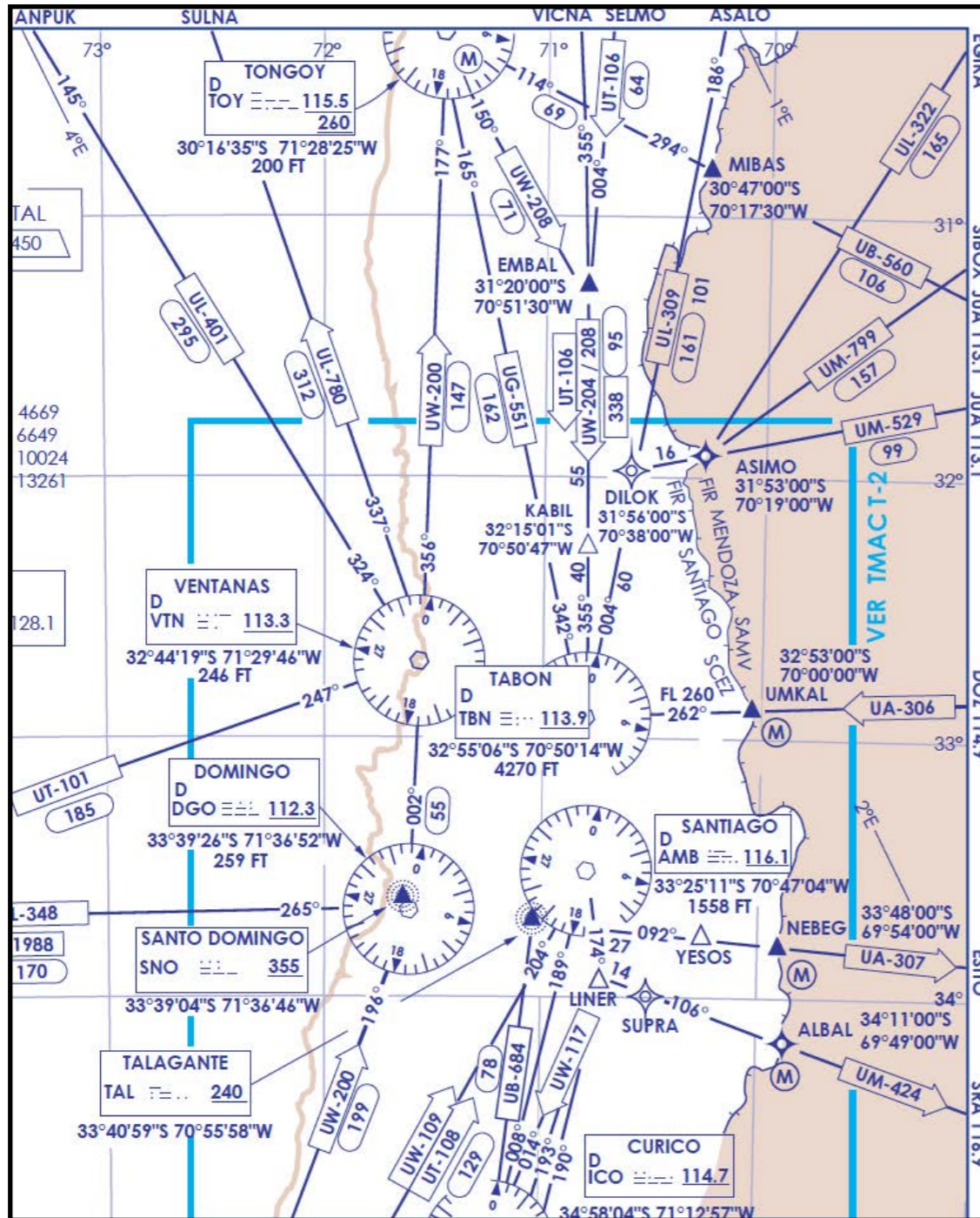
# FASE: VALIDACIÓN

Modelado del espacio aéreo

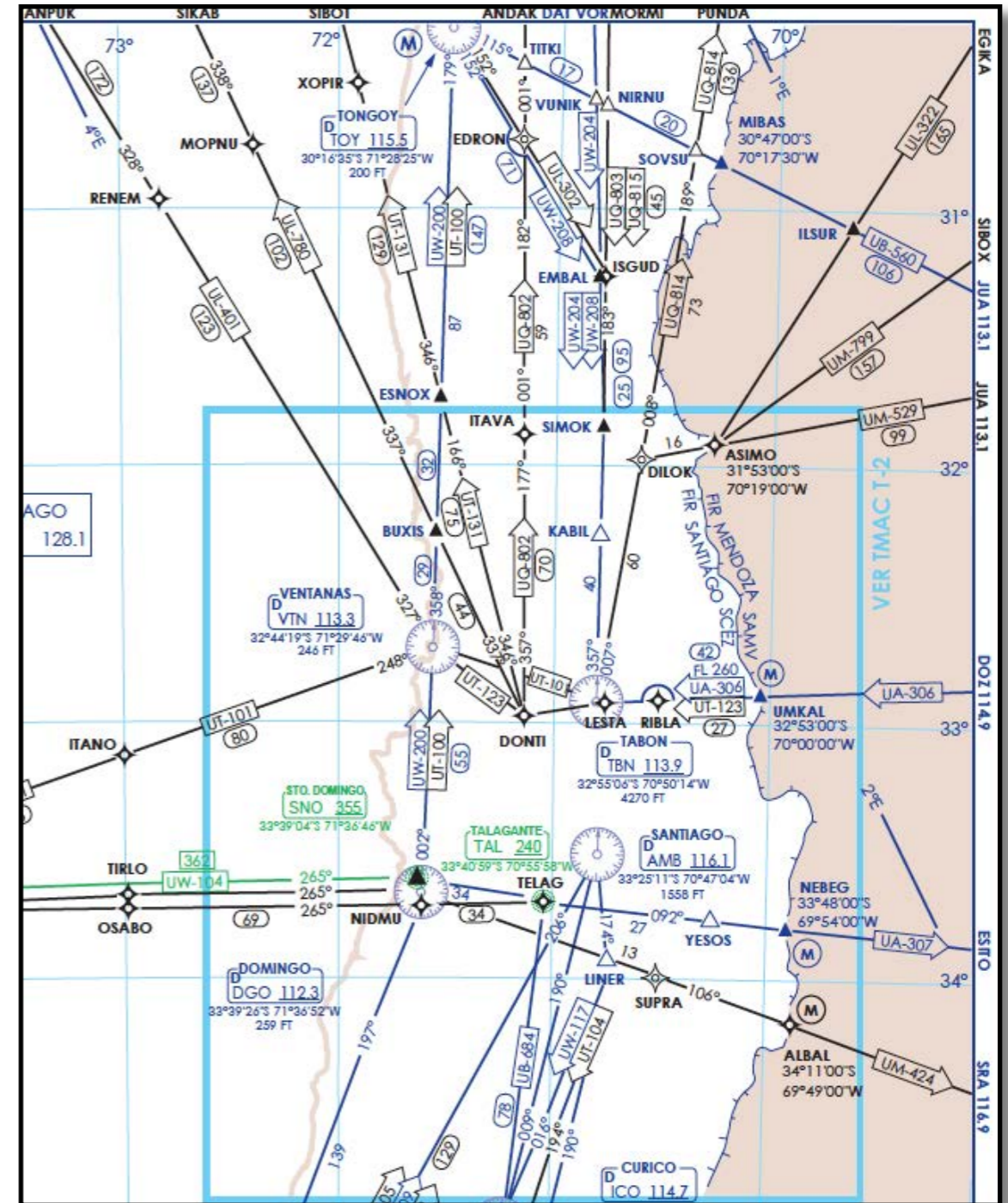


# TMA SANTIAGO

TMA convencional

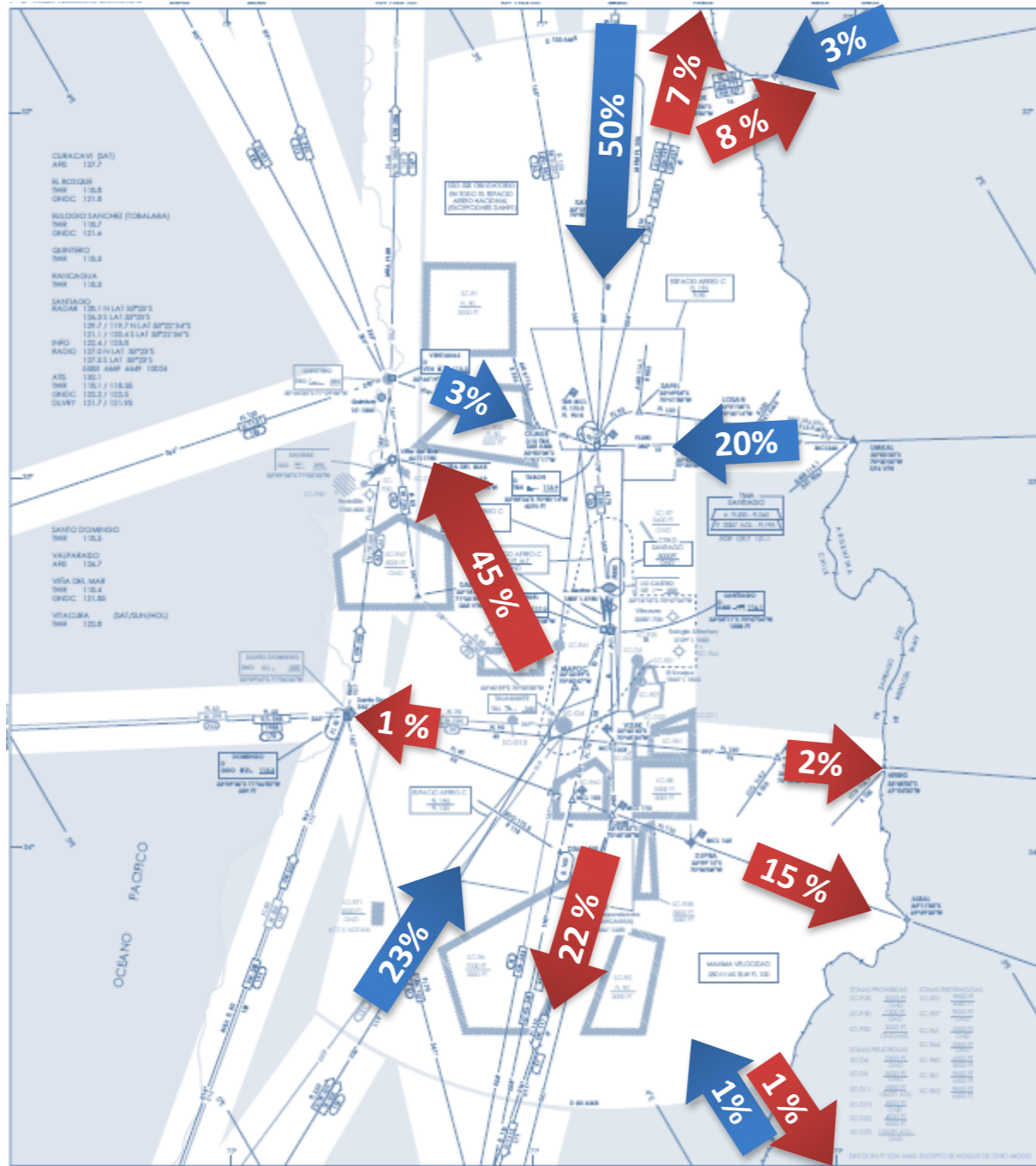


TMA basada en PBN

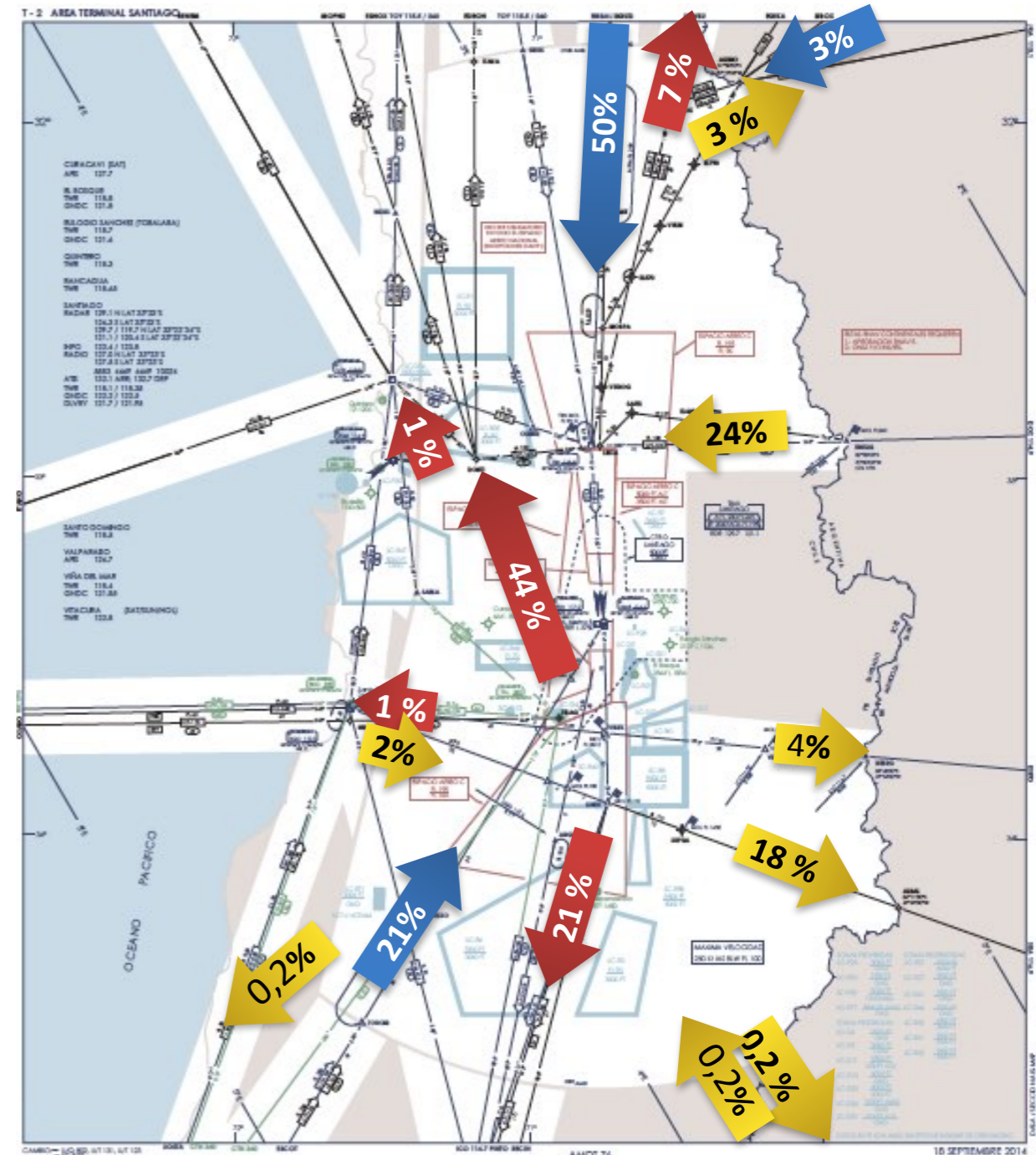


# TMA SANTIAGO

## Flujos antes Pampa



## Flujos Post-Pampa

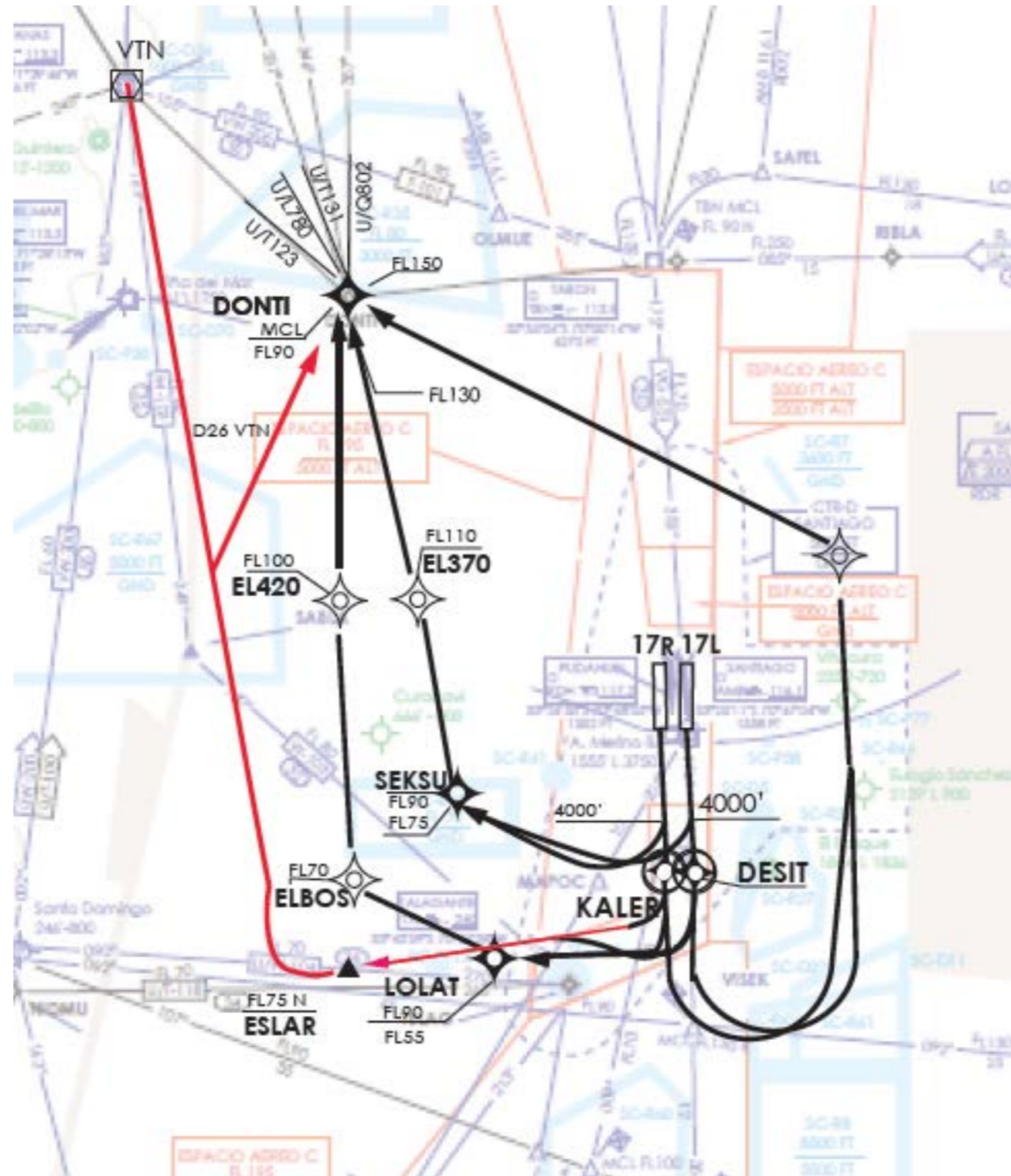


# FASE VALIDACIÓN IFSET

# FASE: VALIDACIÓN

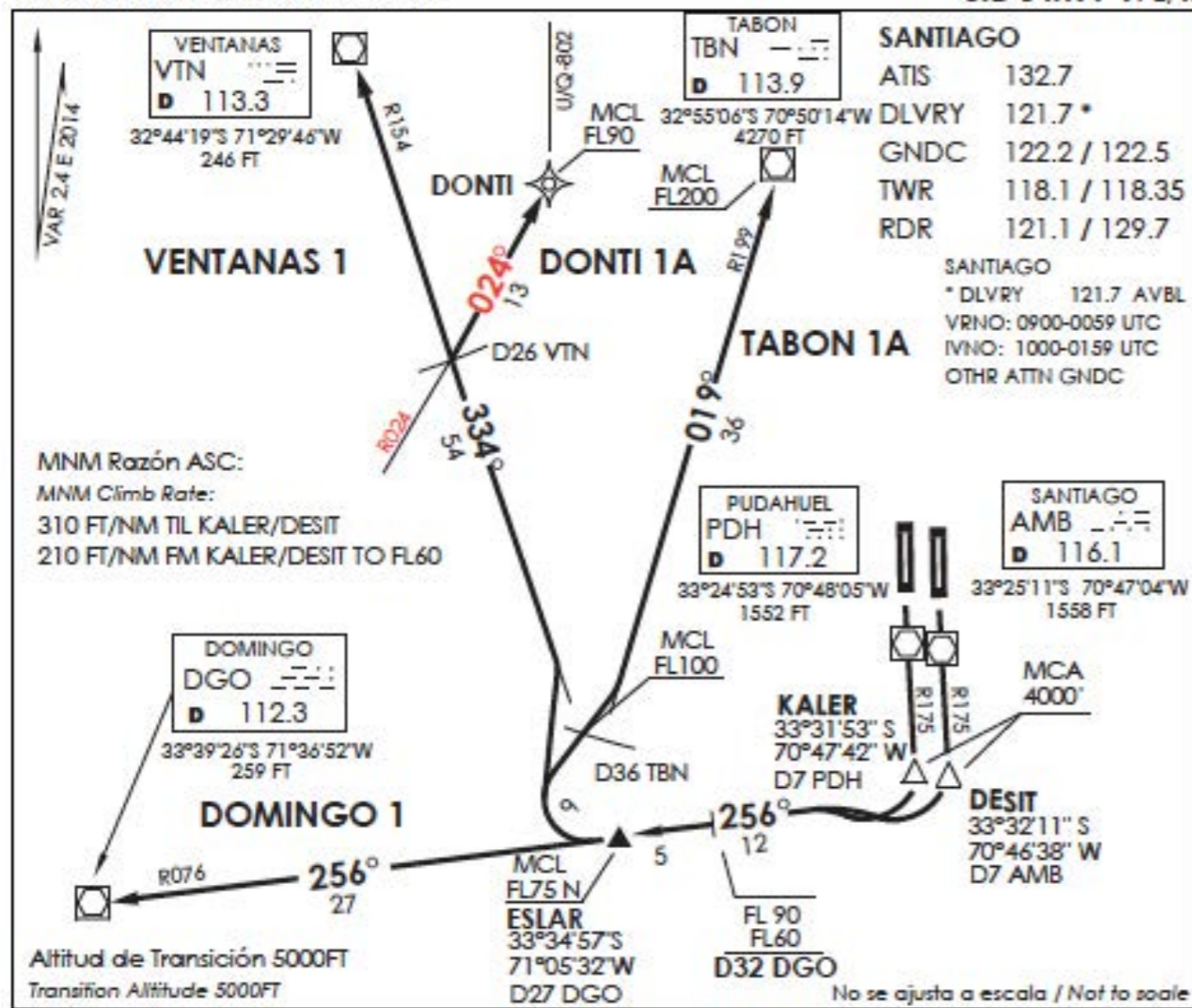
## IFSET





CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

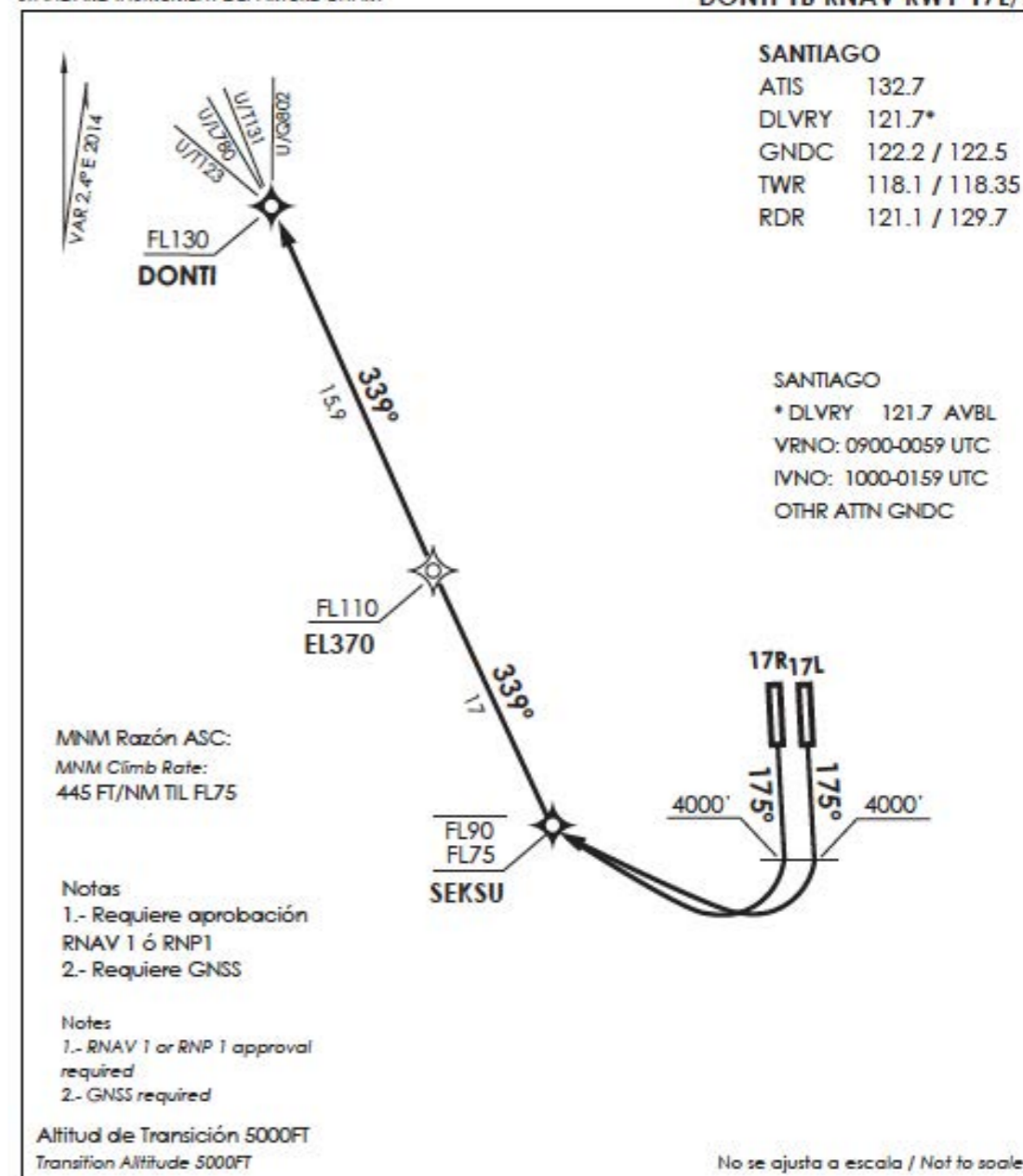
SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 4  
SID's RWY 17L/R



MNM Razón ASC:  
MNM Climb Rate:  
310 FT/NM TIL KALER/DESIT  
210 FT/NM FM KALER/DESIT TO FL60

CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 13  
DONTI 1B RNAV RWY 17L/R



MNM Razón ASC:  
MNM Climb Rate:  
445 FT/NM TIL FL75

- Notas  
1.- Requiere aprobación  
RNAV 1 ó RNP1  
2.- Requiere GNSS

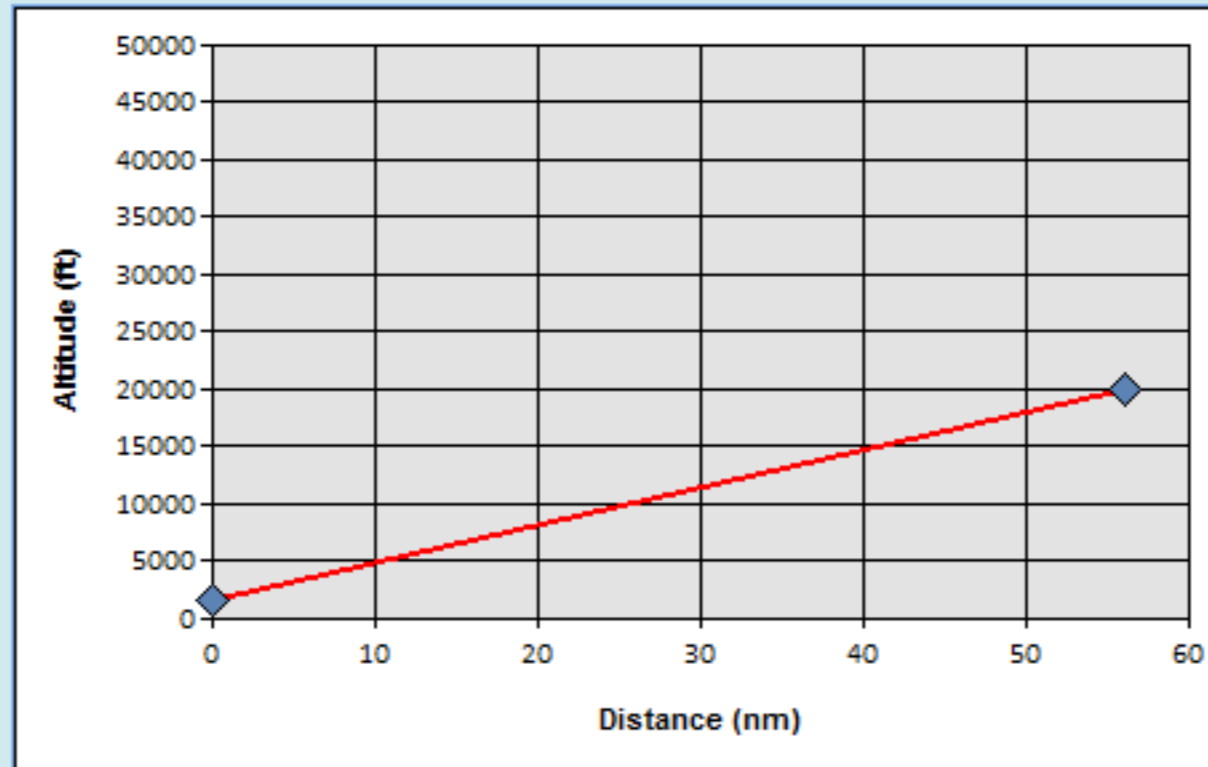
- Notes  
1.- RNAV 1 or RNP 1 approval  
required  
2.- GNSS required

Altitud de Transición 5000FT  
Transition Altitude 5000FT

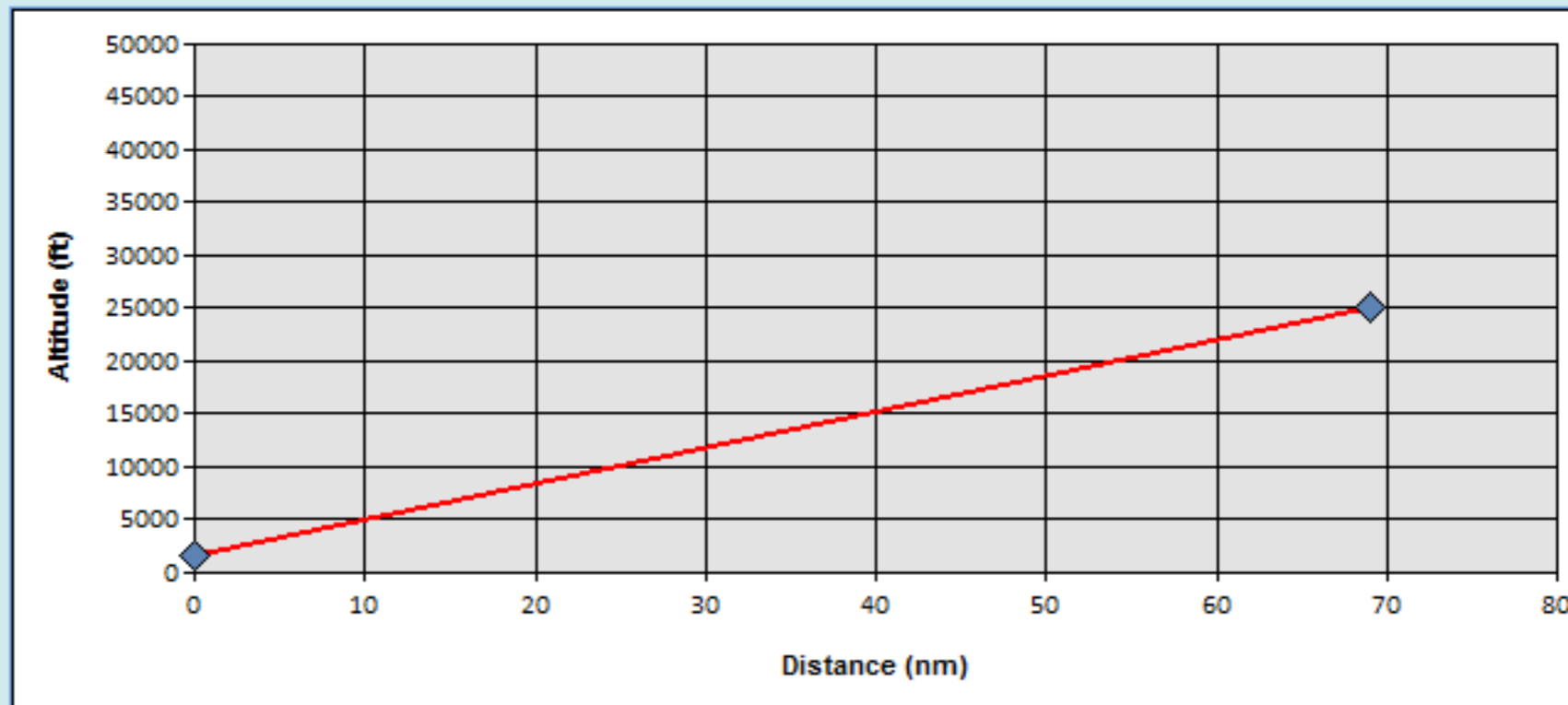
## GRAPHICAL VIEW OF SCENARIOS

Scenario **DONTI**

### New Procedure

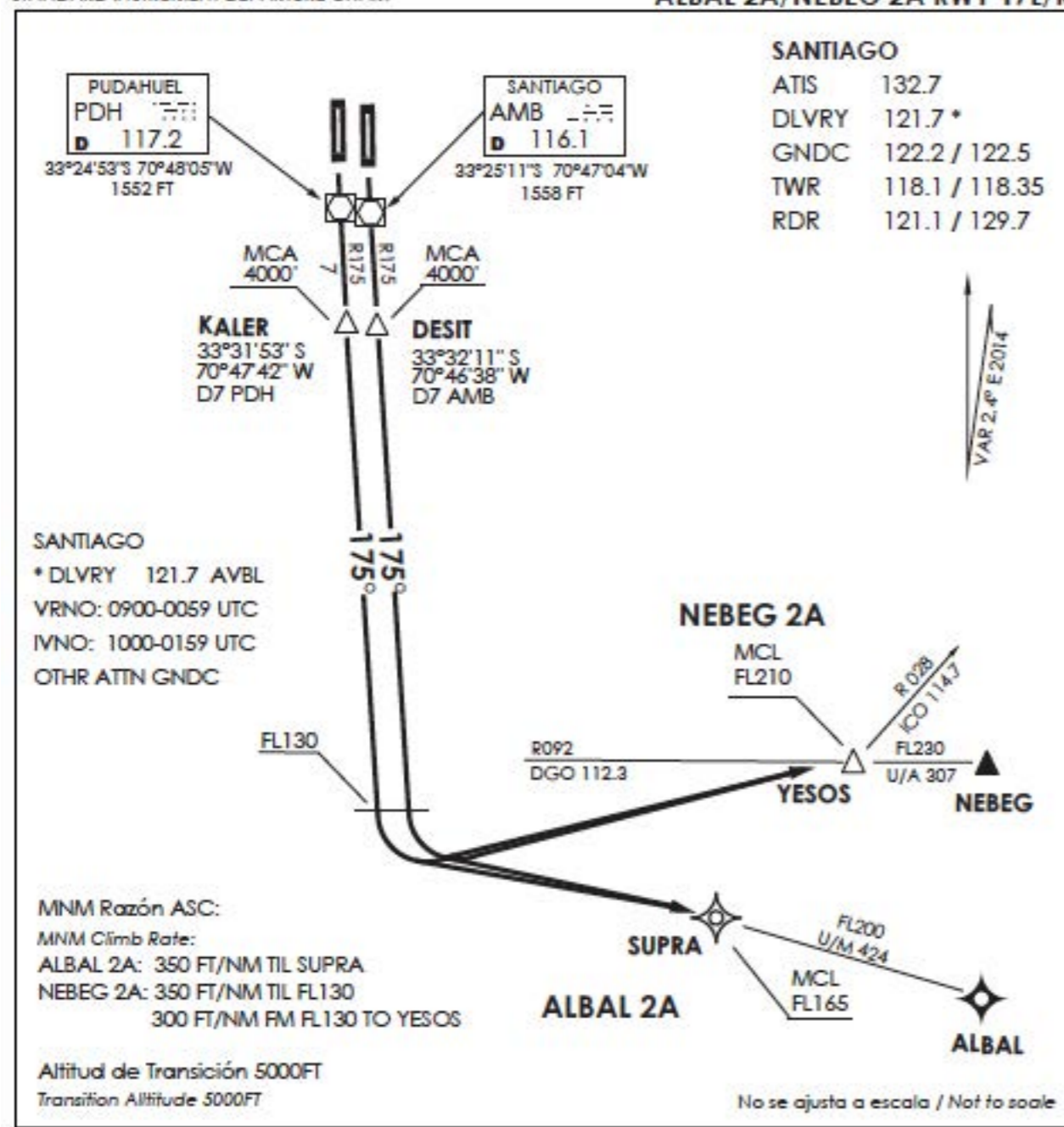


### Old Procedure



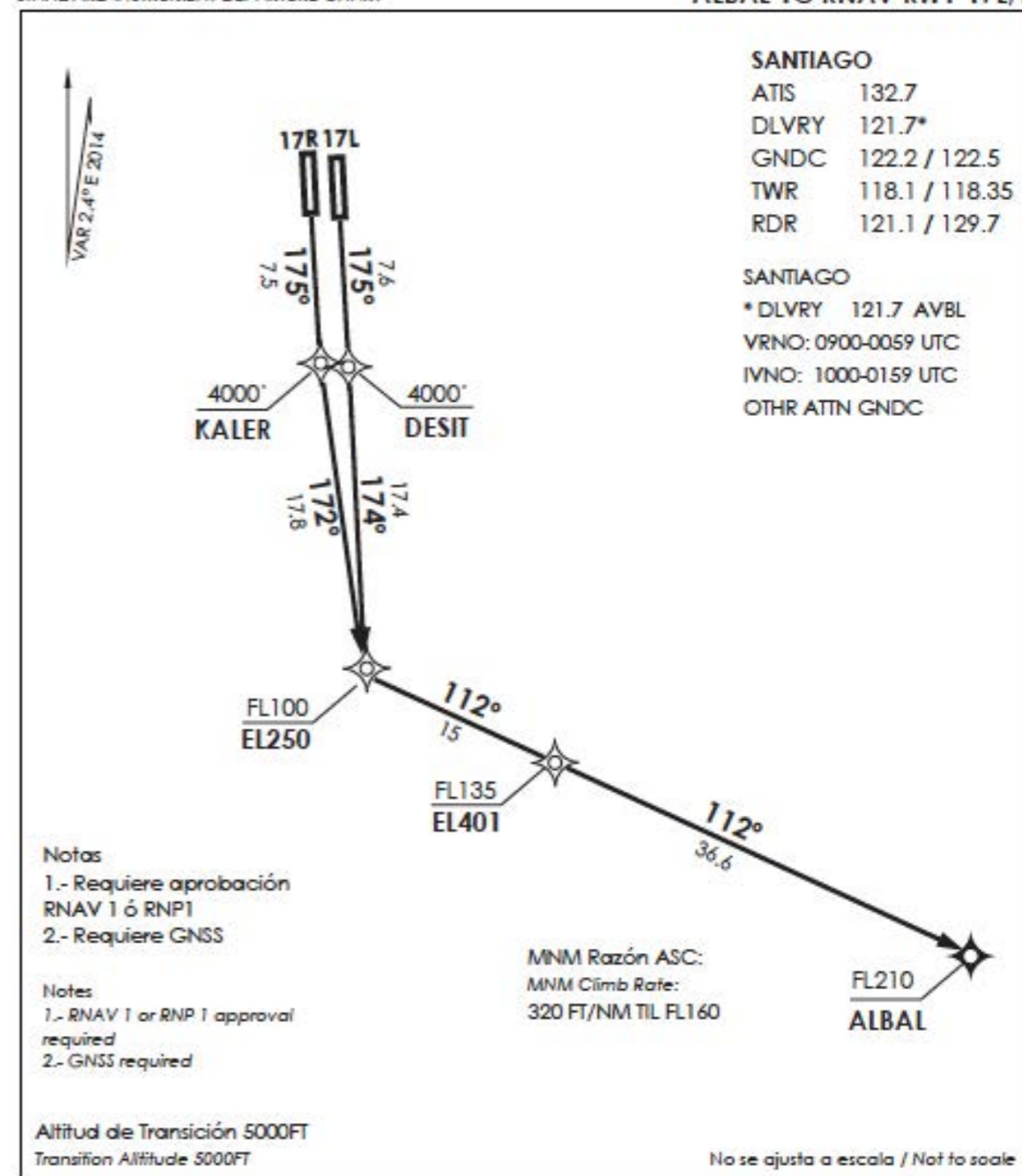
CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 1  
ALBAL 2A/NEBEG 2A RWY 17L/R



CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

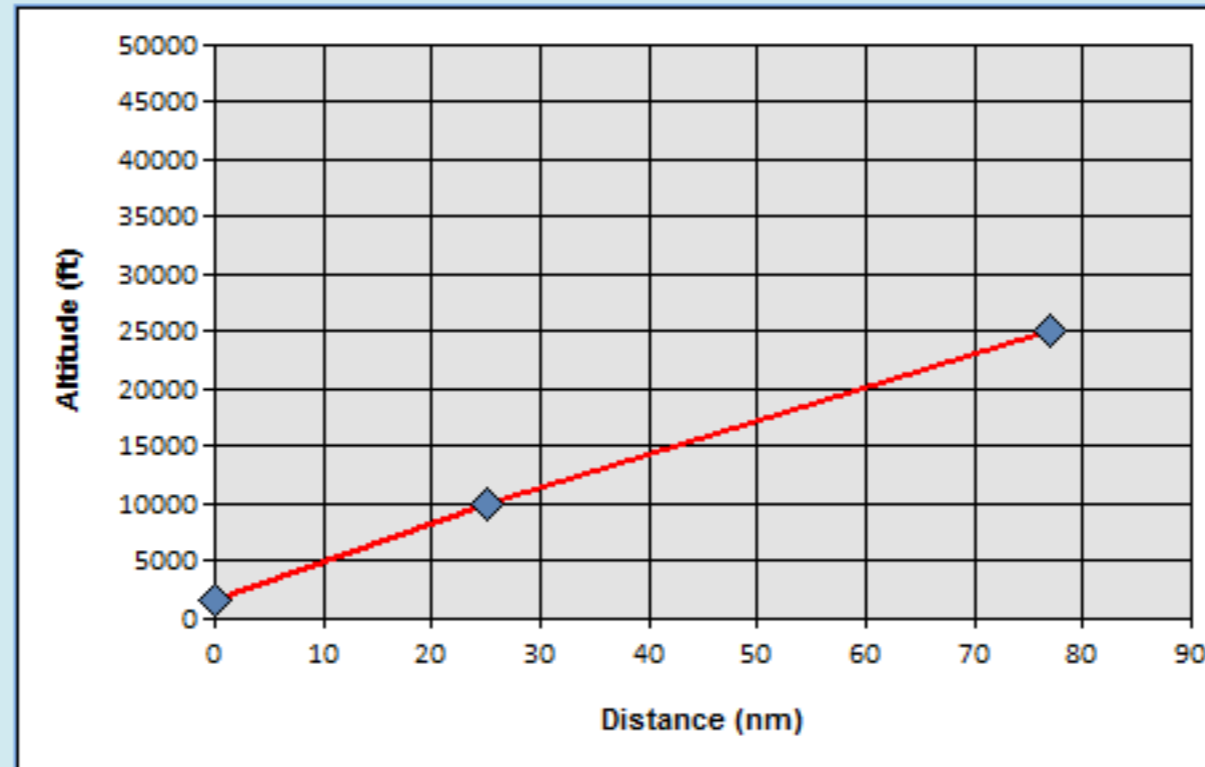
SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 17  
ALBAL 1C RNAV RWY 17L/R



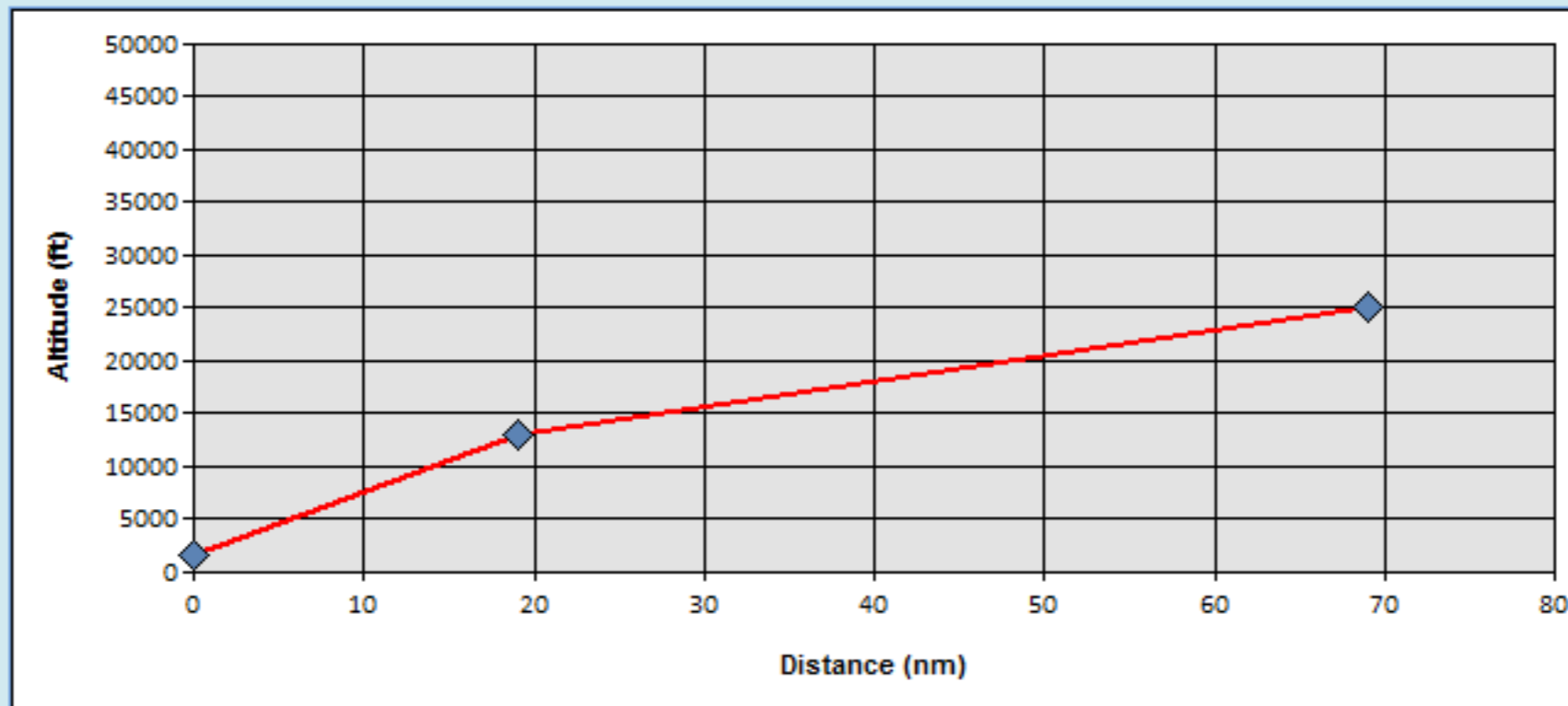
## GRAPHICAL VIEW OF SCENARIOS

Scenario **ALBAL**

### New Procedure



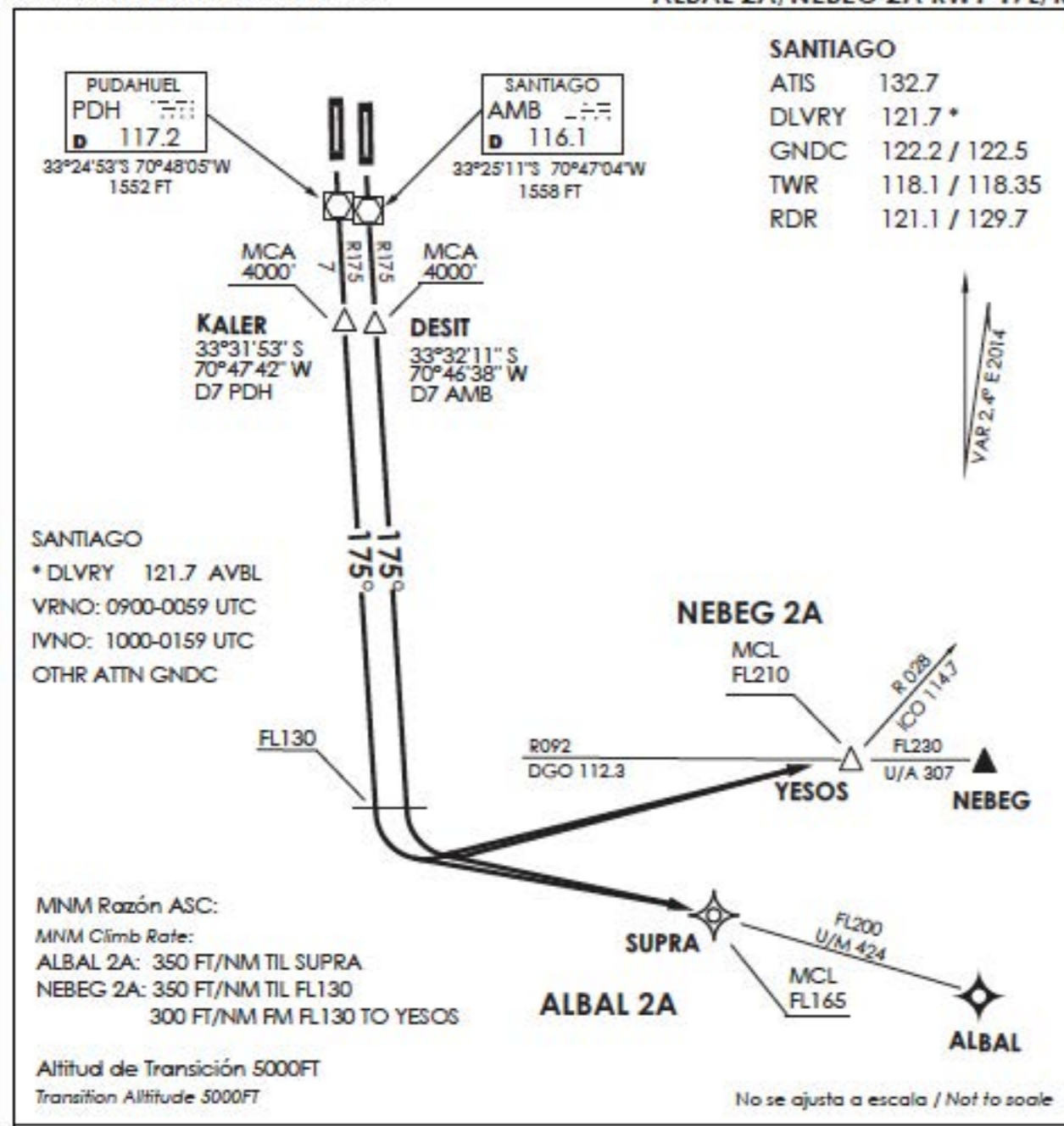
### Old Procedure





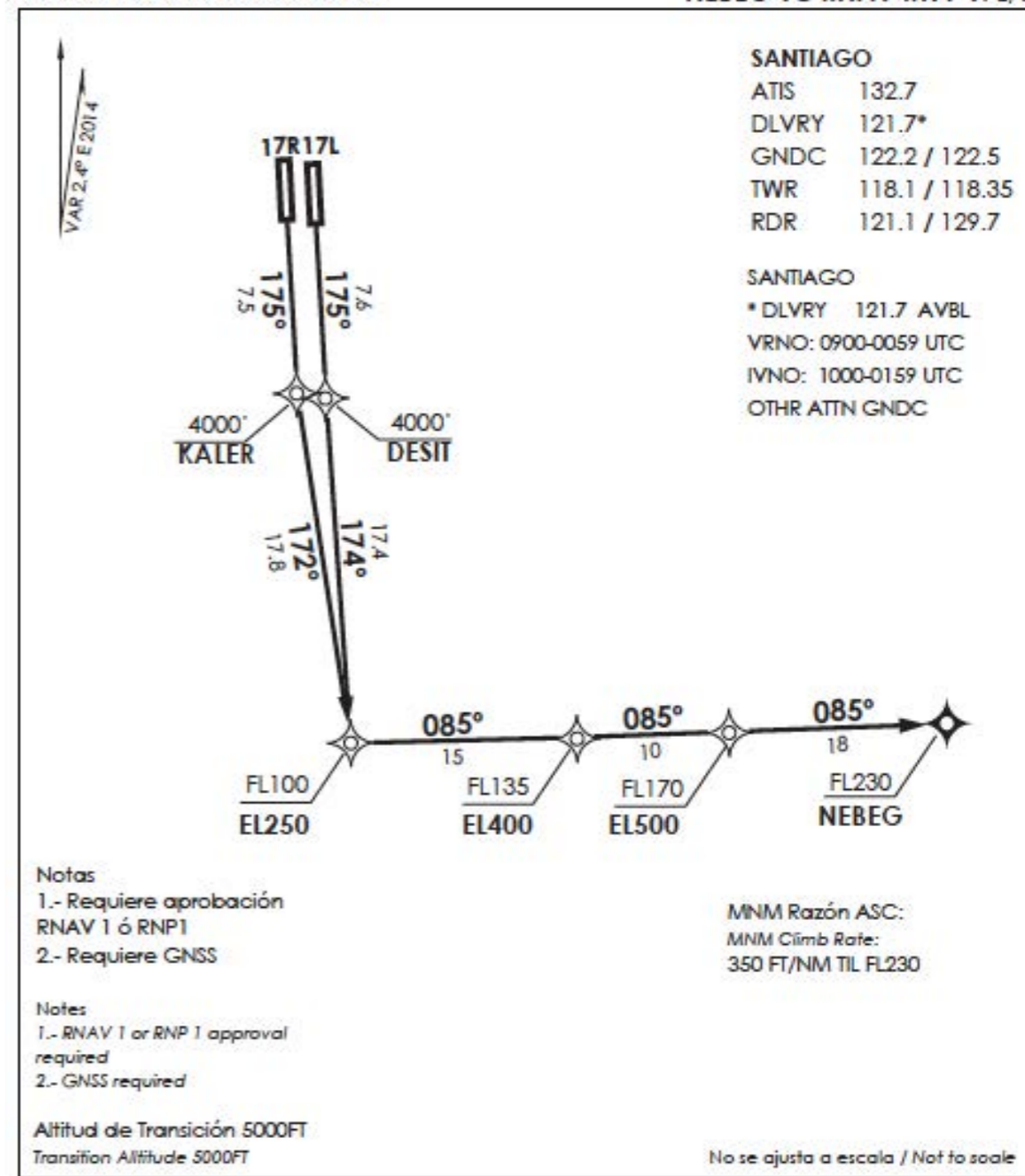
CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 1  
ALBAL 2A/NEBEG 2A RWY 17L/R



CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

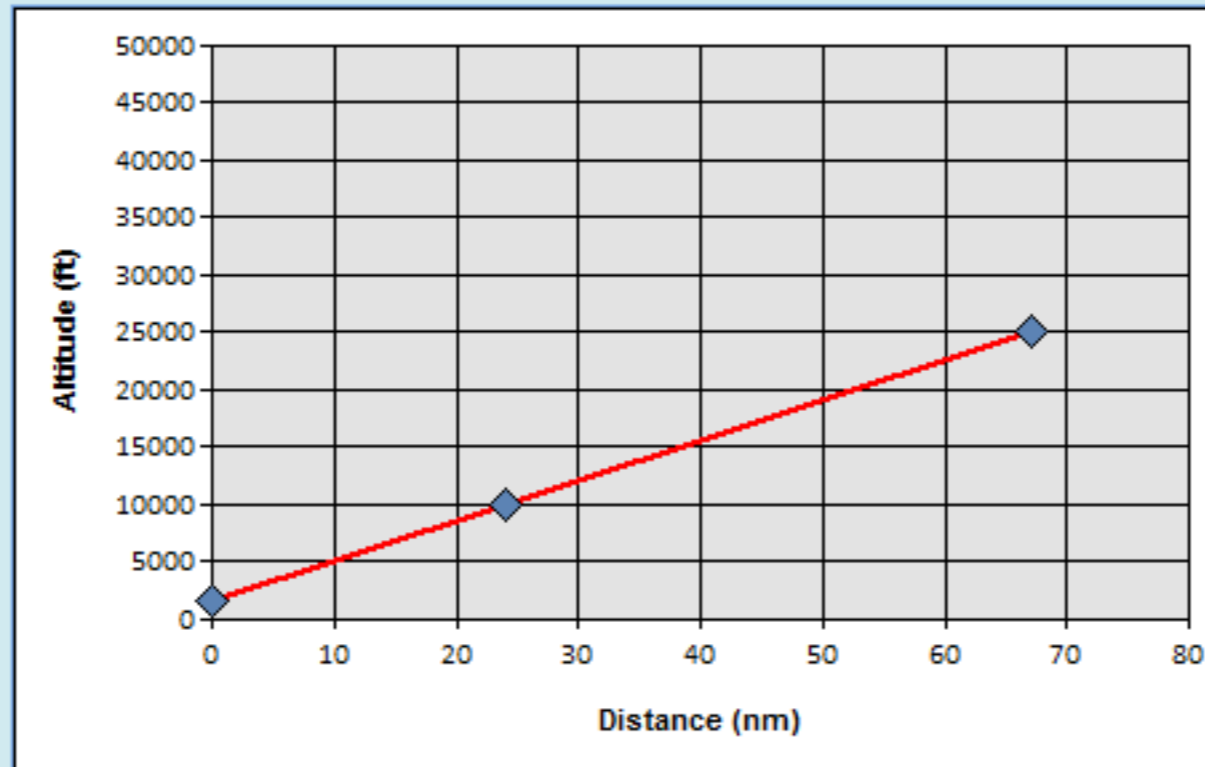
SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 16  
NEBEG 1C RNAV RWY 17L/R



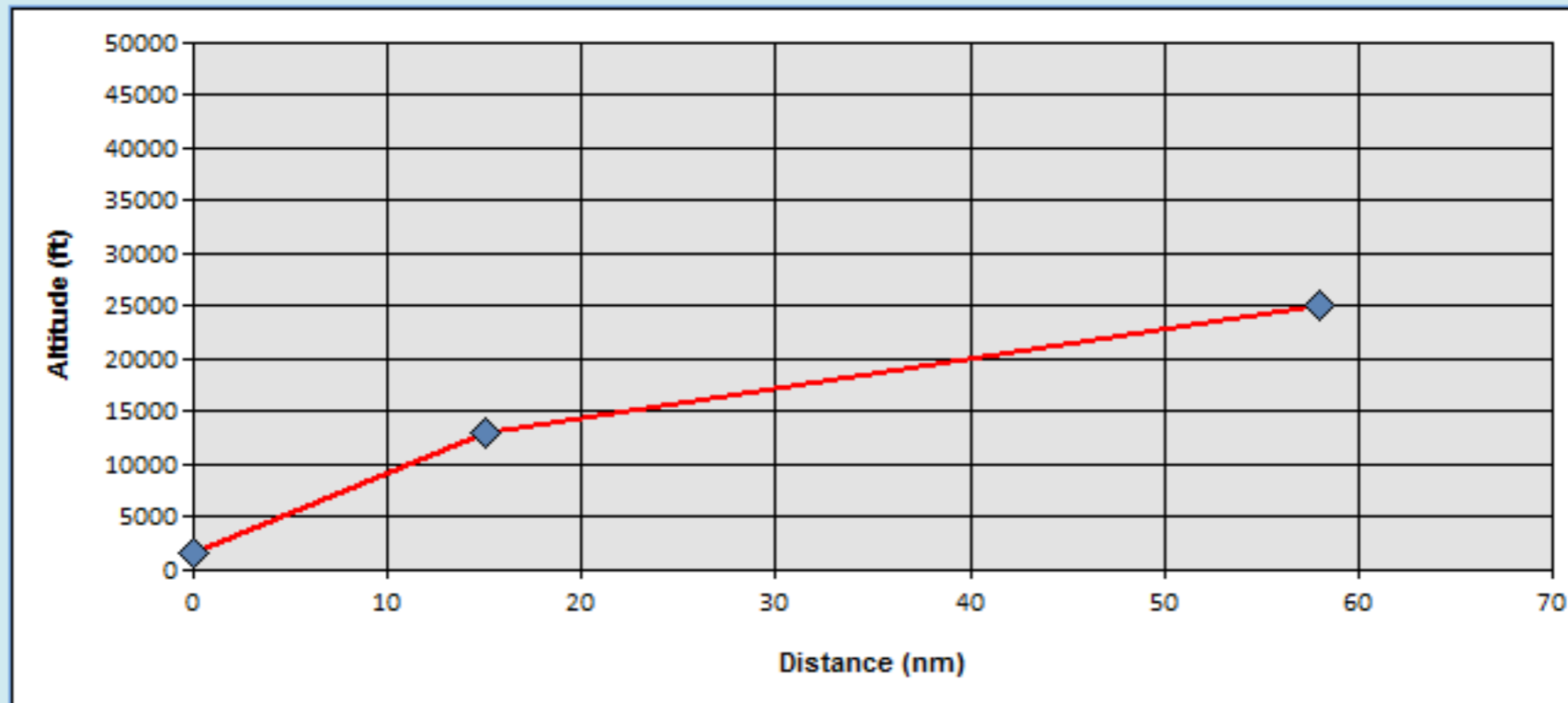
# GRAPHICAL VIEW OF SCENARIOS

Scenario **NEBEG**

### New Procedure

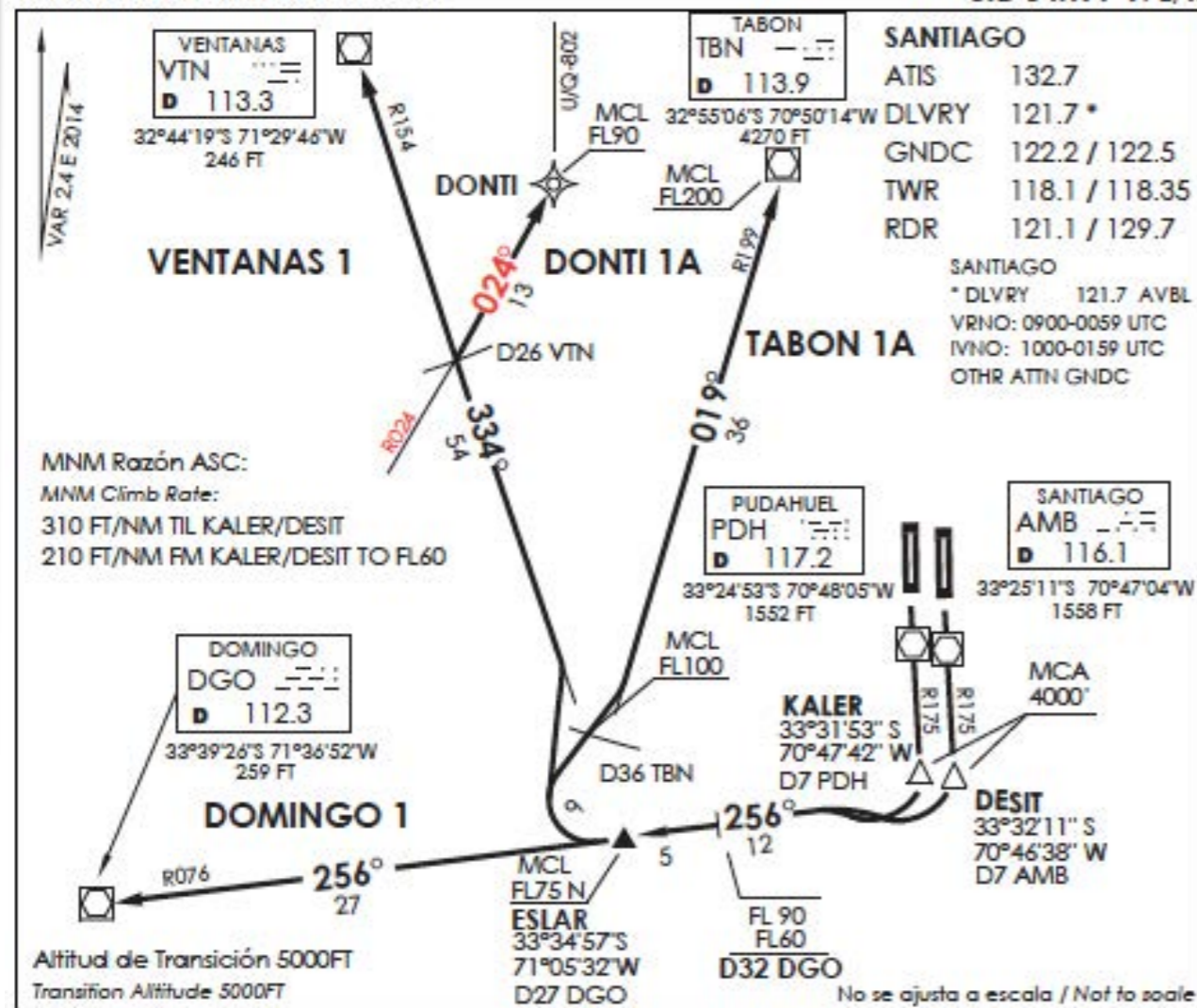


### Old Procedure



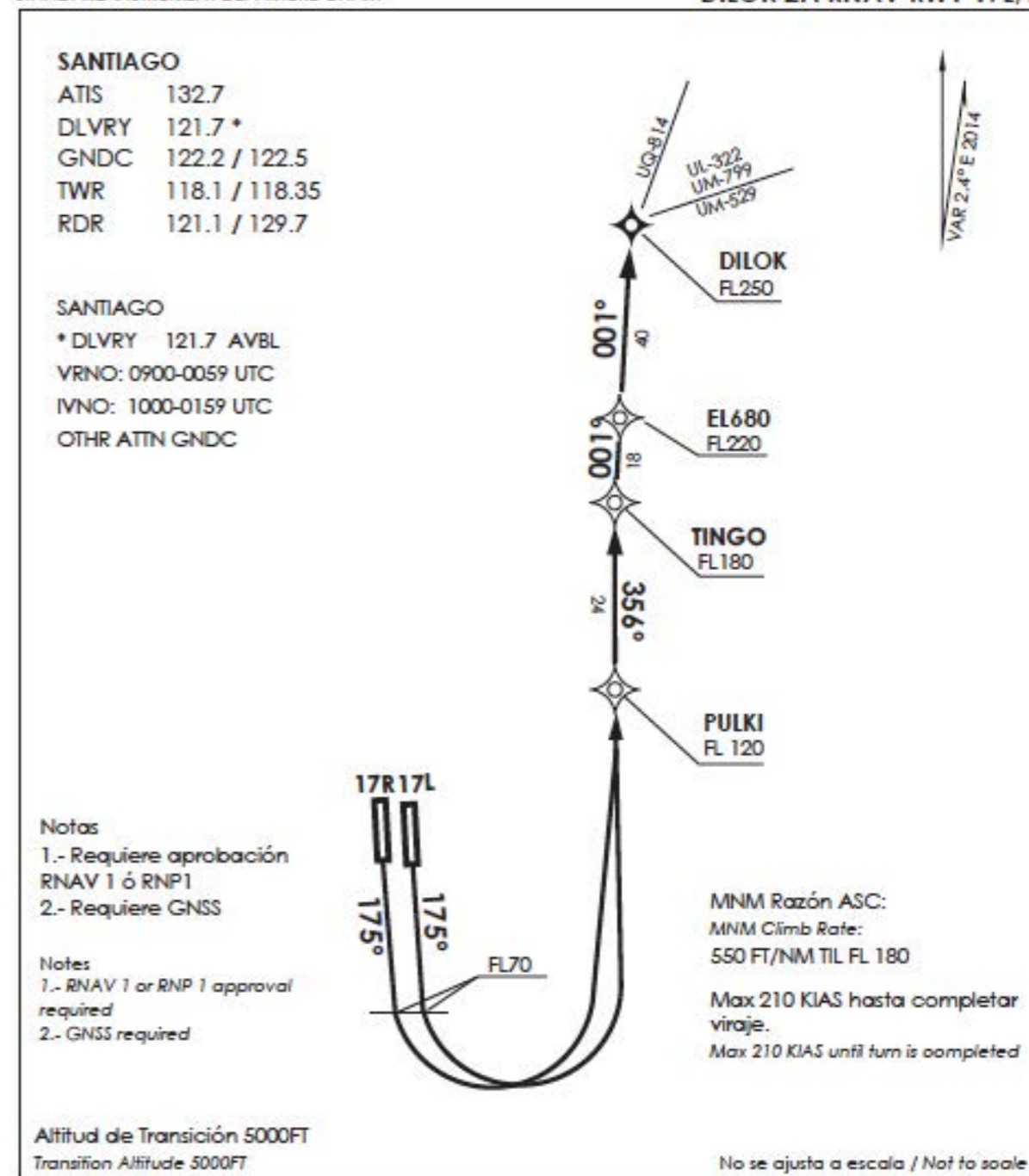
CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 4  
SID's RWY 17L/R



CARTA DE SALIDA NORMALIZADA  
VUELO POR INSTRUMENTOS  
STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE CHART

SANTIAGO - AP ARTURO MERINO BENITEZ  
SCEL - SID 9  
DILOK 2A RNAV RWY 17L/R

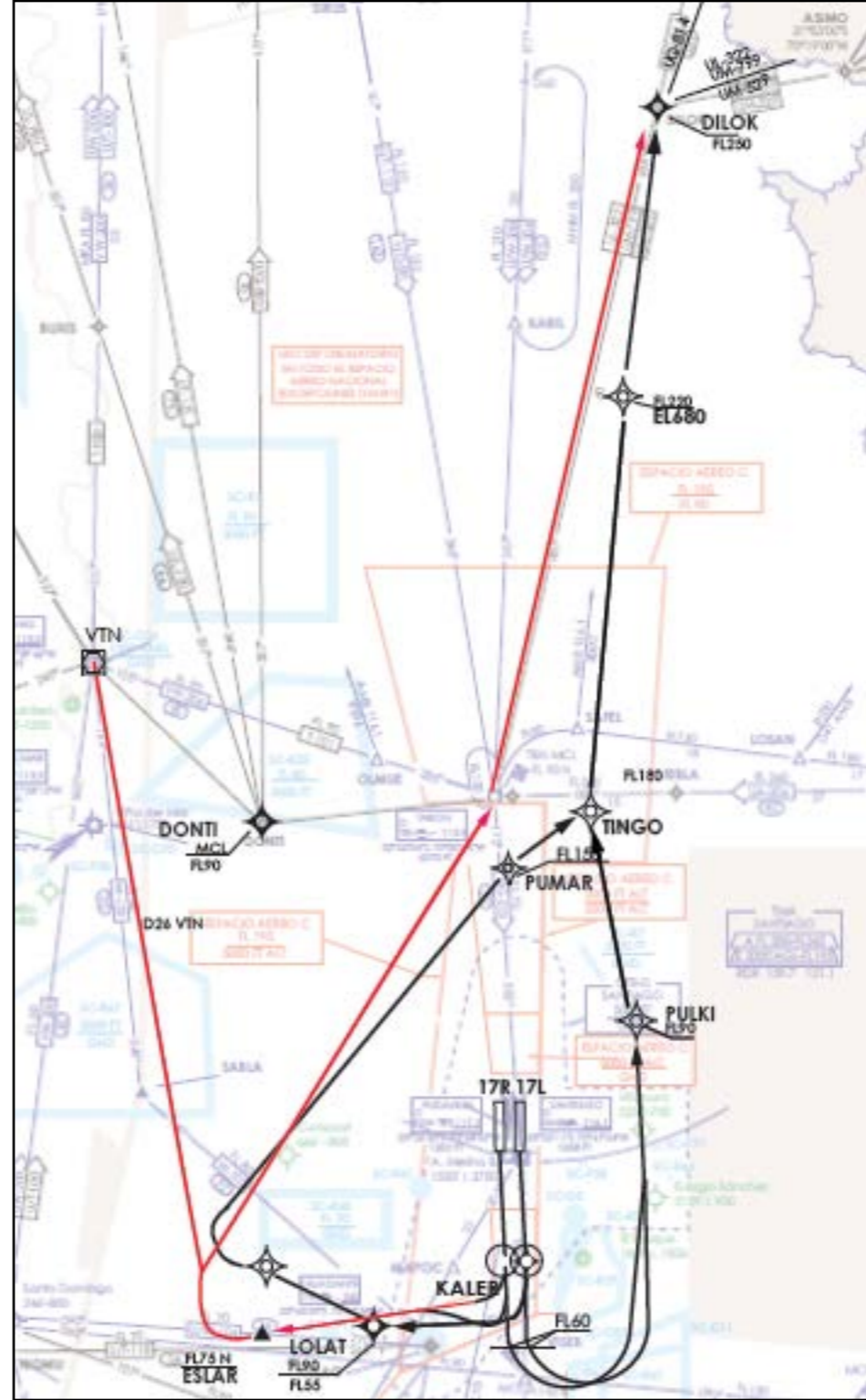


- Notas
- 1.- Requiere aprobación RNAV 1 ó RNP1
  - 2.- Requiere GNSS

- Notes
- 1.- RNAV 1 or RNP 1 approval required
  - 2.- GNSS required

Altitud de Transición 5000FT  
Transición Altitude 5000FT

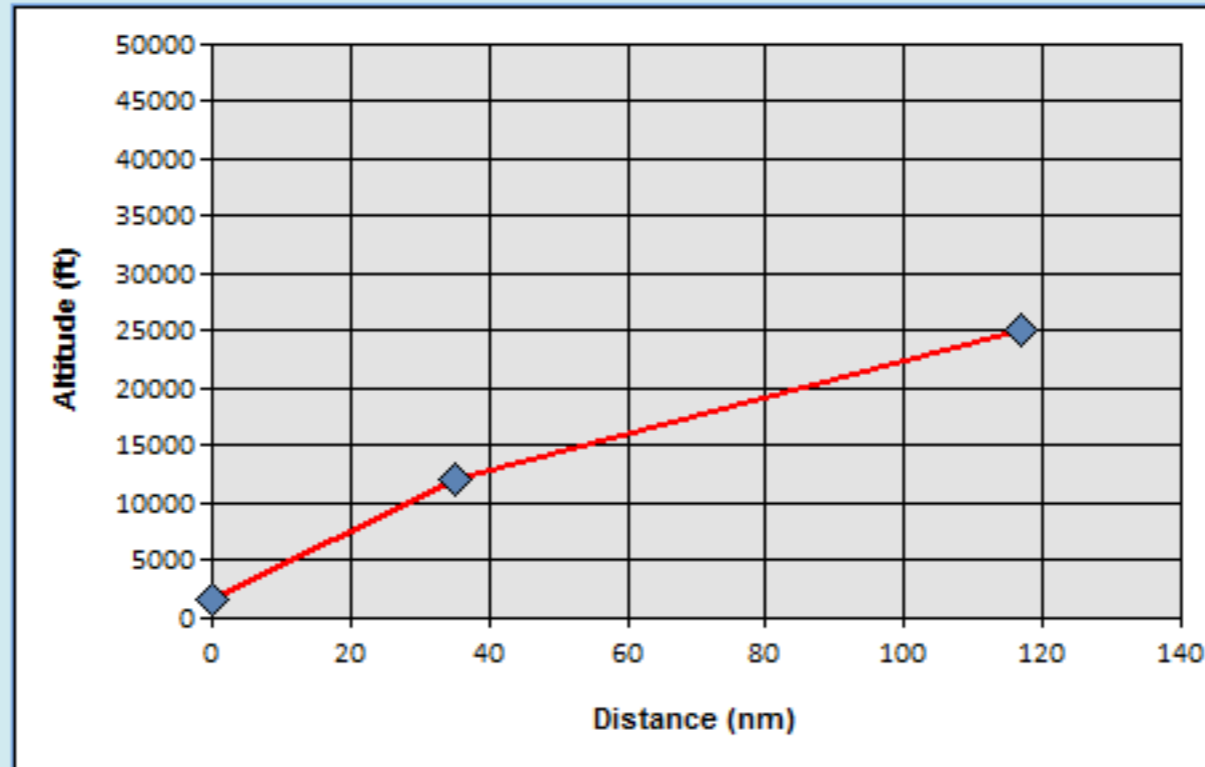
No se ajusta a escala / Not to scale



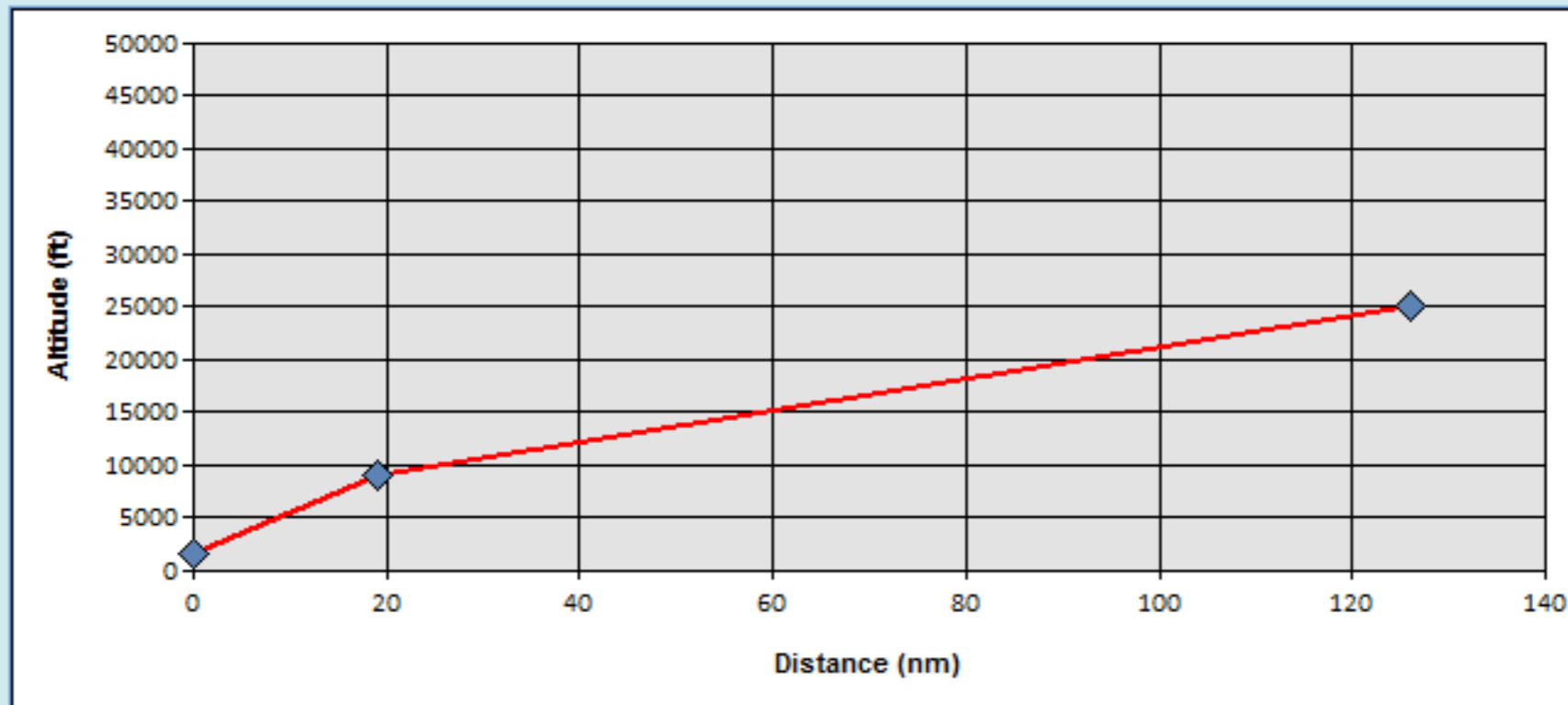
## GRAPHICAL VIEW OF SCENARIOS

Scenario **DILOK 2A**

### New Procedure



### Old Procedure



Fuel Savings Report

### Estimated Fuel Savings Report

© ICAO 2011

Scenario	Old Fuel Consumption (Kg)	New Fuel Consumption (Kg)	Savings (Kg)	Savings (%)
ALBAL	1777200	1770700	-6500	-0,4
DILOK 1B	56800	55200	-1600	-2,8
DILOK 2A	810900	776600	-34300	-4,2
DONTI	3659100	3246700	-412400	-11,3
NEBEG	256100	248300	-7800	-3,0

SID	AHORRO MENSUAL			AHORRO ANUAL
	%	COMBUSTIBLE (Kgs)	CO <sub>2</sub> (Kgs)	CO <sub>2</sub> (Ton)
<b>ALBAL</b>	0,4%	6.500	20.540	246,5
<b>DILOK 1B</b>	2,8%	1.600	5.056	60,7
<b>DILOK 2A</b>	4,2%	34.300	108.388	1.300
<b>DONTI</b>	11,3%	412.400	1.303.184	15.638
<b>NEBEG</b>	3,0%	7.800	24.648	295,8
				<b>17.541</b>

STAR	AHORRO MENSUAL			AHORRO ANUAL
	%	COMBUSTIBLE (Kgs)	CO <sub>2</sub> (Kgs)	CO <sub>2</sub> (Ton)
<b>SIMOK</b>	-0,6%	-4.300	-13.588	-163
<b>UMKAL</b>	0,0%	100	316	3,8

# FASE VALIDACIÓN SMS

# FASE: VALIDACIÓN

## Identificación de peligros y gestión de los riesgos de seguridad operacional

Tipo de operación o actividad	Peligro genérico	Componentes específicos del peligro	Consecuencias relacionadas con el peligro	Defensas existentes para controlar los riesgos de seguridad operacional e índice de los riesgos de seguridad operacional	Otras medidas para reducir los riesgos de seguridad operacional e índice de los riesgos de seguridad operacional resultante
Actividades de Control de Tránsito Aéreo	Incapacidad de las aeronaves de mantener ruta RNAV	Operación con base de datos de las aeronaves desactualizadas.	Procedimientos RNAV no disponibles	Procedimientos convencionales	Entrenamiento para enfrentar contingencias
		Desviación de debido a fallas de los equipos	Pérdida de espaciamiento entre derrotas	Publicación de procedimientos ante falla de equipos	
		Desviación debido a eventos de contingencia		Definir y publicar rutas alternativas	
	Degradación de sistemas	Navegación: GNSS,	Requiere mayor espaciamiento entre rutas	Monitoreo RAIM	
		Vigilancia		Uso de tabla de niveles de crucero	
		Comunicaciones: VHF, HF, CPDLC		Comunicaciones vía enlace de datos	
	Falta de cobertura de radioayudas	No disponibilidad de alternativa de navegación	Se requiere INS/IRU o GNSS	Publicar en la AIP las áreas sin coberturas de radioayudas	Aprobación operacional RNP2

# FASE: VALIDACIÓN

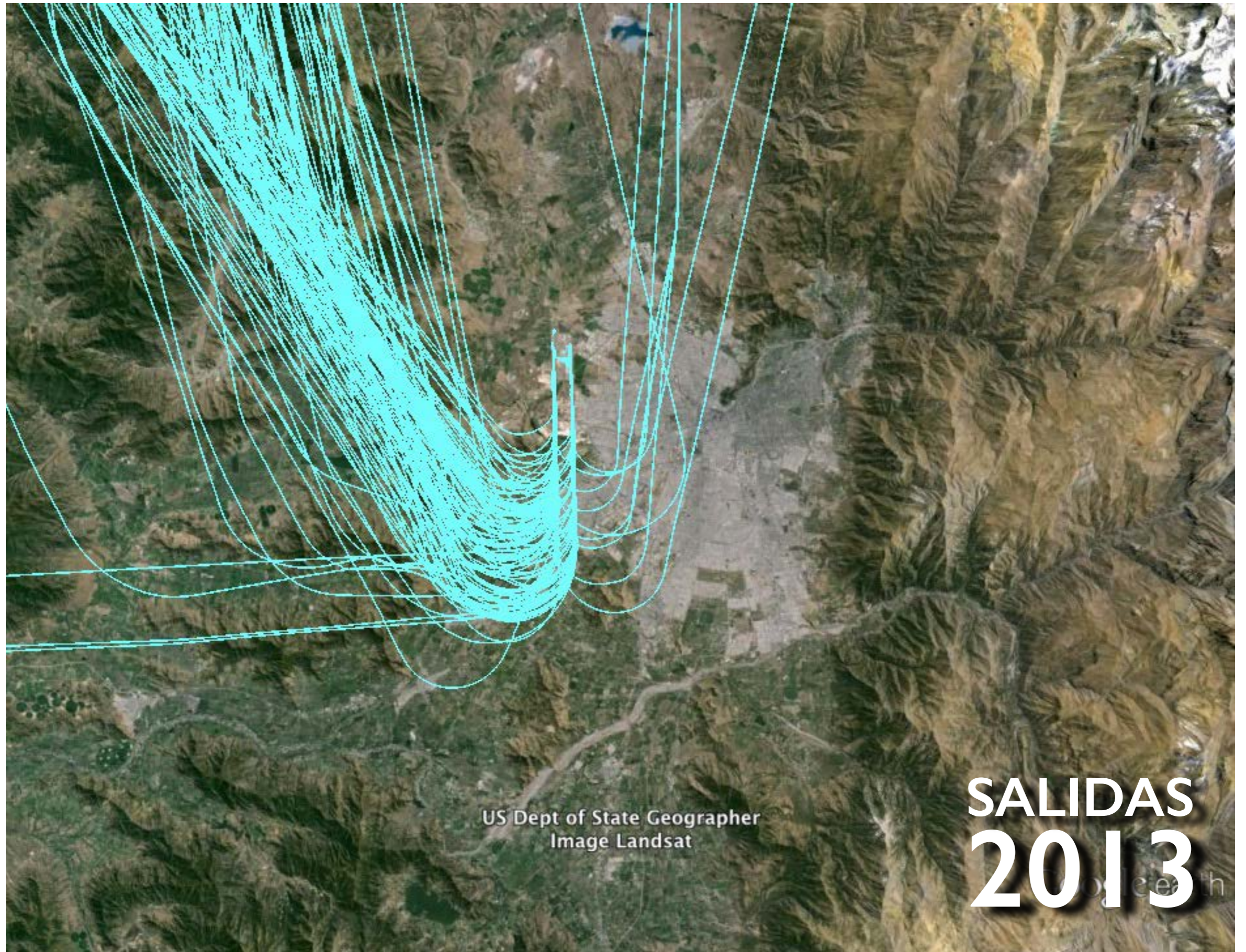
## Identificación de peligros y gestión de los riesgos de seguridad operacional

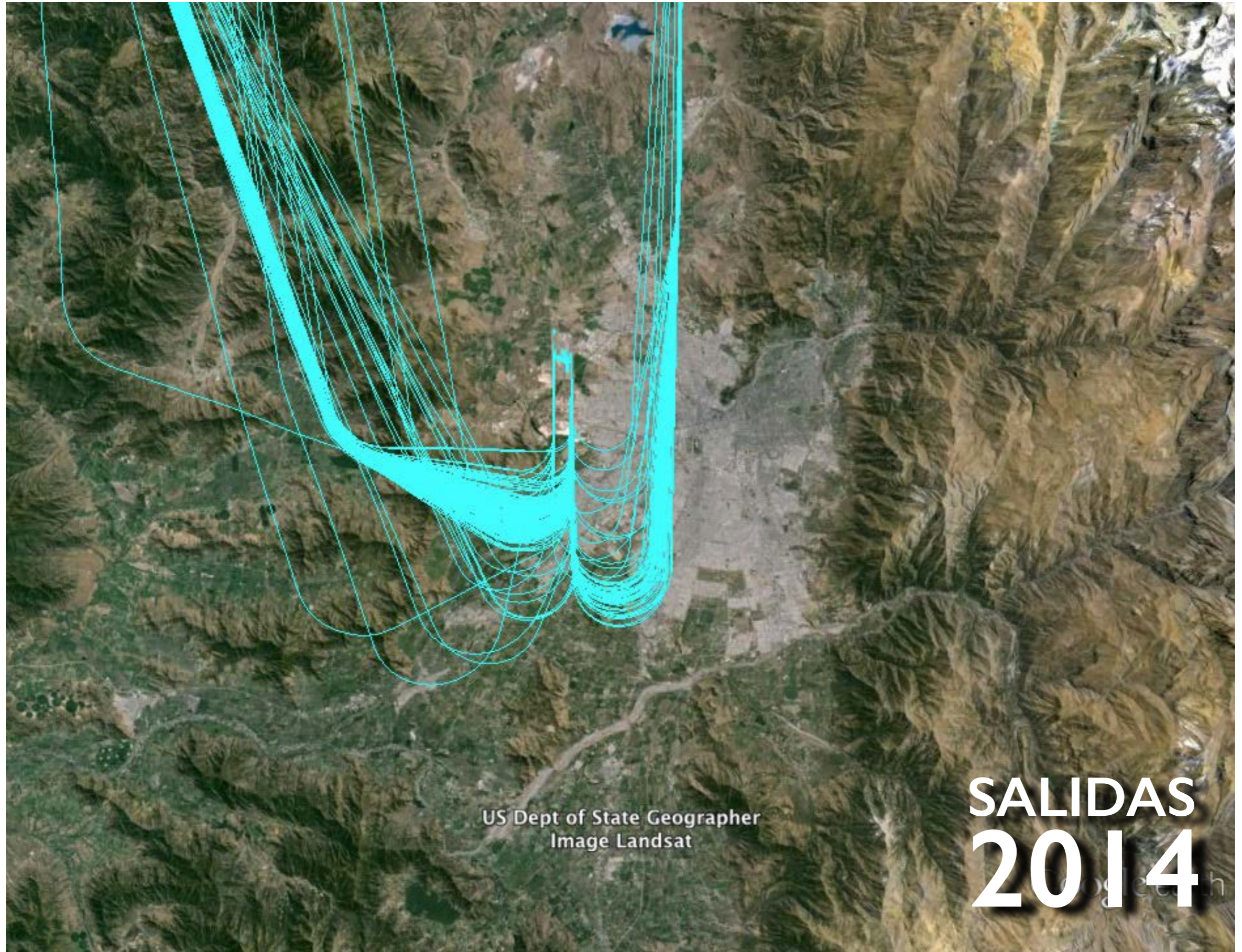
Tipo de operación o actividad	Peligro genérico	Componentes específicos del peligro	Consecuencias relacionadas con el peligro	Defensas existentes para controlar los riesgos de seguridad operacional e índice de los riesgos de seguridad operacional	Otras medidas para reducir los riesgos de seguridad operacional e índice de los riesgos de seguridad operacional resultante
Actividades de Control de Tránsito Aéreo	Efectos naturales	Cenizas volcánicas	Usar rutas alternativas	Publicación de ASHTAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de contingencias para replanificar el tránsito.</li> <li>• Enlaces de datos</li> </ul>
		Tormentas solares	Falla en recepción de COM,NAV	Publicación de NOTAM de alertas	
		Condiciones meteorológicas	Usar rutas alternativas		
	Deficiencias en coordinación civil-militar	Ocupación de rutas RNAV	Actividades no controladas	Memorandum civil-militar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamientos,</li> <li>• Simulaciones,</li> <li>• talleres de coordinación</li> </ul>
	Aumento de carga de trabajo del ATCO.	Se sobrepasa la capacidad del ATCO	Pérdida de conciencia situacional y de vigilancia	Determinar capacidad de sectores ATC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrenamientos,</li> <li>• Simulaciones</li> </ul>

# FASE: VALIDACIÓN

Los procedimientos diseñados han sido evaluados a través ejercicios de simulación ATC o de ensayos reales.

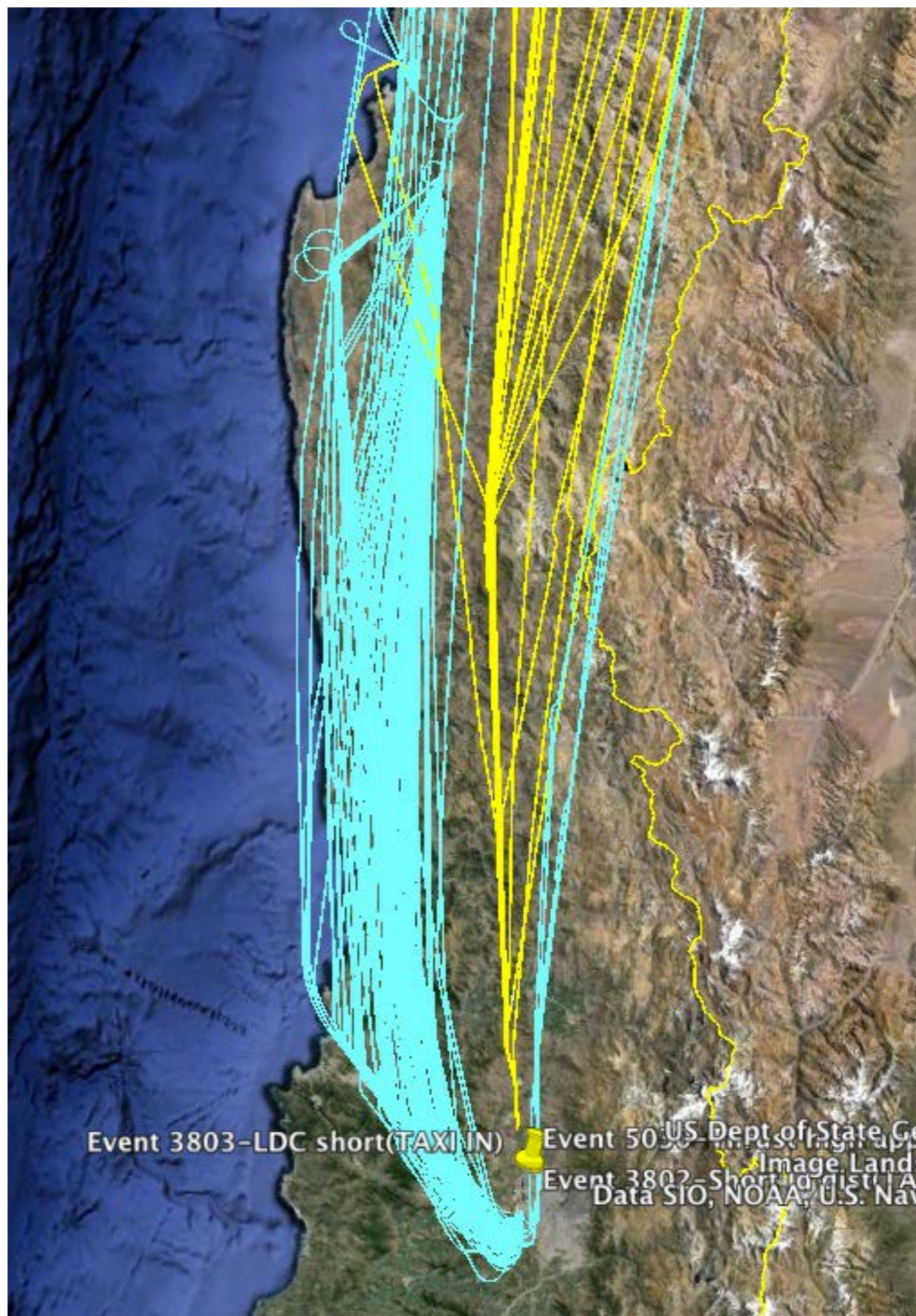
ENSAYOS ATC REALES	
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• el método de validación más preciso</li><li>• se recopilan datos reales</li><li>• reúne información de todos los usuarios</li><li>• buena aceptación de los resultados por los usuarios</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• consideraciones sobre seguridad operacional/riesgo</li><li>• necesidad de análisis posteriores al ensayo muy detallados</li><li>• alcance ilimitado</li><li>• flexibilidad limitada</li></ul>





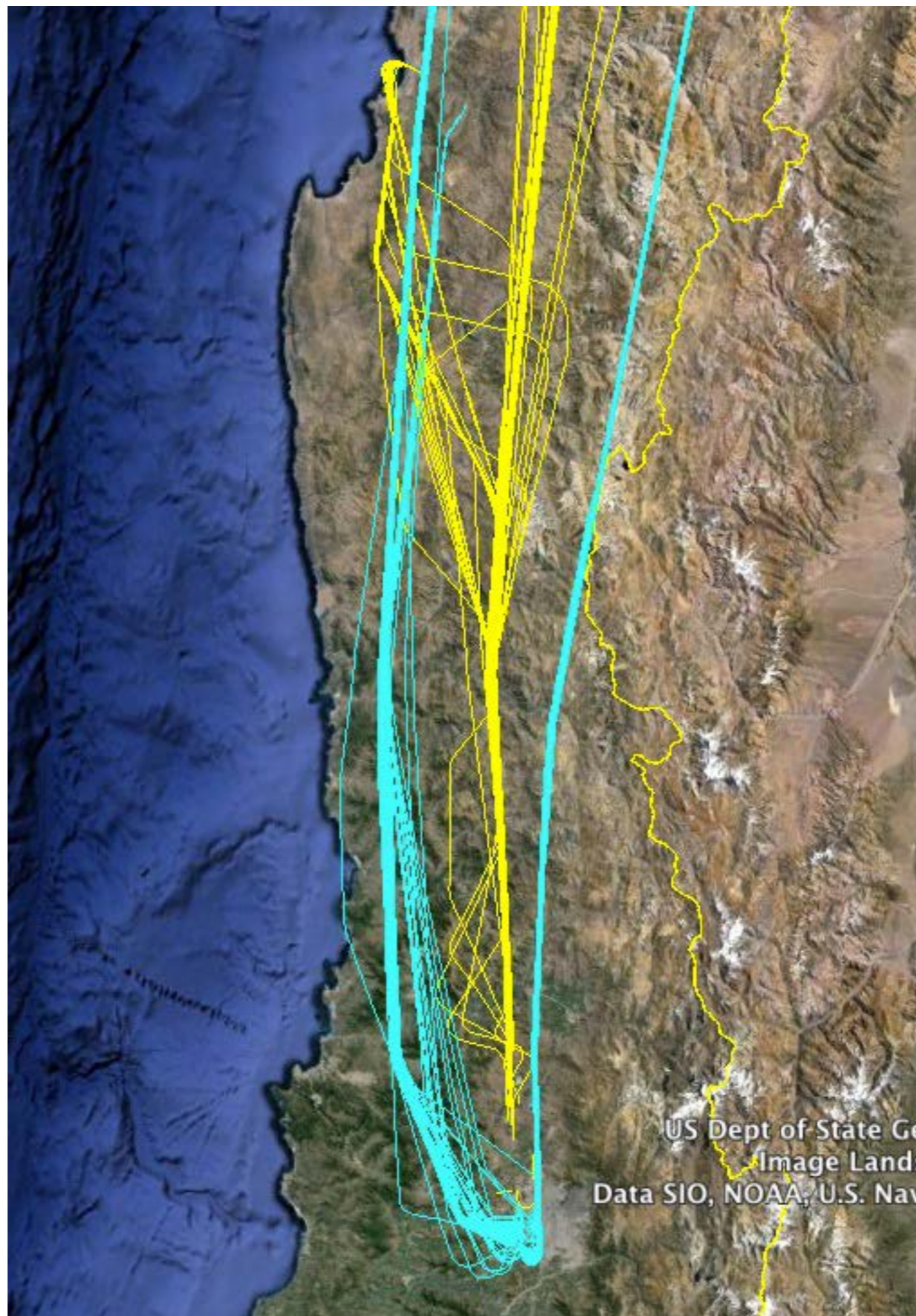
# 2013

## LLEGADAS Y SALIDAS



# 2014

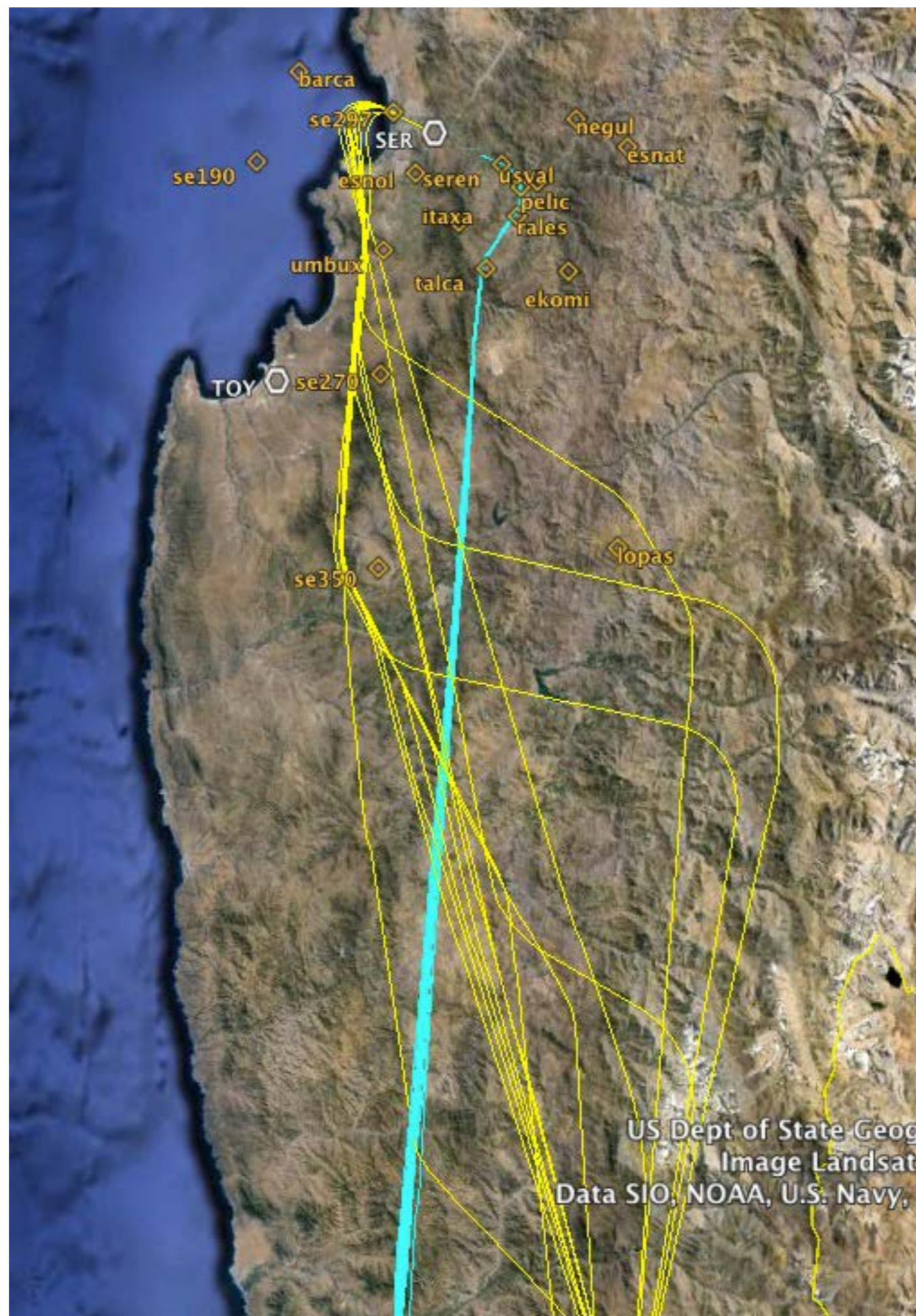
## LLEGADAS Y SALIDAS

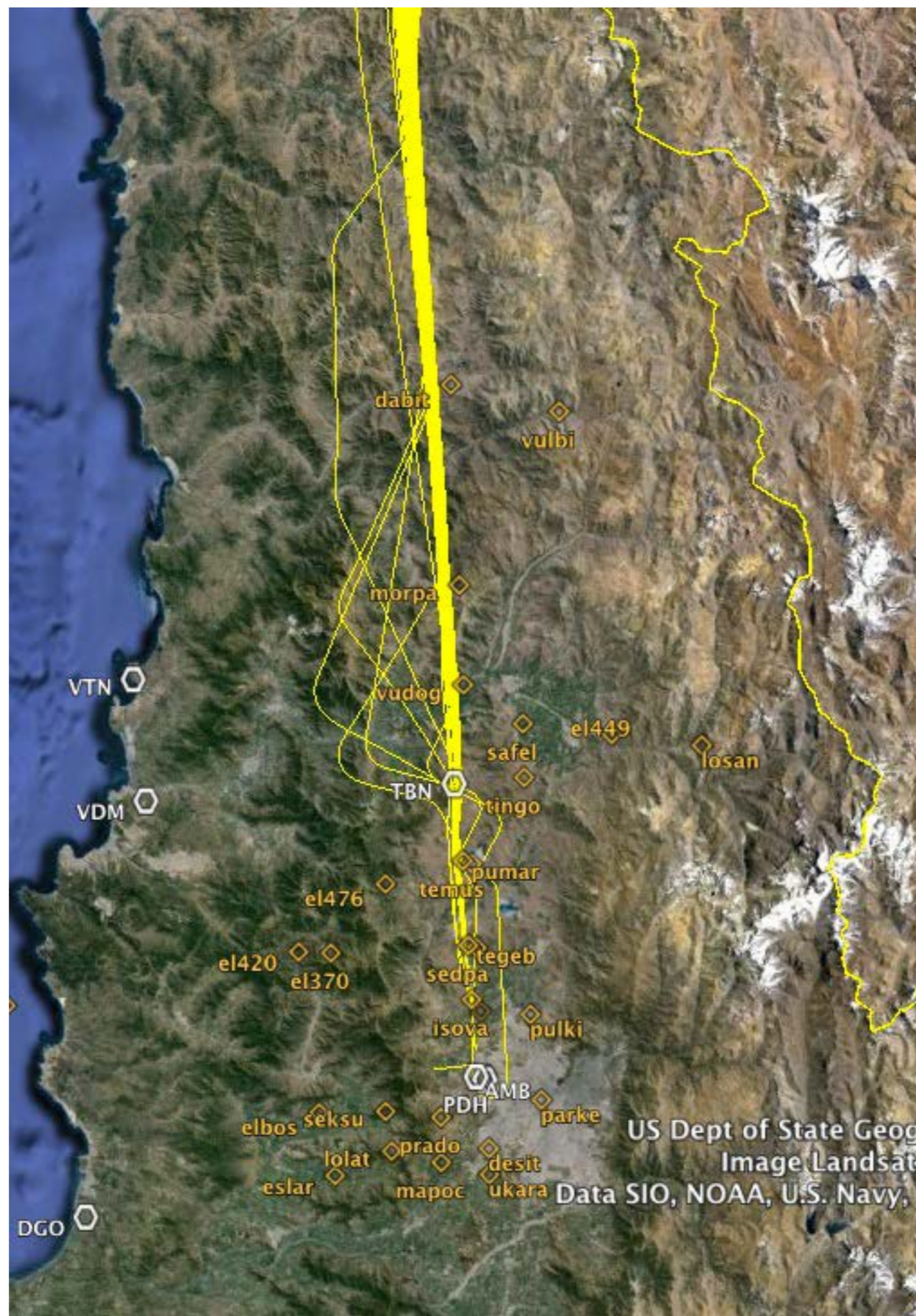


# SCSE



# SCSE





# PLAN DE ACCIÓN

# Plan de Acción para la implementación del Concepto de Espacio Aéreo PBN en el TMA Santiago

	ACTIVIDADES	Nº DÍAS	FECHAS CLAVES
<b>PLANIFICACIÓN</b>	1-3 Acuerdo sobre los requisitos operacionales que desencadenan la necesidad de implantación de la PBN en el espacio aéreo (proyección de aumento en las operaciones, introducción de procedimientos de abatimiento de ruido, construcción nueva pista etc) Creación del equipo de diseño del espacio aéreo (normalmente liderado por un ATM enfocado a la gestión de proyectos y con conocimiento operacional del espacio aéreo a intervenir) Acuerdo sobre los objetivos, el alcance y los plazos.	12	03-06-14
	4 Análisis del escenario de referencia (incluye recolección de datos de las operaciones ATM, revisión crítica de las operaciones actuales, actuales flujos, SID, STAR y rutas)	21	15-06-14
	5 Selección de los criterios y políticas de seguridad operacional y los criterios de performance requerida.	10	06-07-14
	6 Acordar los supuestos CNS/ATM sobre los que se va a trabajar: elementos habilitantes y restricciones CNS/ATM que serán consideradas (incluye capacidad de la flota, muestras de tráfico, areas con y sin vigilancia ATS, principal Rwy en uso etc)	5	16-07-14
<b>DISEÑO</b>	7 Diseño del Espacio Aéreo, Rutas y Circuitos de Espera (1ª iteración)	10	21-07-14
	8 Diseño inicial de procedimientos (1ª iteración)	5	31-07-14
	7 Diseño del Espacio Aéreo, Rutas y Circuitos de Espera (2ª iteración)	5	05-08-14
	8 Diseño inicial de procedimientos (2ª iteración)	5	10-08-14
	9 Diseño de los volúmenes y sectores ATC.	5	15-08-14
	7-9 Finalizar el diseño del espacio aéreo.	10	20-08-14
	10 Confirmación de las especificación para la navegación OACI necesarias.	2	30-08-14

# Plan de Acción para la implementación del Concepto de Espacio Aéreo PBN en el TMA Santiago

		ACTIVIDADES	Nº DÍAS	FECHAS CLAVES
<b>VALIDACIÓN</b>	11	* Validación del concepto de espacio aéreo a través pruebas de simulación ATC en vivo con una muestra de tráfico.	60	29-10-14
	11	* Validación del concepto de espacio aéreo a través de la simulación en tiempo real (preparación y ejercicio)	60	28-12-14
	12+13	Finalización del diseño de procedimientos y proceso de validación (considerar que se debe publicar dos ciclos AIRAC antes de la implantación) - Elaboración del material de instrucción - Entrenamiento ATC** - Elaboración de Publicaciones	50	26-2-15
<b>IMPLANTACIÓN</b>		Días de trabajo adicionales para absorber potenciales demoras no previstas y trabajo AIS	33	17-4-15
	14-15	Planificación de implantación - Publicación de nuevos procedimientos (cartas de rutas, de procedimientos y tablas de codificación) - Desarrollo de las Cartas de Acuerdo Operacionales (LoA) - Introducción de cambios al sistema ATC	120	20-5-15
	16	Implantación de los cambios en el espacio aéreo (fecha AIRAC)	60	17-9-15