



**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE AEROPUERTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS**

**ANTEPROYECTO REFERENCIAL AMPLIACIÓN Y
MEJORAMIENTO AERODROMO PUCON**

FASE 6: INFORME FINAL

REVISIÓN 0

SCPC20-GE-GN-IN-001-0

AI6867-F6-RP-AI-Inf Fin-001-Ed0

Revisión	Fecha	Elaboró	Revisó	Aprobó
0	22-12-2022	Moises Ormazabal	Moisés Ormazabal	Arnold Pasten
C	09-12-2022	Moises Ormazabal	Moisés Ormazabal	Arnold Pasten
B	21-11-2022	Moises Ormazabal	Moisés Ormazabal	Arnold Pasten
A	24-10-2022	Moises Ormazabal	Moisés Ormazabal	Arnold Pasten

Arnold Pasten W. Inspector Fiscal	Walter Kaempfe Jefe Departamento de Proyectos

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	FASE 1: Diagnóstico	5
2.1	Descripción del Aeródromo	5
2.1.1	Pista.....	6
2.1.2	Calles de Rodaje	7
2.1.3	Plataforma de Aviación Comercial - General	7
2.1.4	Conclusión.....	8
3	FASE 2: DEMANDA Y PLAN MAESTRO	8
3.1	Subfase 2A: Demanda	8
3.1.1	Ejecución de la Encuesta OD-PD	9
3.1.2	Estimación de Demanda	11
3.1.3	Conclusión.....	12
3.2	Subfase 2B: Análisis de Alternativas	13
3.2.1	Alternativa 1.....	14
3.2.2	Alternativa 2.....	14
3.2.3	Alternativa 3.....	15
3.2.4	Alternativa 4.....	16
3.2.5	Área de Movimiento.....	16
3.2.6	Instalaciones DGAC	16
3.2.7	Evaluación	16
3.2.8	Evaluación Social Preliminar.....	17
3.3	Subfase 2C: Actualización Plan Maestro	18
3.4	Subfase 2D: Ingeniería Básica	20
3.4.1	Mecánica de Suelos	20
3.4.2	Topografía	21
4	FASE 3: ANTEPROYECTO REFERENCIAL	22
4.1	Subfase 3A: Área de Movimiento	22
4.1.1	Análisis Operacional.....	22
4.1.2	Diseño Estructural	22
4.1.3	Diseño Geométrico.....	24
4.1.4	Ayudas Visuales	25
4.1.5	Drenaje	25
4.2	Subfase 3B.1 Arquitectura Referencial	26
4.2.1	Criterios de Diseño	26
4.2.2	Criterios CES.....	26
4.2.3	Estrategias de Diseño	28
4.3	Subfase 3B.1.1: Arquitectura Referencial TPAX	31
4.3.1	Criterios Generales.....	32
4.3.2	Criterios Específicos.....	32
4.3.3	Programa de Recintos.....	33
4.3.4	Criterio de Sustentabilidad	33

4.4	Subfase 3B.1.2: Arquitectura Referencial DGAC	33
4.5	Subfase 3B.2: Arquitectura General	33
4.6	Subfase 3C.1: Criterios de Diseño Especialidades	35
4.7	Subfase 3C.2: Desarrollo de Especialidades	36
4.8	Subfase 3D: Antecedentes para Licitación	36
4.9	Subfase 3E: Nueva Evaluación de Ruido	37
4.9.1	Operaciones Aéreas	37
4.10	Subfase 3F: Ajuste Área de Movimiento	38
4.10.1	Diseño Geométrico	38
4.10.2	Ayudas Visuales	40
4.10.3	Drenaje	40
4.10.4	Vialidad	40
5	FASE 4: ESTUDIOS AMBIENTALES	41
5.1	Subfase 4A: Análisis de Antecedentes	41
5.2	Subfase 4B: Consulta de Pertinencia	42
5.3	Subfase 4D: Caracterización Área de Influencia	43
5.3.1	Clima y Meteorología	43
5.3.2	Calidad del Aire	43
5.3.3	Ruido y Vibraciones	43
5.3.4	Calidad del Agua	44
5.3.5	Áreas de Riesgo	44
5.3.6	Flora y Vegetación	44
5.3.7	Medio Humano	46
6	FASE 5: EVALUACIÓN SOCIAL	46
7	CONCLUSIONES	47

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 3-1: Vuelos por día Ap AMB y La Araucanía, Temporada Normal	10
Tabla N° 3-2: Vuelos por día Ap AMB y La Araucanía Temporada Verano	10
Tabla N° 3-3: Encuestas OD totales modo AVIÓN Ruta SCL - ZCO	10
Tabla N° 3-4: Encuestas OD totales modo AUTO, Ruta 199 Acceso Villarrica PO	11
Tabla N° 3-5: Resumen Presupuesto Alternativas	17
Tabla N° 3-6: Resumen Presupuesto Privado por Alternativa	18
Tabla N° 4-1: Estructura Pavimento Flexible Pista (Faarfield)	24
Tabla N° 4-2: Requisitos Obligatorios CES	27
Tabla N° 4-3: Requerimientos Voluntarios CES	27
Tabla N° 4-4: Tabla Resumen de Superficies	35
Tabla N° 4-5: Resumen Anteproyecto Área de Movimiento	39

Tabla N° 5-1: Grados de Sensibilidad Ambiental por Componente..... 41

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 2-1: Instalaciones Existentes 6
Imagen N° 2-2: Pista y Franja Nivelada 6
Imagen N° 2-3: Calles de Rodaje..... 7
Imagen N° 2-4: Plataforma Aviación Comercial - General..... 8
Imagen N° 3-1: Accesibilidad Actual al aeródromo..... 19
Imagen N° 4-1: Vivienda en Lago. Tetrápodos y Madera Laminada 30
Imagen N° 4-2: Vista Esquemática Complejo DGAC 31
Imagen N° 4-3: Mapa de Propagación Sonora según YLDN [dB(A)] 38

1 INTRODUCCIÓN

La Dirección de Aeropuertos del Ministerio de Obras Públicas, cumpliendo con su misión de dotar al país de servicios de infraestructura aeroportuaria y considerando las condiciones del Aeródromo Pucón ha contratado la realización del Anteproyecto Referencial “Ampliación y Mejoramiento Aeródromo Pucón”, referida a las instalaciones y servicios vinculados al área Terminal de Pasajeros y estacionamientos vehiculares, además de prácticamente inexistencia de las dependencias de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) para proporcionar los servicios operacionales y de control.

El desarrollo del Anteproyecto ha estado a cargo de la consultora TYP SA y el estudio se ha basado en los trabajos de las Fases y Subfases definidas de acuerdo con los Términos de Referencia, con sus contenidos, especificaciones y planos.

A continuación se presenta el Resumen Ejecutivo de cada Subfase y en el ANEXO se incorporan las planillas y planos más relevantes en el desarrollo del Anteproyecto.

2 FASE 1: DIAGNÓSTICO

2.1 Descripción del Aeródromo

El Aeródromo de Pucón, (código OACI: SCPC y código IATA: ZPC), se encuentra ubicado a 5 km al oriente de Pucón, comuna de Pucón, Región de La Araucanía, y a unos 30 km de la ciudad de Villarrica, a un costado de la Ruta CH-199.

A continuación, se muestra una imagen identificando la ubicación de las instalaciones existentes en el Aeródromo de Pucón.

Imagen N° 2-1: Instalaciones Existentes



Fuente: Términos de Referencia Anteproyecto

2.1.1 Pista

Actualmente, el aeródromo de Pucón cuenta con una pista de 1.700 metros de largo por 30 de ancho con una resistencia de pavimento (PCN- Número de Clasificación de Pavimento) de PCN 30 F/A/X/T (Valor de Clasificación/Pavimento Flexible/Categoría de Resistencia/Categoría de Presión Máxima Permissible de Neumáticos/Método de Evaluación). Está clasificada como 3C según clave de referencia OACI.

La pista cuenta con una franja declarada de 1.820 m de longitud y un ancho de 150 m. La franja de pista se encuentra nivelada y compactada a 75 metros a cada lado del eje de pista.

Imagen N° 2-2: Pista y Franja Nivelada



Fuente: Elaboración Propia

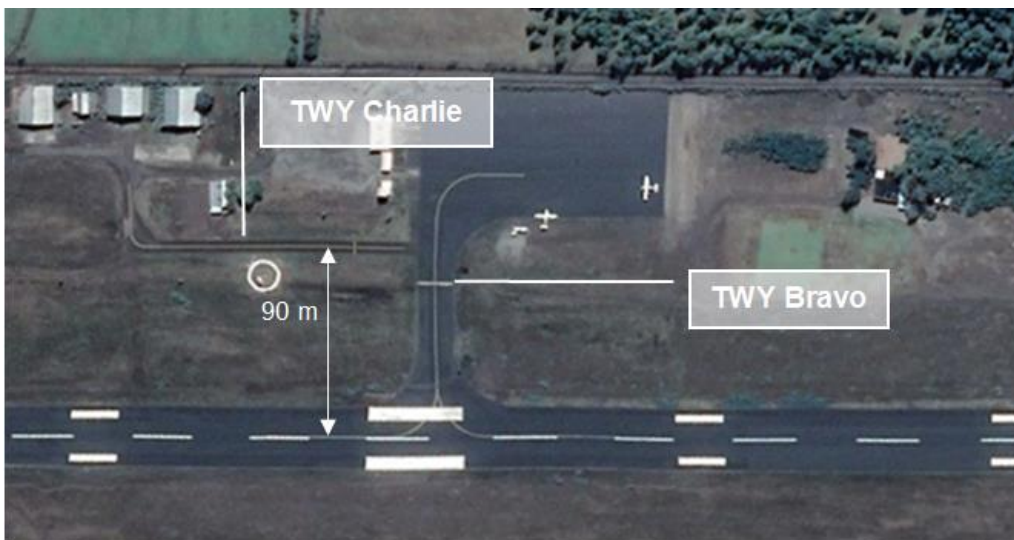
Por su situación y entorno el aeródromo cuenta con varias restricciones operativas dispuestas en la ordenanza de la DGAC:

- Por obstáculos en las inmediaciones del Aeródromo, las aeronaves CAT B (15-24 mts envergadura) y C (24-38 mts envergadura) deben operar con Condiciones Meteorológicas Visuales (VMC) de 5 Km de visibilidad horizontal y Techo de Nubes (CEIL) sobre 2500 pies.
- RAMP ASPH (plataforma de estacionamiento) restringida a 1 aeronave Comercial itinerante tipo B737 y hasta 4 aeronaves menores al costado Este de RAMP. Resto de aeronaves estacionar en sector Sur-Oeste de hangares, acceso vía TWY ASPH paralela a RWY.
- Postes de tendido eléctrico 9 m HGT ubicado a 100 m costado Sur RCL y en toda su extensión. Afecta Superficie de transición del Aeródromo sin señalizar.

2.1.2 Calles de Rodaje

Este aeródromo cuenta con dos calles de rodaje, las cuales una de ellas conecta la pista con la plataforma de estacionamiento y la otra da acceso a la zona de a hangares.

Imagen N° 2-3: Calles de Rodaje



Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 Plataforma de Aviación Comercial - General

La actual plataforma de aviación comercial- general integradas es de pavimento de asfalto de 60 x 122 mts, se ubica frente al edificio Terminal de Pasajeros, con una superficie aproximada de 7.320 m² y capacidad para el estacionamiento de 1 aeronaves de categoría C autopropulsadas.

Imagen N° 2-4: Plataforma Aviación Comercial - General



Fuente: Elaboración Propia

2.1.4 Conclusión

La principal conclusión del diagnóstico del aeródromo es que no tiene actualmente las condiciones para operación de cierto tipo de aeronaves, pues no cumple con los requisitos de seguridad del airside y las instalaciones del landside no permiten procesar a los pasajeros nacionales e internacionales según las normas aeronáuticas y aeroportuarias vigentes.

Se han identificado las brechas existentes referidas a la normativa vigente, las que se encuentran en la Ficha de Brechas Normativas de la Fase 1A Diagnóstico del Anteproyecto.

3 FASE 2: DEMANDA Y PLAN MAESTRO

3.1 Subfase 2A: Demanda

En esta etapa se planteó un enfoque de estimación de la demanda para el aeródromo de Pucón sobre la base del desarrollo de un modelo de cambio modal aplicado al sector aéreo. El enfoque planteado se basa en el hecho de que en la actualidad el aeródromo en estudio no posee demanda de pasajeros de aviación comercial sobre la cual basar una proyección, por lo cual la demanda del nuevo aeródromo corresponderá a una demanda derivada principalmente de pasajeros de la ruta aérea entre el aeropuerto de Santiago y el aeródromo La Araucanía, cuyo origen o destino se encuentre dentro del área de influencia del nuevo aeródromo, y cuyo cambio se basaría en la reducción de costos de acceso al terminal aéreo.

El Aeródromo de Pucón, es una instalación aeroportuaria que actualmente no se dedica a atender tráfico de pasajeros comercial y por tanto no posee datos de demanda de pasajeros asociados a este tipo de transporte que pueda ser proyectada a futuro de forma fiable. Esto significa que su demanda resultaría de la derivación de viajes, tanto aéreos que actualmente se realizan por el aeródromo La Araucanía, como de los modos terrestres actualmente disponibles: automóvil privado y bus. Las rutas aéreas a estudiar se encuentran definidas en los TdR del estudio y correspondieron a las siguientes ciudades (áreas de influencia de los aeródromos ubicados en cada una de ellas): Puerto Montt, Antofagasta, Gran Valparaíso, Gran Santiago y Gran Concepción.

Análisis preliminares realizados en el marco del estudio mostraron que la captura de pasajeros desde los modos terrestres al aéreo en rutas de corta distancia no genera beneficios sociales, razón por la cual se acordó con la Inspección Fiscal del estudio descartar la demanda proveniente de las regiones del Biobío y de Los Lagos. Por otra parte, la implementación de vuelos directos desde Santiago a Pucón, posibilita que todas las regiones del norte de Chile, y no solo Antofagasta, puedan beneficiarse de dicha ruta realizando conexión en el aeropuerto de Santiago.

La estimación de la demanda, se ha realizado sobre la base de encuestas OD y de preferencias declaradas a ser realizadas en el aeropuerto AMB de Santiago, en terminales de buses y, en puntos carreteros. Sobre la base de estas encuestas se caracterizará la demanda y se calibra un modelo de partición modal que permita estimar la demanda capturada por las nuevas rutas aéreas implementadas desde los modos utilizados en la actualidad.

Dado lo anterior, el estudio de demanda se basó en la estimación de una matriz de viajes global por modo de transporte entre todos los pares Origen/Destino de interés y la calibración de un modelo de partición modal. Los pares OD de interés, son todos aquellos viajes entre el área de influencia del aeródromo de Pucón y las áreas de influencia de los aeródromos considerados (Arica, Iquique, Antofagasta, Calama, Atacama, La Serena y Santiago, para los tres modos de transporte disponibles actualmente.

Durante el desarrollo de la etapa de Demanda y ante la situación de pandemia existente en el país, en coordinación con la Inspección Fiscal se acordó la postergación de la ejecución de la encuesta original generándose una nueva Subfase 1B: Encuesta Piloto O/D y postergación de la entrega de la Subfase 2A: Demanda, ambas en fechas que permitiesen la realización de trabajos en terreno por condiciones sanitarias impuestas por la autoridad.

Dado lo anterior, el estudio contempló la realización de dos encuestas origen destino y de preferencias declaradas (temporada normal realizada en septiembre de 2021 y temporada verano realizada en enero-febrero de 2022), aplicada a pasajeros de cada modo competitivo. A partir de estas encuestas se caracterizó la demanda de transporte hacia/desde la Araucanía Lacustre y se calibraron modelos de partición modal para cada temporada, lo que permite estimar la captura de demanda de nuevas rutas aéreas operando en el aeródromo de Pucón.

En el desarrollo del estudio se estableció por parte del Mandante que la operación comercial de pasajeros del aeródromo de Pucón se ofrecería considerando aeronaves tipo BAE 146-200, conforme a las modificaciones definidas en el alcance de proyecto.

3.1.1 Ejecución de la Encuesta OD-PD

Los puntos de control de la encuesta OD-PD se definieron en lugares específicos en que fuera posible interceptar la demanda de interés, es decir, aquella que viaja entre las comunas del área de

influencia del aeródromo de Pucón y las comunas en áreas de influencia de los aeropuertos/aeródromos regionales considerados.

3.1.1.1 Encuesta Pasajeros Avión

Para el caso del modo Avión, todos los pasajeros aéreos actuales que viajan a la Araucanía Lacustre desde todas las comunas de interés para el estudio abordan los vuelos que salen y arriban en AMB hacia/desde el aeropuerto La Araucanía, ya que incluso todos los pasajeros que viajan a/desde las regiones del norte deben hacer combinación en AMB, concentrándose en el Aeropuerto AMB toda la demanda requerida. Se realizó un catastro de los vuelos en las 3 líneas aéreas nacionales para todos los días de la semana de la encuesta, realizada entre el lunes 6 y viernes 10 de septiembre de 2021.

Tabla N° 3-1: Vuelos por día Ap AMB y La Araucanía, Temporada Normal

Línea Aérea	Lun 6/9	Mar 7/9	Mie 8/9	Jue 9/9	Vie 10/9	Sáb 25/9	Dom 26/9	Total
LATAM	4	4	4	4	6	5	5	32
SKYAIRLINE	1	1	1	2	2	1	2	10
JETSMART	2	1	1	1	2	2	2	11
Total	7	6	6	7	10	8	9	53

Fuente: Elaboración Propia

En época estival, la encuesta se realizó entre los meses de Enero y Febrero 2022.

Tabla N° 3-2: Vuelos por día Ap AMB y La Araucanía Temporada Verano

Línea Aérea	Lun 10/1	Mar 11/1	Mie 12/1	Jue 13/1	Vie 18/2	Sáb 19/2	Dom 20/2	Total
LATAM	7	7	5	7	8	8	8	50
SKYAIRLINE	2	2	2	3	2	2	2	15
JETSMART	2	1	1	2	2	1	2	11
Total	11	10	8	12	12	11	12	76

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 3-3: Encuestas OD totales modo AVIÓN Ruta SCL - ZCO

Línea Aérea	T. Normal	T. Verano
Otra combinación de OD	2.090	1.446
Región de Arica y Parinacota => Araucanía Lacustre	12	10
Región de Tarapacá => Araucanía Lacustre	9	6
Región de Antofagasta => Araucanía Lacustre	58	39
Región de Atacama => Araucanía Lacustre	6	13
Región de Coquimbo => Araucanía Lacustre	15	24
Región de Valparaíso => Araucanía Lacustre	59	61
Región Metropolitana => Araucanía Lacustre	645	592
Región de O'Higgins => Araucanía Lacustre	7	1
Total	2.901	2.192

3.1.1.2 Encuesta Pasajeros BUS

Para el caso del modo Bus, al igual que en el caso anterior, la demanda se concentró en los terminales de buses de Pucón y Villarrica. Las encuestas se realizaron durante una semana completa entre el 21 y el 29 de Septiembre 2021 en los terminales señalados para la época normal en tanto para el período estival se realizaron en Febrero 2022.

En la realización de las encuestas se consideraron las salidas de buses desde los terminales de Pucón y Villarrica, tanto para época normal como estival. Por su parte, se realizaron encuestas OD y de preferencias reveladas y de preferencias declaradas.

3.1.1.3 Encuesta Pasajeros AUTO

La encuesta a pasajeros en Auto resultó la más compleja, toda vez que los pasajeros de interés no se encuentran concentrados en un lugar específico, por lo que solo es posible realizarla directamente en la carretera deteniendo vehículos en forma aleatoria con el apoyo de Carabineros y solo fue posible contar con apoyo policial durante 4 días (jueves a domingo) en la Ruta 199-CH al poniente del puente Leufulafquén.

Tabla N° 3-4: Encuestas OD totales modo AUTO, Ruta 199 Acceso Villarrica PO

Áreas de Influencia Origen-Destino	T. Normal	T. Verano
Otra combinación	3.487	2.294
Región de Arica y Parinacota => Araucanía Lacustre	0	3
Región de Tarapacá => Araucanía Lacustre	0	0
Región de Antofagasta => Araucanía Lacustre	2	4
Región de Atacama => Araucanía Lacustre	0	0
Región de Coquimbo => Araucanía Lacustre	5	11
Región de Valparaíso => Araucanía Lacustre	18	34
Región Metropolitana => Araucanía Lacustre	141	350
Región de O'Higgins => Araucanía Lacustre	14	9
Total	3.667	2.705

Fuente: Elaboración Propia

En resumen de las encuesta modo Auto, se contó con un total de 116 observaciones de preferencias reveladas y 928 observaciones de preferencias declaradas.

3.1.2 Estimación de Demanda

Basado en los resultados de las encuestas se procedió a realizar la estimación de la demanda actual con aplicación de la Metodología de Expansión de Matrices Origen Destino. La encuesta realizada proporciona una estructura origen destino y caracterización de los viajes de interés realizados en los distintos modos de transporte: avión, bus y auto. Para obtener los viajes anuales es necesario expandir la muestra obtenida, para lo cual se requiere de información del universo de los viajes.

Para cada uno de los modos se obtuvo el factor de expansión considerando la información existente en cada caso. La estadística de pasajeros aéreos recopilada por los sistemas de la DGAC proporciona toda la información requerida así como en el caso de bus se consideró la información de flujos de peaje Quepe, en tanto para el caso de auto se realizaron mediciones de flujo vehicular en el punto de control de encuesta, tanto para temporada normal como estival.

Finalmente para la estimación de la Demanda en el Aeródromo Pucón, se realizó una proyección de la demanda global y una estimación de la demanda de pasajeros.

Demanda Global

En el primer caso para proyectar la demanda de viajes se utilizaron los modelos seleccionados según modo y se generaron proyecciones de las variables explicativas para un horizonte de evaluación de 20 años, considerando como inicio de las operaciones del proyecto en la temporada de verano que comenzaría el 16 de noviembre de 2027 y el horizonte de evaluación terminaría el 15 de noviembre de 2047 (al final de la temporada normal). Se utilizaron proyecciones oficiales del INE así como la proyección del PIB nacional.

Demanda de Pasajeros

En el caso de la demanda de pasajeros, se calcula la probabilidad de que cada individuo de la muestra O/D obtenida en la encuesta vaya a elegir utilizar el aeródromo Pucón evaluando los modelos de Preferencias Reveladas elegidos para cada temporada. El cálculo obtenido con este procedimiento indica que la demanda estimada para el aeródromo Pucón supera la capacidad de oferta de vuelos en todos los escenarios.

3.1.3 Conclusión

Como conclusión y considerando los antecedentes analizados en el informe de Demanda, se puede apreciar que la captura de demanda estimada para el Aeródromo Pucón supera la capacidad de la oferta de vuelos con el avión BAE 146-200, analizada para las diferentes períodos de demanda definidos:

- Temporada Normal 1: 16 de Marzo al 15 de Noviembre
- Temporada Normal 2: 01 de Marzo al 15 de Marzo
- Temporada Verano: 01 de Diciembre al 28 de Febrero

La capacidad de transporte para una Temporada Normal 1 es de 48.510 pax (embarcados + desembarcados), es decir, un 47,9% de la demanda estimada de captura en el escenario tendencial para el primer año de operación en este período. Para la Temporada Normal 2, la capacidad de la oferta es de 24.948 pax (embarcados + desembarcados), lo que corresponde al 72,9% de la demanda estimada de captura en el escenario tendencial para el primer año de operación en este período. Finalmente, en la Temporada Verano, la capacidad de la oferta es de 74.844 pax (embarcados + desembarcados), lo que corresponde al 43,6% de la demanda estimada de captura en el escenario tendencial para el primer año de operación en este período.

Dado que la captura de demanda es creciente en el horizonte de evaluación del proyecto pero la oferta es constante, ya que representa las operaciones máximas posibles en el nuevo aeródromo dada la infraestructura proyectada y restricciones de operación debido al clima, la demanda estaría asegurada para todo el horizonte de análisis del proyecto, ya que cada año el porcentaje de demanda satisfecha disminuye.

A partir de estas estimaciones, a pesar que la aeronave a utilizar en la ruta SCL-ZPC (BAE 146-200) es más pequeña que las aeronaves utilizadas por las líneas aéreas tradicionales (LATAM, SKY, JETSMART), se concluye que el servicio SCL-ZPC tendría demanda suficiente, e incluso existiría demanda insatisfecha.

3.2 Subfase 2B: Análisis de Alternativas

La etapa de Análisis de Alternativas se desarrolla a partir del diagnóstico del aeródromo, parámetros preliminares de demanda y programa de requerimientos y considera el desarrollo de propuestas de ingeniería conceptual para el desarrollo de infraestructura vertical y horizontal inicialmente para la concesión del aeródromo.

Para el desarrollo de estas propuestas de ingeniería conceptual, se ha considerado como base las dos alternativas de desarrolladas propuestas por DAP en la etapa de Perfil de Proyecto para desarrollo de nueva área terminal hacia el oeste (poniente) o este (este) del aeródromo, revisando en cada caso el cumplimiento de requerimientos asociados a definiciones de DAP y DGAC, además de cumplimiento normativo y de demanda a satisfacer respecto de lado aire y lado tierra.

Para el análisis de alternativas definidas en perfil DAP se consideraron los criterios de infraestructura señalándose como los principales:

Infraestructura Horizontal

- Diseño geométrico, separaciones y distanciamientos definidos en Anexo 14 OACI en su versión vigente para clave OACI 4C en condiciones de vuelo visual (VFR) para aviación comercial, considerando aviones de tipo A-320 y similares.
- Diseño geométrico, separaciones y distanciamientos definidos en Anexo 14 OACI en su versión vigente para letra de clave OACI B en condiciones de vuelo visual (VFR) para aviación general, considerando aviones de B-350 Super King Air y similares
- Longitud de pista asociado a la operación regular de aviones de letra de clave C de OACI de tipo A-320 y similares, considerando para esto disponer de 1.900 m para aterrizaje y despegue.
- Estacionamiento de aviones en plataforma, verificando posibilidad de estacionar 1 o 2 aviones de letra de clave OACI C de tipo A-320 o similar, considerando operación remota con asistencia de tractado o solo autopropulsada en salida y entrada de plataforma.
- Cumplimiento de restricción asociadas a Superficies Limitadoras de Obstáculos (SLO) para Clave de Referencia OACI 4C en condiciones de vuelo visual (VFR).

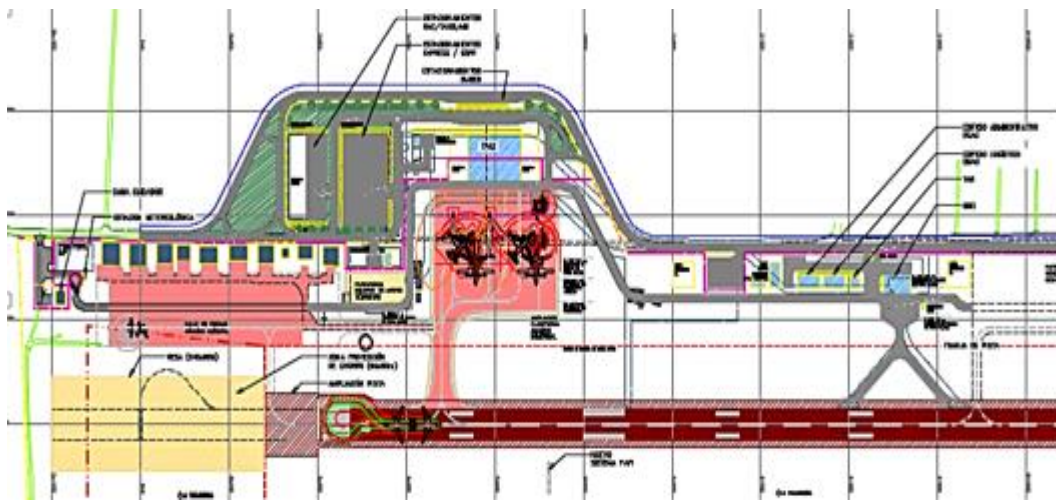
Infraestructura Vertical

- Organización adecuada del flujo de pasajeros y vehículos en acceso y salida de área terminal de aviación comercial, incluyendo en especial relación entre estacionamiento público y edificio Terminal de Pasajeros considerando las condiciones climáticas del sector y facilitación de procesos aeroportuarios.
- Dimensionamiento de edificio Terminal de Pasajeros para una cantidad de 177 PHP, considerando embarque y desembarque de pasajeros a través de plataforma en estacionamiento remoto.
- Acceso a edificio Terminal de Pasajeros considerando un solo andén de embarque y desembarque de pasajeros desarrollado a nivel respecto del edificio permitiendo entrega o recepción de pasajeros de manera directa a través de andén, considerando que estos desciendan o aborden por el lado derecho de vehículos estacionados.
- Desarrollo de servicios en plataforma y sistema de manejo de equipaje (BHS) a nivel respecto de plataforma de estacionamiento de aviones.
- Requerimientos de ubicación de instalaciones esenciales DGAC, considerando visibilidad de Torre de Control respecto de área de movimiento, tiempos de respuesta Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SSEI) respecto de área de movimiento, incluyendo otras funciones asociadas a oficina ARO y otros.

Considerando el cumplimiento de los criterios antes observados, conforme a lo descrito en Planos de Alternativas de Anteproyecto Referencial, se desarrolló el análisis las alternativas para el Anteproyecto Referencial de concesión, basado en la propuesta DAP en el documento de Perfil como Alternativa 1 y 2, más las Alternativas 3 y 4 generadas por el consultor.

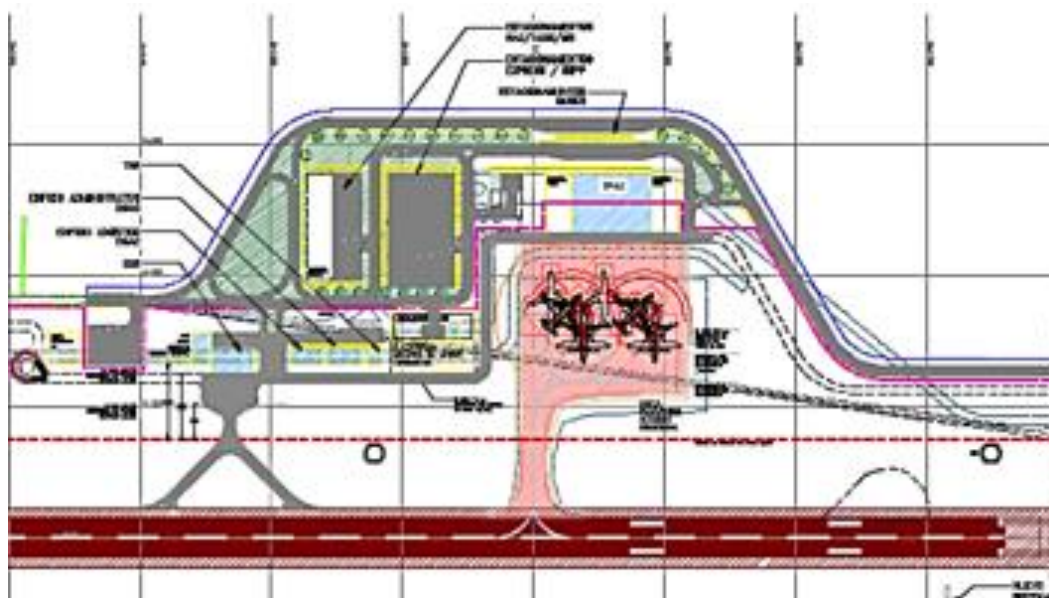
3.2.1 Alternativa 1

Desarrollada por la DAP en el Perfil, considera ampliación de la plataforma existente en sector poniente con edificio Terminal de Pasajeros hacia el norte y Estacionamientos Públicos hacia el poniente del Terminal. Instalaciones DGAC en sector central del aeródromo.



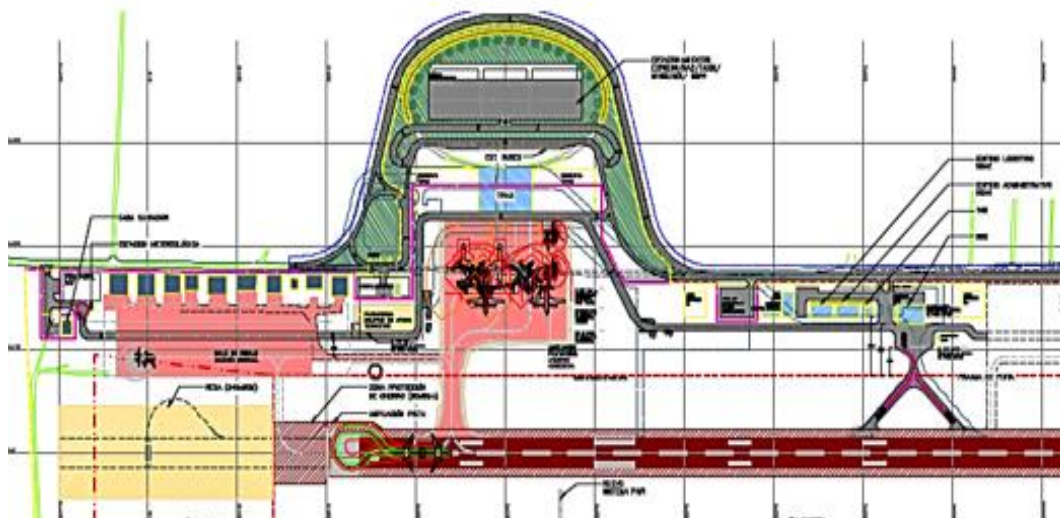
3.2.2 Alternativa 2

Desarrollada por la DAP en el Perfil, considera una nueva área de aviación comercial hacia el oriente del aeródromo, incluyendo una nueva plataforma d aviación comercial, edificio Terminal de Pasajeros y Estacionamientos y vialidad hacia el norte. Instalaciones DGAC se consideran al poniente junto a área terminal.



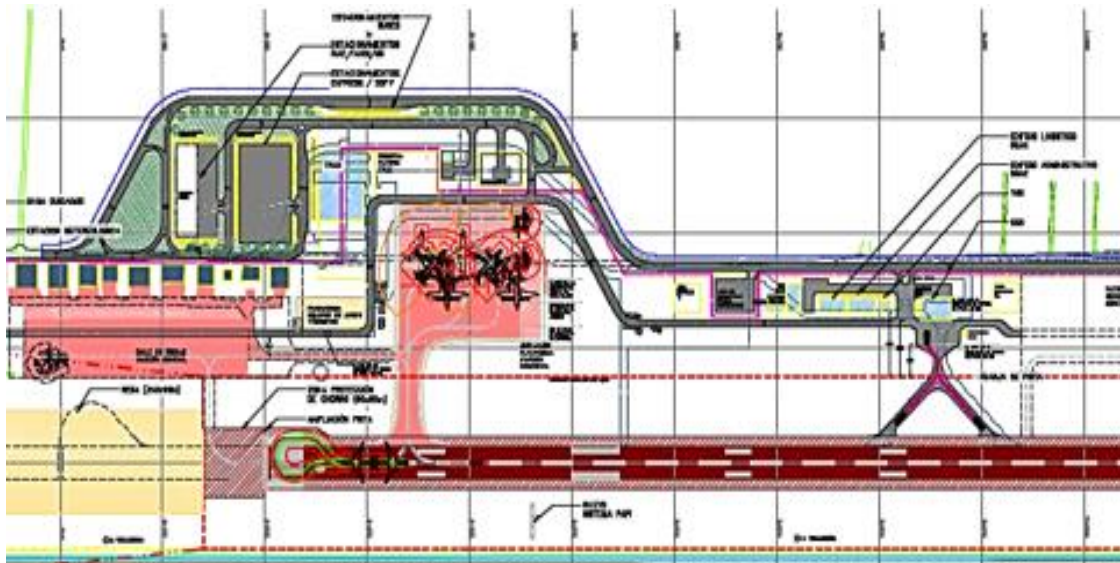
3.2.3 Alternativa 3

Se considera similar a la Alternativa 2 en sector poniente pero con el desarrollo de estacionamiento hacia el norte del Terminal de Pasajeros



3.2.4 Alternativa 4

Se considera similar a la Alternativa 2 pero con el Terminal de Pasajeros ubicado al poniente de la plataforma así como el sector de estacionamientos. Instalaciones DGAC se proponen al oriente junto a la nueva área terminal.



3.2.5 Área de Movimiento

Los requerimientos en el Área de Movimientos se han considerado los mismos para las cuatro alternativas, refiriéndose a la longitud y ancho de pista, calles de rodaje, ampliación de plataforma (excepto para Alternativa 2 que sería nueva plataforma), ayudas visuales y vialidad.

3.2.6 Instalaciones DGAC

A partir de la revisión de perfil DAP, se considera el desarrollo de nuevas instalaciones de DGAC en sector central respecto de longitud propuesta para pista 10/28, considerando visibilidad de Torre de Control (TWR) respecto de área de movimiento, tiempos de respuesta Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SSEI) respecto de área de movimiento, incluyendo otras funciones asociadas a oficina ARO y otros.

3.2.7 Evaluación

Como parte del proceso de análisis de alternativas, se realizó una evaluación de ventajas y desventajas considerando la configuración de desarrollo de infraestructura horizontal y vertical según las condiciones de desarrollo y operaciones que presenta cada caso, considerándose aspectos de Eficiencia, Capacidad, Flexibilidad, Costo e Impacto Medioambiental. Por su parte, se incorporó además el presupuesto preliminar

En consideración a lo antes observado, se concluyó que las alternativas N° 1 y 2 eran las que reunían las mejores condiciones de desarrollo conforme a los criterios de evaluación aplicados y teniendo

presente los resultados de los presupuesto, la definición final de la alternativa quedó a cargo de la DAP para continuar el desarrollo de las fases siguientes.

Tabla N° 3-5: Resumen Presupuesto Alternativas

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO PRIVADO
1	22.255.637.867
2	23.841.127.772
3	23.562.180.486
4	22.710.639.470

Fuente: Informe Subfase 2B

3.2.8 Evaluación Social Preliminar

La etapa de Evaluación Social Preliminar obedece a un desarrollo conceptual de la infraestructura y equipamiento del aeródromo, abordando obras a ejecutar en una fase de inversión.

La estimación de demanda, tanto de las rutas nacionales como eventuales rutas internacionales, se hará sobre la base de encuestas OD y de preferencias declaradas a ser realizadas en el aeródromo La Araucanía, en el aeropuerto AMB de Santiago, en terminales de buses en distintas ciudades de interés, en puntos carreteros y en el paso fronterizo Mamuil Malal. Sin embargo, a la fecha del presente informe no ha sido posible la realización de las encuestas en terreno debido a la pandemia de Covid-19, razón por la cual la evaluación preliminar de alternativas que se presenta en este informe se realiza sobre la base de estimaciones preliminares de demanda y definición de escenarios de captura.

En el desarrollo de esta Subfase se consideran los antecedentes generales de la Región de la Araucanía como la geografía, clima y actividades económicas. Así también se analiza la situación del transporte en sus diferentes formas.

Los TdR del estudio plantean un enfoque de estimación de la demanda para el aeródromo de Pucón sobre la base del desarrollo de un modelo de 4 etapas aplicado al sector aéreo. El enfoque planteado se basa en el hecho de que en la actualidad el aeródromo en estudio no posee demanda de pasajeros de aviación comercial sobre la cual basar una proyección, por lo cual la demanda del nuevo aeródromo corresponderá a una demanda proveniente principalmente de la ruta aérea entre el aeropuerto de Santiago y el aeródromo La Araucanía cuyo origen o destino se encuentre dentro del área de influencia del nuevo aeródromo. El enfoque considerado se basa en proyecciones de información existente (estadística aeronáutica y encuesta de turismo interno) y supuestos de captura modal, a través del cual se busca establecer los niveles de inversión que el proyecto sería capaz de solventar a partir de escenarios de demanda.

Considerando las alternativas de solución para el aeródromo definidas para su evaluación en la Subfase de Análisis de Alternativas, se presentaron los respectivos presupuestos, cuyo resultado fue el siguiente:

Tabla N° 3-6: Resumen Presupuesto Privado por Alternativa

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO PRIVADO
1	22.255.637.867
2	23.841.127.772
3	23.562.180.486
4	22.710.639.470

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de la Evaluación Social Preliminar consideró una metodología de evaluación costo-beneficio y valores sociales de los costos de operación modal.

Luego del análisis de beneficios sociales calculados en base a la demanda supuesta y los escenarios con proyección base, optimista y pesimista, se llegó a la conclusión preliminar de que para ninguna de las 4 alternativas ni para ninguna de las proyecciones el proyecto resulta rentable socialmente. Ello implica que los beneficios sociales del proyecto permitirían justificar solo una parte de las inversiones necesarias.

3.3 Subfase 2C: Actualización Plan Maestro

En la actualidad el aeródromo Pucón es de uso público y está administrado por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), realizándose en él principalmente operaciones de carácter particular del tipo aviación general, otras de carácter deportivo y de también de transporte de pasajeros esporádicos.

De acuerdo a la información recopilada se puede señalar que no se disponen de planes maestros anteriores, resultando el presente Plan el primero en ser desarrollado para nivel de Anteproyecto Referencial.

Para la Comuna de Pucón, existe el actual Plan Regulador Comunal que data del año 1994, constituyendo el principal instrumento de planificación territorial que regula y norma el desarrollo inmobiliario de la comuna.

El Plan Maestro corresponde a un estudio de planificación, y de viabilidad a nivel conceptual, que identifica las diferentes soluciones de desarrollo aeroportuario en un horizonte a largo plazo. A partir de información entregada por DAP y DGAC en la etapa de diagnóstico, se observa que el aeródromo no cuenta con un instrumento de planificación aeroportuaria actualizado y vigente a la fecha.

En consideración a la ausencia de un Plan Maestro, en contexto de la etapa de diagnóstico y análisis de alternativas de Anteproyecto Referencial, se consideró el análisis de alternativas desarrolladas por DAP en la etapa de Perfil de proyecto para el desarrollo de nueva área terminal hacia el oeste (poniente) o hacia el este (este) del aeródromo, revisando en cada caso el cumplimiento de requerimientos asociados a definiciones de DAP y DGAC, además de cumplimiento normativo y de demanda a satisfacer respecto de lado aire y lado tierra.

Para el análisis de alternativas antes descrito, se ha tenido en consideración la definición de criterios de planificación aeroportuaria que aplican en general respecto del desarrollo de un Plan Maestro,

respecto de infraestructura horizontal y vertical. Al respecto, los criterios considerados corresponden a los mismos ya definidos en la etapa de Análisis de Alternativas concluyéndose en la necesidad de considerar nuevas instalaciones para el sector de área terminal como del sector DGAC en cuanto a superficies requeridas para los diferentes edificios, así como en el Área de Movimiento considerar el dimensionamiento de pista de acuerdo a la aeronave de diseño y cumplimiento de la normativa vigente aplicándose las disposiciones del Anexo 14 de OACI.

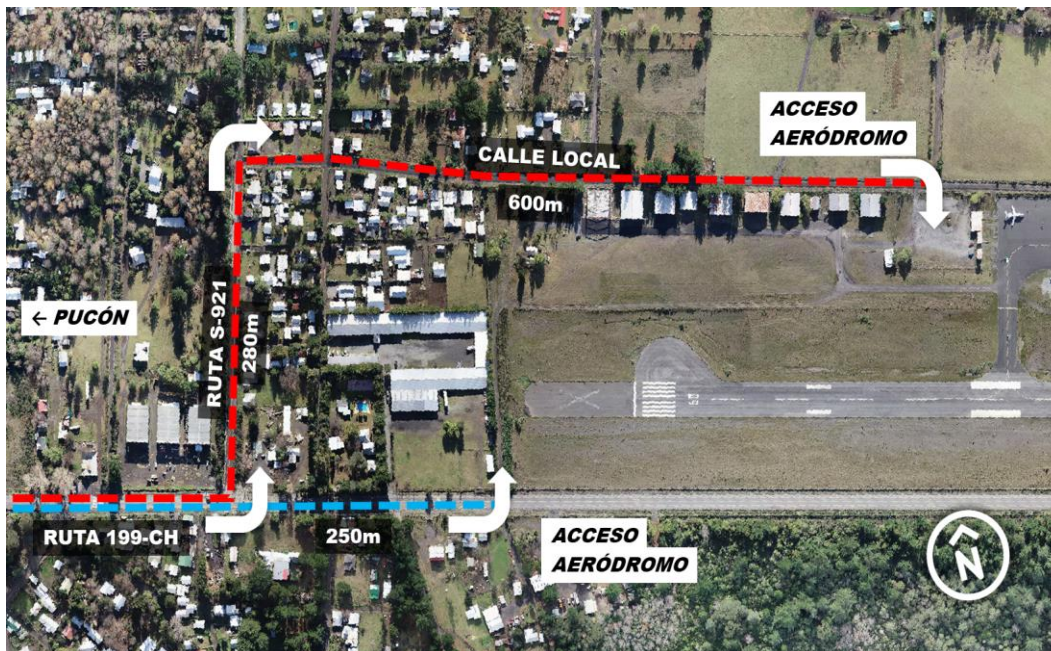
Entorno

Los terrenos que actualmente forman parte del Aeródromo de Pucón y destinados a la Dirección General de Aeronáutica Civil corresponden a 43,8 hectáreas aproximadamente generados a partir de destinaciones del Ministerio de Bienes Nacionales, expropiaciones y donaciones.

En el aspecto socio-económico la principal actividad económica de la Araucanía es la agropecuaria-silvícola, por las características de su clima y condiciones de suelo, donde se destacan los cultivos tradicionales, la ganadería y la producción forestal, rubros en los que ocupa un lugar preponderante en el país. En el estudio se presentó una comparación entre el PIB nacional y el PIB regional para relacionar la influencia de la actividad económica.

Un aspecto importante en el desarrollo del Plan Maestro lo constituye la accesibilidad la que hoy se realiza a través de un camino vecinal al cual se accede desde la Ruta 199-CH y Ruta S-921.

Imagen N° 3-1: Accesibilidad Actual al aeródromo



Fuente: Elaboración Propia

El Aeródromo Pucón se clasifica con Clave de Referencia 3C según normativa OACI y Resolución de Funcionamiento de la DGAC, emplazándose en un área en la que se desarrollan todas sus instalaciones: pista, calles de rodaje, plataforma, edificio Terminal de Pasajeros e instalaciones de apoyo aeroportuario. Se encuentra definido en el documento de Información Aeronáutica de la DGAC, AIP-Chile, como aeródromo no controlado y de operaciones visuales (VFR) y sin servicio de información de vuelo (AFIS) ni de Control de Tránsito Aéreo (ATC), debiendo los operadores de

aeronaves coordinar los vuelos por vía telefónica con la oficina ARO del aeródromo de La Araucanía, aplicando procedimiento TIBA de comunicaciones de coordinación entre aeronaves.

Consideraciones Ambientales

En el desarrollo de alternativas para el Plan Maestro se relacionan principalmente con la minimización de los potenciales impactos ambientales que su implementación puedan generar. En este sentido, y en base a la experiencia de otros proyectos, las emisiones de ruido, la presencia de viviendas, infraestructura pública o productiva, flora y fauna clasificada en estado de conservación y el patrimonio arqueológico, son los principales componentes que deben tenerse presente al momento de optar entre alternativas de proyecto que tengan distinta ubicación y superficies de ocupación.

3.4 Subfase 2D: Ingeniería Básica

En la etapa de Ingeniería Básica se consideraron las especialidades de Mecánica de Suelos y Topografía.

3.4.1 Mecánica de Suelos

El alcance definido para este estudio geotécnico hace referencia a determinar la calidad y características geotécnicas con el fin de establecer bases de diseño para las estructuras y pavimentos en el recinto del aeródromo de Pucón. En este estudio se ha tenido como objetivo:

- Determinar la estratigrafía del subsuelo en las áreas en estudio
- Definir una caracterización geotécnica para los subsuelos
- Definir bases de diseño geotécnicas
- Entregar recomendaciones constructivas relativas a la geotecnia

Para el desarrollo del trabajo se ha tenido como referencia campañas geotécnicas anteriores realizadas por la empresa FAIC Ingenieros Consultores y la empresa IDOM.

La exploración geotécnica de TYP SA consideró los siguientes trabajos:

- Calicatas profundas
- Calicatas Superficiales
- Perfil Sísmico
- Sondajes

Las exploraciones realizadas en la campaña geotécnica de TYP SA exhibieron los siguientes horizontes de suelo hasta la profundidad considerada de interés.

Sector Pavimentos existentes

Horizonte H-1: Corresponde principalmente grava arenosa de compacidad media y baja humedad. Se trata de rellenos artificiales de estabilización superficial como parte del paquete estructural de la pista de aterrizaje y se detectaron solo en las calicatas excavadas en la pista. Espesor típico 15cm.

Horizonte H-2: Arenas con presencia de gravas. Color gris, origen natural tipo arena volcánica. Compacidad alta a muy alta, presenta rechazo a la penetración con cuchara SPT. A partir de 3.5m se intercala con estratos de gravas de origen volcánico, compacidad y trabazón altas. Espesor indefinido en profundidad.

Sector suelos vírgenes

Horizonte H-1 Arenas con presencia de gravas. Color gris, origen natural tipo arena volcánica. Compacidad alta a muy alta, presenta rechazo a la penetración con cuchara SPT. A partir de 3.5m se intercala con estratos de gravas de origen volcánico, compacidad y trabazón altas. Espesor indefinido en profundidad.

Ensayes

Durante los trabajos en terreno y laboratorio, se realizaron ensayes geotécnicos tendientes a determinar propiedades del subsuelo necesarias para la caracterización de este con el propósito de establecer bases de diseño considerándose Ensayes In Situ, Permeabilidad del Subsuelo y Ensayes de Laboratorio.

En definitiva, se entregaron las bases de diseño para abordar las alternativas de fundaciones superficiales o profundas que deban adoptar los especialistas estructurales definiendo el tipo y profundidad de fundación, capacidad de soporte de pilotes y finalmente con especificaciones y recomendaciones constructivas referidas a excavaciones a nivel de subrasante y de rellenos.

3.4.2 Topografía

El objetivo del trabajo en esta etapa fue el de realizar el levantamiento topográfico de detalle en la totalidad de la superficie del predio del aeródromo Pucón, a escala 1:500, mediante el uso de instrumental topográfico de precisión, a partir del establecimiento de una red de puntos de referencia (PRs) vinculados a la red geodésica nacional, datum SIRGAS (WGS84), proyección Universal Transversal Mercator (UTM) zona 19 sur, de acuerdo a normativa ETGDAP40.

El sistema de coordenadas fue vinculado a la red geodésica nacional a partir del vértice IGM de la red activa GPS "LLFN", cuyas coordenadas se encuentran validadas mediante certificado por el Instituto geográfico Militar (IGM), ubicada en la localidad de Llafenco, comuna de Pucón, en dependencias del Ejército de Chile. Las mediciones se realizaron en modo estático postproceso mediante el uso de equipos GPS geodésicos marca Trimble de doble frecuencia, considerando la redundancia de vectores, y tiempos de medición en concordancia a lo señalado en manual de carretera Vol 2, se adjunta Certificado de Vértice en ANEXO y planos de topografía.

4 FASE 3: ANTEPROYECTO REFERENCIAL

4.1 Subfase 3A: Área de Movimiento

4.1.1 Análisis Operacional

En la etapa de Área de Movimiento, Subfase 3A, en primer lugar se desarrolló un Análisis Operacional, definiendo la capacidad de la pista en cuanto a operaciones por hora con proyecto y en base a una longitud de pista de 1.900 mts con calle de rodaje central. El análisis a través de diferentes métodos para estimar la capacidad de pista, determinó una capacidad teórica de 26 ops/hr para aviación comercial teniendo como referencia la aeronave A-320 como aeronave de diseño inicial y de 22 ops/hr para uso exclusivo de aviación general.

Así también, se procedió a realizar los cálculos teóricos de capacidad de plataforma y definir cantidad de puestos de estacionamiento en diferentes períodos, llegando a definir la necesidad de 12 posiciones de estacionamiento considerando un tiempo de rotación de puesto de estacionamiento para una aeronave A321.

Se consideró también los tiempos de respuesta a los carros del SSEI y de acuerdo al análisis realizado se concluyó que es posible llegar al umbral más alejado en la alternativa seleccionada y descargar al menos el 50% de la espuma dentro de los tiempos aceptados por la normativa internacional.

Así también se establecieron los criterios de diseño estructurales y geométricos, memorias de cálculo y especificaciones técnicas, considerándose además los requerimientos de ayudas visuales, meteorología, drenajes y diseño vial, estableciéndose también el presupuesto general del Área de Movimiento.

4.1.2 Diseño Estructural

Los pavimentos considerados en el diseño estructural dentro del lado aire y que sirven para el desplazamiento y seguridad de las aeronaves ha sido los siguientes:

- 1) Ampliación Plataforma de Aviación Comercial.
- 2) Márgenes Plataforma Comercial.
- 3) Plataforma Aviación General.
- 4) Ampliación Rodaje Charlie.
- 5) Nuevo Rodaje Aviación General.
- 6) Márgenes Calle de Rodaje Bravo.
- 7) Ensanche Pista 10/28.
- 8) Alargue de Pista hacia el lado oriente en 400 m.
- 9) Conformación y nivelación franja de seguridad de Pista y Calle de Rodaje Bravo.
- 10) Ensanche de zonas de giro en cabezales 10 y 28.
- 11) Conformación de zona de protección al chorro de turbinas detrás de ambos umbrales.
- 12) Construcción de RESA para ambas Pistas.

Para efectos de verificación y cálculo de los pavimentos, tanto de aquellos previstos para el uso regular por aeronaves (ensanche o alargue de Calle de Rodaje, Pista y plataforma), como para aquellos que son de seguridad pero que no están previstos para un tránsito constante de aeronaves (márgenes, zonas de protección a la erosión, y otros no pavimentados como franjas de seguridad y RESAs) se utilizó como fuente de información la proyección de demanda y la distribución de flota que se prevé opere en el aeródromo en el periodo que comienza el año 2025 con 2.321 operaciones

hasta el año 2044 con 4.359 operaciones al año. Se consideró una composición de flota representada por la aeronave A320 presentada como aeronave de diseño.

El diseño de un pavimento aeroportuario requiere en primer lugar del estudio de los parámetros geotécnicos y finalmente de la obtención de un parámetro de resistencia del suelo de fundación que se utilizará como referencia para el diseño de la estructura del pavimento (conformada típicamente por pavimento superficial flexible o rígido, base o subbase, y relleno estructural o subbase).

Debido a que la elección correcta del parámetro de fundación incide directamente en los espesores y tipos de materiales que conforman las capas estructurales de los pavimentos, se analizaron los resultados de la etapa de Mecánica de Suelos realizada para poder determinar con seguridad un valor representativo de cada zona y así considerarla en el diseño de cada estructura de pavimento considerando su ubicación dentro del área de movimiento.

De acuerdo a la última campaña geotécnica de TYP SA, se trata de suelos de buenas cualidades geotécnicas y aptos para conformar rellenos estructurales.

Se ha tenido en consideración también el trabajo de topografía realizado en la Etapa de Estudios Básicos.

4.1.2.1 Capacidad Estructural de Pavimentos

El diseño de nuevas estructuras de pavimento se ha diseñado empleando el método de la FAA según lo descrito en el documento “*Airport Pavement Design and Evaluation AC 150/5320-6F*” de octubre de 2016, tanto para pavimentos estructurales previstos para tránsito de aeronaves Comerciales (extensión y ensanche de Pista y Plataforma Comercial), plataforma de Aviación General y sus rodajes de acceso, así como también para pavimentos/áreas donde no están previstas cargas habituales de aeronaves como son los márgenes, franjas de seguridad, zonas de protección al chorro de turbinas y RESAs.

Los pavimentos de ampliación de Plataforma Comercial y de extensión de Pista han sido calculados considerando dos tipos de estructuras; estructura de pavimento flexible y estructura de pavimento rígido. Ambas estructuras son técnicamente equivalentes y capaces de soportar las cargas previstas en el periodo de diseño, de modo que, mediante un análisis comparativo entre ambas se pueda determinar cuál de ellas resulta ser la más conveniente desde un punto de vista técnico-económico.

Por su parte, los pavimentos para el ensanche de Pista y ensanche de zonas de giro en Pista, se han diseñado considerando mantener el tipo de estructura de pavimento flexible existente actualmente por motivos técnicos, de esta manera se evitarán problemas funcionales en las uniones de los nuevos pavimentos.

De los resultados de análisis se puede señalar una estructura compuesta de pavimento asfáltico superficial de 10 cm sobre una base chancada de 27 cm, compactada sobre una capa material granular estructural, para el caso del pavimento para la pista.

En la Subfase 3A Área de Movimiento, Memoria de Cálculo Estructural, se ha obtenido el CBR, Percentil 85% en valor de 21,47, basado en el informe de Mecánica de Suelos, siendo corroborado por el cálculo de la normativa FAA siguiente:

Tabla N° 4-1: Estructura Pavimento Flexible Pista (Faarfield)

PuconTypsa PistaPlatBra Des. Life = 20		
Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	100,0	1.378,95
P-209 Cr Ag	270,9	565,89
Non-Standard Structure		
Subgrade	CBR = 21,5	222,36
N = 2; Subgrade CDF = 1,00; t = 370,9 mm		

Fuente:

La información sobre las operaciones para el diseño de los pavimentos se ha obtenido del análisis de demanda realizado y con proyecciones para el período desde el año 2025 hasta el año 2044, obteniéndose para la aviación comercial un total de 66.403 operaciones y para la aviación general un total de 27.906 operaciones.

Los pavimentos para la Plataforma de Aviación General, rodaje de acceso (Charlie) y nuevo rodaje de conexión con umbral 10 de pista (denominado Nuevo Rodaje) se diseñarán en estructura de pavimento flexible, para dar continuidad al mismo tipo de estructura que hoy en día existe.

Finalmente, los pavimentos de zonas de protección a la erosión por chorro de turbinas (*jet blast*) y márgenes de Rodaje Bravo y Plataforma Comercial se diseñan en pavimento flexible por conveniencia técnica y económica.

Se realizaron los cálculos para otras superficies considerando los respectivos requerimientos de resistencia de acuerdo a su utilización operacional.

4.1.3 Diseño Geométrico

Para efectuar diseño geométrico del área de movimiento de aeronaves afectada por el proyecto se tomaron en consideración y verificaron los criterios establecidos en la normativa nacional DAN 14-154 (Edición de marzo de 2017), y normativa internacional de la OACI como el Anexo 14, 8va edición de julio 2018, Manual de diseño de aeródromos Parte 1 y 2, normativa de la FAA como AC150/5300-13 "Airport Design", junto con los manuales de las aeronaves de diseño (*Airplane Characteristics for Airport Planning*).

Conforme con lo anterior, se definieron las principales restricciones de diseño geométrico, aplicables a los pavimentos estructurales de ensanche y extensión de pista, ensanche de Rodaje Bravo y ampliación de Plataforma Comercial, así como también a sus márgenes y zonas de seguridad asociadas, tomando en consideración la Clave de Referencia OACI 4C.

Estos antecedentes junto con las Memorias de Cálculo y Especificaciones Técnicas quedaron establecidas en los respectivos informes de la Subfase.

4.1.4 Ayudas Visuales

Para el aeródromo de Pucón, en lo que se refiere al área de movimiento, se considera la construcción de una plataforma de estacionamiento de aeronaves, construcción de calles de rodajes y mejoramiento y ampliación de la pista actual. La construcción de esta infraestructura implicará el suministro e instalación de los siguientes sistemas de Ayudas Visuales:

- Sistema de luces de borde, umbral y fin de pista.
- Sistema PAPI umbral 28
- Sistema de balizas retroreflectantes de borde de calle de rodaje.
- Sistema de balizas retroreflectantes de borde de plataforma
- Sistema de balizas retroreflectantes de borde de plataforma de viraje en la pista.
- Sistema de control para las ayudas visuales
- Letreros guía.

La habilitación de estos sistemas requiere de la configuración del sistema eléctrico a partir de una Subestación Eléctrica, conductores, canalizaciones y cámaras. Cada uno de los elementos que constituyen el sistema de Ayudas Visuales debe cumplir la normativa vigente, definida por la DGAC o la OACI en sus respectivos documentos.

4.1.5 Drenaje

En relación con el sistema hidrológico y el sistema de drenaje para el aeródromo, se consideró la presentación de un diagnóstico de la situación existente así como una recomendación respecto a su uso en la operación futura del aeródromo.

Al respecto se presentó una información acerca de la caracterización de la cuenca hidrográfica del río Pucón que recibe los aportes de varios ríos existentes en el sector y desemboca finalmente en el lago Villarrica. Desde el punto de vista climático, la zona de la Araucanía se caracteriza por tener diferentes tipos clima que corresponde a templado oceánico lluvioso, templado oceánico de costa occidental y clima frío de altura según los sectores de Cordillera de la Costa, cerros de Nahuelbuta y Cordillera de los Andes.

En el análisis se consideraron las condiciones de precipitaciones y temperatura de estaciones meteorológicas existentes en el sector que si bien no tienen registros de información del tipo aeronáutico, han servido de referencia para el estudio realizado.

4.2 Subfase 3B.1 Arquitectura Referencial

Esta etapa tuvo por objetivo la definición de criterios de diseño generales y específicos para las Edificaciones de infraestructura vertical que incluye el Edificio Terminal de Pasajeros (TPAX) como el volumen jerárquico y edificios complementarios del conjunto DGAC tales como Torre de Control, Edificio SSEI, Edificio Administrativo y otros menores de apoyo. Siendo el Edificio Terminal de Pasajeros el más importante y el de mayor vinculación con la comunidad dentro del complejo, sus criterios de diseño generales y aquellos específicos indicados, se han aplicado al resto de los volúmenes subordinándose a la imagen objetivo del primero, salvo indicación especial.

En aquellos edificios de servicios técnicos de apoyo y soporte, si bien se consideran como una imagen exterior que será armónica con el conjunto, en términos de materialidad, ésta será simplificada, al igual que su resolución interior, priorizándose los aspectos técnicos y la economía de recursos.

Por su parte, la Torre de Control, se dimensionó en términos de altura y programa asociado a la misma, como respuesta a las alternativas de Plan Maestro que se estaba evaluando y se ajustaría a la opción seleccionada, en definitiva, incluyendo la posición de la torre y la resolución de la evaluación de complementar su funcionamiento con incorporación de cámaras u otros dispositivos de apoyo a ser coordinados con la DAP y DGAC.

4.2.1 Criterios de Diseño

En el desarrollo de la Arquitectura Referencia se ha tenido presente criterios de sustentabilidad en la planificación urbana, el contexto social y económico así como la protección del entorno natural.

El desarrollo del Anteproyecto Referencial se ha tenido como base los lineamientos entregados por la DAP, como criterios constructivos y estructurales siendo considerados en cada etapa del desarrollo proyectual:

- Considerar construcción tipo pabellón
- Económicamente optimizado
- Montaje industrializado o modular

Junto con estas consideraciones, el desarrollo de la arquitectura se ha orientado en base a criterios de diseño de conjunto armónico y criterios funcionales.

Factor determinante lo constituye la normativa de Certificación de Edificación Sustentable (CES) en sus requerimientos obligatorios y opcionales, los cuales se han aplicado en este desarrollo.

4.2.2 Criterios CES

En este capítulo se definieron los requerimientos obligatorios y voluntarios que se deberán aplicar en la Ingeniería de Detalles con la finalidad de evaluar y calificar el proyecto con los objetivos y alcances de la Certificación de Edificios Sustentables.

De acuerdo al Manual de Evaluación y Calificación para efectos de este método de certificación, se consideran características y comportamientos definidos como “Requerimientos Obligatorios” y que se identifican en la siguiente Tabla N° 4-2

Tabla N° 4-2: Requisitos Obligatorios CES

RESUMEN REQUISITOS OBLIGATORIOS			
VARIABLE		CÓDIGO	REQUERIMIENTO OBLIGATORIO
ARQ. Calidad del Ambiente Interior	2. Confort visual-pasivo	2R	Factor luz día o iluminancia útil mínimos
	3. Calidad del aire-pasivo	3R	Superficie mínima de ventana o caudal mínimo de aire.
	4. Confort acústico	4R	Aislación acústica mínima de fachadas exteriores
ARQ. Energía	5. Demanda de energía	5R	Transmitancia térmica de la envolvente y Factor Solar modificado
	6. Hermeticidad de la envolvente	6R*	Sellos exteriores para carpintería y paso de instalaciones
ARQ. Agua	8. Paisajismo	8R*	Reducir en un 20% la evapotranspiración de proyecto de paisajismo.
INST. Calidad del Ambiente Interior	11. Calidad del aire-activo	11R1	Tasas mínimas de ventilación
		11R2*	Eficiencia mínima de filtraje
		11R3	No utilizar sistemas de calefacción de combustión en base a llama abierta
	13. Confort visual-activo	13R*	Condiciones de diseño mínimas
	14. Confort térmico-activo	14R	Definir condiciones de diseño de climatización
INST. Energía	16. Climatización y ACS	16R*	Aislación térmica en distribución de calor y frío
INST. Agua	19. Sistema de Agua Potable	19R	Reducir en un 20% el consumo de agua potable
	20. Riego	20R	Reducir en un 20% el consumo de agua para riego
CONST.	21. Manejo de Residuos	21R	"Medidas de control y mitigación" durante la construcción

Por su parte, para la obtención de la certificación se deberá cumplir, además de los Requerimientos Obligatorios, con una serie de Requerimientos Voluntarios que permitan obtener un puntaje mínimo de 30 puntos. Al respecto se han considerado los siguientes señalados en la siguiente Tabla N° 4-3 con sus respectivos puntajes:

Tabla N° 4-3: Requerimientos Voluntarios CES

VOLUNTARIOS		PUNTAJE MÁXIMO POR ÍTEM
		OFICINAS Y SERVICIOS
ARQ.CAI 2.1	Aporte luz natural.	5
ARQ.CAI 2.2	Acceso visual al exterior	1
ARQ.CAI 3.1	Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural	6

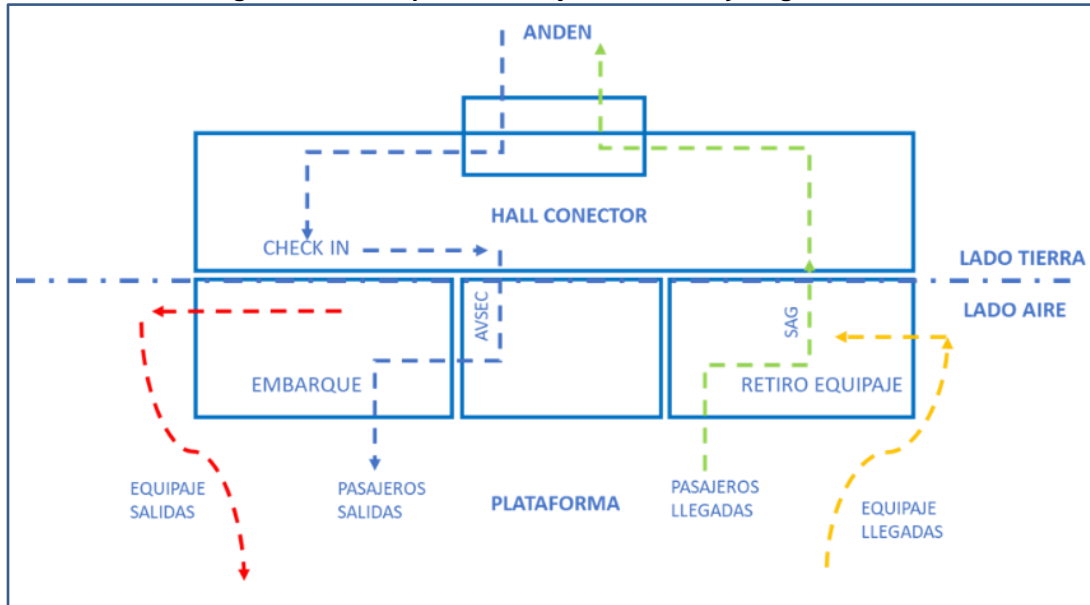
VOLUNTARIOS		PUNTAJE MÁXIMO POR ÍTEM
		OFICINAS Y SERVICIOS
ARQ.CAI 3.2	Concentración máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)	2,5
ARQ.CAI 4.1.	Aislamiento acústico de fachada	2
ARQ. ENERGÍA 5	disminución de la demanda de energía para calefacción, enfriamiento e iluminación.	18
ARQ. ENERGÍA 6.	Infiltraciones por la envolvente y permeabilidad al aire de carpinterías de ventana.	3
ARQ. RESIDUOS10.	Incorporar equipamiento y elementos que permitan la separación de los residuos durante la operación del edificio	1
INST.CAI 11.1	Ventilación Mecánica – Caudal de diseño	6
INST.CAI 11.2	Ventilación Mecánica – Filtraje	2
INST. ENERGÍA 15.1	Potencia instalada, en w/m2	3
INST. ENERGÍA 15.2	Sistemas de control	2
INST. ENERGÍA 16.1	Relación de la potencia requerida e instalada	2
INST. ENERGÍA 16.2	Rendimiento nominal de equipos de climatización y ACS	8
INST. ENERGÍA 17.	Reducción de la potencia de equipos y artefactos	1
INST. AGUA 19.1	Reducción del consumo de agua potable, en m3 año	2,5
GESTIÓN 22.	Generar las condiciones y desarrollar un proceso de diseño integrado	4
TOTAL		69

4.2.3 Estrategias de Diseño

La aplicación del concepto arquitectónico referido a **“El bosque como elemento transversal de la zona, envolvente de la espacialidad interior y soporte del manto vegetal como manifiesto expresivo en la volumetría”**, se verá reflejados principalmente en la volumetría y espacialidad del edificio Terminal de Pasajeros como volumen jerárquico del conjunto y el de mayor relación con los pasajeros. El resto de los edificios del conjunto, con otra escala y requerimientos estructurales, se vinculan a través de la expresión de materialidad y cumplimiento de todos los criterios de diseño indicados anteriormente.

Bajo este concepto general se desarrollaron estrategias funcionales teniendo presente la Guía de Arquitectura Mapuche relativa a la percepción de la salida, recorrido y puesta del sol. En atención a ello se plantea un esquema del hall lineal, será paralelo a la plataforma y en sentido oriente poniente como elemento conector entre las áreas de salidas y llegadas.

Figura N° 4-1: Esquema de Flujos de Salidas y Llegadas



Fuente: Elaboración Propia

Se consideran además, estrategias de conceptos espaciales, de materialidad basada en las ventajas de la madera maciza y laminada, como también las estrategias de los lineamientos DAP ya señalados.

El concepto arquitectónico del bosque y cumbres, generando una envolvente simple, permite la utilización de un modelo estructural en base a tetrápodos y madera laminada.

El Edificio Terminal, como edificio jerárquico del conjunto aeroportuario además de ser el de mayor vinculación con el usuario, será en el cual se enfatiza el concepto del despliegue y recorrido resaltando el bosque como conector transversal de los atractivos naturales de la zona. Sin perjuicio de ello, el conjunto de edificios del aeródromo tendrá una expresión unitaria en términos de materialidad (madera laminada), así como la aplicación de criterios comunes como la expresión de su estructura en fachadas y el mejor aprovechamiento de la luz natural a través de lucarnas en las áreas más alejadas del perímetro de los volúmenes.

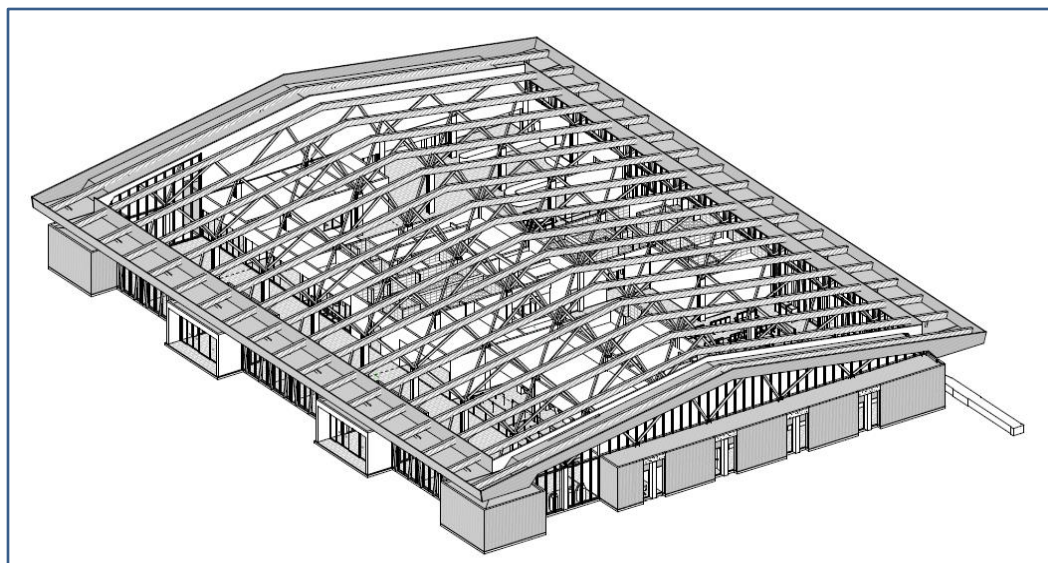
Imagen N° 4-1: Vivienda en Lago. Tetrápodos y Madera Laminada



Fuente:

Del análisis y cubicación preliminar de al menos tres opciones, verificando los factores de costo, identidad local y lectura clara del concepto, nos hacen optar por la opción de pilares en una modulación repetitiva de 8x8 y tetrápodos que responde de mejor manera tanto a la propuesta conceptual como a los lineamientos DAP que se consideran centrales para el desarrollo del proyecto.

Figura N° 4-2: Esquema Solución Estructural



Fuente: Elaboración Propia

Los edificios del conjunto, en su mayoría (Aro, Administrativo, Logístico, SSEI, Control de Acceso, Subestación en zona de oficinas), se estructuran en base a marcos de madera laminada ubicados en su perímetro, con una estructura de arriostramientos en sus fachadas de mayor largo. Se opta por esta solución y no por la estructura de tetrápodos del Edificio Terminal ya que, las luces que deben salvar estos edificios son menores que en el primero y de esta forma se reducen costos debido a que la cantidad de elementos de madera es menor y existen también, menor cantidad de conectores. Debido a la modulación entre ejes, sus costaneras pueden ser de madera maciza (no nativa), aportando en la baja de costos de la estructura. Se reitera también el concepto de planta libre, llevando la estructura al perímetro y liberando su área central.

Imagen N° 4-2: Vista Esquemática Complejo DGAC



Fuente: Elaboración Propia

El sistema constructivo de madera laminada basa su eficiencia en el diseño y ejecución de piezas y conectores con Control Numérico Computarizado (CNC), facilitando con esto el montaje en terreno optimizando los tiempos de obra.

Esta expresión común de materialidad, sistemas constructivos y soluciones pasivas otorga una lectura armónica al conjunto.

A partir de los criterios señalados se presentaron los programas arquitectónicos de las diferentes dependencias y los respectivos planos, información que se encuentra en la carpeta ANEXOS.

4.3 Subfase 3B.1.1: Arquitectura Referencial TPAX

La Subfase 3B.1.1 de Arquitectura Referencial del edificio Terminal de Pasajeros se genera a raíz de la decisión de la DAP de modificar los alcances del Anteproyecto Referencial luego de un análisis de la situación planteada en relación con la operación de aeronaves comerciales en el aeródromo.

En esta etapa se presentan los Criterios de Diseño entregados por la DAP, sobre los que se desarrolla el Anteproyecto Referencial en específico del edificio Terminal de Pasajeros y en general

cualquier edificio que se emplace dentro del aeródromo. Cabe señalar que como se enuncia, los antecedentes presentados son referenciales por lo que deberán ser desarrollados en todos sus ámbitos en etapa de Ingeniería definitiva de tal forma de asegurar una alta calidad en terminaciones y uso de materiales, alto desempeño en eficiencia energética, aislamiento térmico y acústico (Sistema PAS y ruido exterior), para lo que se deberán realizar todos los estudios teóricos sobre edificaciones, recurriendo a simulaciones mediante herramientas computacionales y software específicos para demostrarlo.

El Edificio Terminal de Pasajeros crecerá conforme lo indica el Plan Maestro de forma tal de responder a la demanda proyectada de pasajeros, para el nivel de servicio establecido para el crecimiento del aeródromo.

El proyecto apunta a obtener una solución sustentable desde el punto de vista del consumo de recursos en la etapa de construcción y energía en la etapa de operación, compatible con la funcionalidad, seguridad y comodidad de los usuarios, confort térmico y acústico como así también compatibilizarlo con las acciones tendientes a preservar el medio ambiente.

Se consideran en informe especial los Requerimientos CES y Criterios de Diseño de Eficiencia Energética.

4.3.1 Criterios Generales

El proyecto de es el resultado del ejercicio de la combinación de un planteamiento técnico, aeronáutico, constructivo y conceptual por parte de la arquitectura y las superficies limitadoras de obstáculos del área de movimiento que limitan la altura por otra, lo que obliga a generar un volumen para dar cabida al edificio Terminal de Pasajeros con ciertas limitantes y oportunidades.

El desarrollo del proyecto ha tenido presente los siguientes criterios generales, los cuales deben ser considerados en cada etapa del desarrollo proyectual:

- Identidad Regional.
- Sustentabilidad.
- Funcionalidad.

Como estrategia de diseño, todos los edificios del aeródromo se deben configurar a nivel volumétrico como una envolvente en forma de corchete de oriente a poniente, conformado por un mismo material impermeable como es el acero zincado, ésta envolvente cobija en su interior volúmenes con el programa requerido, estructurándose ambos a partir de una estructura de madera laminada o maciza, según corresponda.

En forma específica para el Terminal de Pasajeros y Cuartel SSEI se señala un ordenamiento de planta.

4.3.2 Criterios Específicos

Se consideraron los siguientes criterios específicos en el desarrollo del Anteproyecto:

- Ambiente Interior
- Diseño Arquitectónico
- Desarrollo Funcional

4.3.3 Programa de Recintos

El listado de espacios y recintos del edificio Terminal de Pasajero han sido determinados aplicando lo estipulado en el Manual de Desarrollo Aeroportuario de la Dirección de Aeropuertos, Edición 2011. Para su dimensionamiento se consideran los pasajeros embarcados en hora punta PHP-H40 y un Nivel de Servicio D.

Año de Diseño	2035
B 787-9 (pasajeros)	112
% ocupación	90%
PHP (1 vuelo BAE al 90%)	101
Nivel de Servicio	D

Se define una superficie inicial construida total de 2.248 m² la cual debe ser revisada en la Subfase siguiente considerando las áreas de circulación, muro y detalles constructivos.

4.3.4 Criterio de Sustentabilidad

Con el fin de optimizar el comportamiento ambiental del edificio Terminal de Pasajeros se aplica los criterios d Arquitectura Pasiva, fundamentalmente para la disminución del consumo de energía. Se considera una envolvente térmica, uso de termopaneles, iluminación Led y lucarnas.

4.4 Subfase 3B.1.2: Arquitectura Referencial DGAC

La Subfase 3B.1.2 de Arquitectura Referencial de los edificios del conjunto DGAC se genera a raíz de la decisión de la DAP de modificar los alcances del Anteproyecto Referencial luego de un análisis de la situación planteada en relación con la operación de aeronaves comerciales en el aeródromo.

El desarrollo de la arquitectura de los edificios componentes del complejo DGAC obedece a los mismos principios y criterios aplicados para el sector del Terminal de Pasajeros.

El complejo DGAC lo constituyen los siguientes edificios:

- Edificio Administrativo
- Torre de Control
- Edificio Servicio Salvamento y Extinción de Incendios (SSEI)
- Subestación Eléctrica
- Edificio ARO
- Control de Acceso
- Sala de Residuos
- Sala de Basura

4.5 Subfase 3B.2: Arquitectura General

En esta etapa de Arquitectura General se han considerado los mismos principios y criterios aplicados en las etapas previas de Arquitectura con inclusión de Especificaciones Técnicas y Fichas Técnicas de productos aplicados a cada una de las construcciones del aeródromo.

Adicionalmente se agrega el presupuesto de Arquitectura para cada uno de los edificios teniendo presente la normativa nacional vigente, en especial la Ley General de Urbanismo y Construcción y el Manual de Desarrollo Aeroportuario, Reglamento de Aeropuerto DAN 14-154 de la DGAC y publicaciones nacionales e internacionales.

En Anexo se incluye planilla de presupuesto de arquitectura de los edificios y planos principales. A continuación se aprecian imágenes referenciales de las obras proyectadas, tanto del Terminal de pasajeros con edificaciones DGAC.

Imagen 4-1: Vista sector y Planta Terminal de Pasajeros. Aeródromo de Pucón



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 4-2: Vista sector Instalaciones DGAC. Aeródromo de Pucón



Fuente: Elaboración Propia

Considerando los requerimientos coordinados con la DAP, las áreas finales para cada edificio y considerados en el Anteproyecto Referencial se muestran en la siguiente Tabla:

Tabla N° 4-4: Tabla Resumen de Superficies

EDIFICACIÓN	ANTEPROYECTO REFERENCIAL m2	OBS
TERMINAL DE PASAJEROS	2.962	
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	730	
TORRE DE CONTROL	102	
CUARTEL SSEI	834,5	
SUBESTACIÓN ELECTRICA DGAC	223,23	
EDIFICIO ARO	172	
CONTROL DE ACCESO	28	
EDIFICIO LOGÍSTICO	-	Edificio Logístico se integra con el Edificio Administrativo
AVSEC	-	Dependencias AVSEC se integra al Terminal de Pasajeros
SALA RESIDUOS SUSPEL	47,5	
SUBESTACION ELECTRICA TPAX	68,9	
SALA DE BASURA TPAX	49,56	
SALA DE BASURA DGAC	28,2	
SALA DE RECEPTORES	21,82	
SALALDE TRANSMISORES	21,82	

Fuente: Elaboración propia

4.6 Subfase 3C.1: Criterios de Diseño Especialidades

Se definieron los antecedentes mínimos para el desarrollo de las especialidades e instalaciones de servicio y apoyo de toda la infraestructura tanto vertical como horizontal del Anteproyecto Referencial. Al respecto se consideraron las siguientes áreas para cada uno de los edificios componentes del complejo aeroportuario:

- Ingeniería Básica
- Iluminación Exterior
- Pavimentos Viales
- Drenajes y Evacuación Aguas Lluvias
- Señalética y Demarcación Vial
- Estructuras
- Instalaciones Sanitarias
- Agua Potable
- Detección y Extinción de Incendios
- Instalaciones Eléctricas

- Disposición de la Basura
- Señalética Aeroportuaria
- Climatización
- Sistemas Electromecánicos
- Instalaciones Aeronáuticas
- Sistema Meteorológico
- Seguridad
- Paisajismo

En cada caso se definieron los criterios conforme a las características de cada instalación y permitir el desarrollo de la siguiente etapa.

4.7 Subfase 3C.2: Desarrollo de Especialidades

En esta etapa se desarrollaron las especialidades respetando los criterios definidos en la etapa anterior y requerimientos técnicos y operacionales. Se elaboraron los planos generales y de detalle de cada instalación así como las Memorias de Cálculo y Especificaciones Técnicas que deberán ser aplicadas en la fase de Ingeniería de Detalle.

Así también, en cada caso se hizo entrega del presupuesto estimado por edificio y los diferentes sectores del cual se encuentra en planilla de carpeta ANEXO.

4.8 Subfase 3D: Antecedentes para Licitación

En los Términos de Referencia originalmente estos antecedentes estaban dirigidos a regular el proceso de licitación de la Concesión del Aeródromo Pucón. Conforme a las nuevas condiciones, en esta etapa se desarrollaron los siguientes antecedentes para ser considerados en una licitación para la construcción de las obras para la ampliación y mejoramiento del aeródromo Pucón.

- TDR de la Ingeniería de Detalle
- TDR de Participación Ciudadana
- Descripción de las obras
- Presupuesto Asociado al desarrollo del estudio
- Presupuesto Asociado a las Obras
- Cronograma del Estudio
- Programación de los gastos mensuales del estudio
- Plan y Presupuesto de mantenimiento de la infraestructura vertical
- Plan y Presupuesto de mantenimiento de la infraestructura horizontal
- Cronograma de obras proyectadas
- Plano de demolición
- Plano de etapas constructivas
- Anexo Complementario

En este contexto se incluyeron presupuesto de obras de mantenimiento vertical y horizontal así como la planilla DAP de obras y programación de gastos mensuales.

Se adjuntaron también los cronogramas de Plan de Obras, Cronograma de Estudio y Plan de Trabajo así como plano de Secuencia Constructiva y Plano de Demolición.

4.9 Subfase 3E: Nueva Evaluación de Ruido

El objetivo de esta etapa ha sido la evaluación del impacto acústico que podría generar el proyecto en la fase de operación considerando las condiciones con el nuevo material de transporte de pasajeros, de acuerdo a los criterios de evaluación establecidos en la normativa aplicable.

Las actividades involucradas en las fases de construcción, operación y cierre del Proyecto pueden generar un aumento del nivel de ruido y vibraciones en los sectores aledaños. En este contexto, la definición del área de estudio se efectúa en base a la existencia de lugares habitados en el sector.

El análisis ha consistido en la predicción de niveles de ruido mediante un modelo asistido por software el cual permitió determinar la magnitud de las emisiones acústicas en los puntos de evaluación definidos considerando las características propias del proyecto.

La evaluación se realizó bajo los lineamientos que indica la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA, del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

Para la realización de las mediciones se definieron los puntos de evaluación, los cuales fueron seleccionados de acuerdo a su cercanía con las futuras fuentes generadoras de ruido del Proyecto.

Aplicando la metodología de mediciones de ruido de fondo y vibraciones basales y modelaciones de generación de fuentes móviles y de operaciones aéreas, se obtuvieron valores tanto diurnos como nocturnos en los diferentes puntos de medición seleccionados.

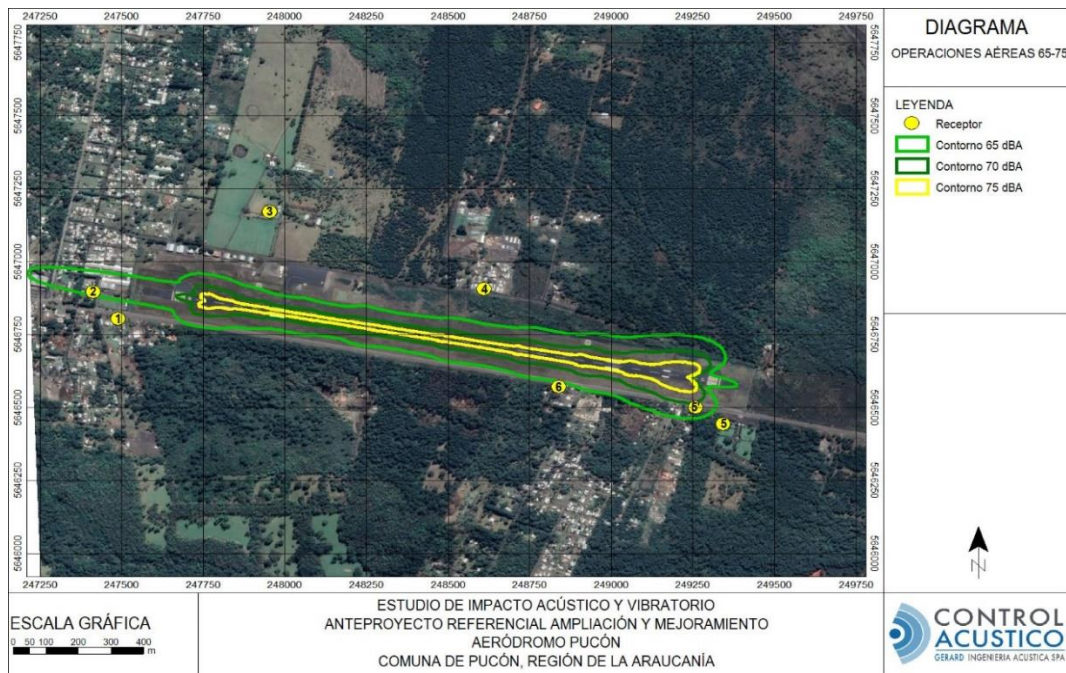
Como resultado y conclusiones, las principales fuentes de ruido diurno corresponden al tránsito vehicular por la Ruta CH-199 y fuentes de carácter natural como aves silvestres, grillo y viento en el follaje.

En cuanto a vibraciones, los valores obtenidos obedecen a las vibraciones naturales del suelo en cada sector, y al tránsito vehicular por las rutas cercanas, no existiendo otras fuentes claramente identificadas que puedan afectar los registros. Los valores registrados en todos los puntos se encuentran por debajo del umbral de percepción humana definido en la guía, el cual es de 65 [VdB].

4.9.1 Operaciones Aéreas

La siguiente ilustración presenta el mapa de ruido asociado a la fase de operación del Proyecto (futura pista). Dicha gráfica permite visualizar la extensión de contornos de exposición sonora sobre el terreno aledaño al Proyecto, debido a las operaciones aéreas que se ejecutarán en el aeródromo.

Imagen N° 4-3: Mapa de Propagación Sonora según YLDN [dB(A)]



Fuente: Elaboración propia

Utilizando los estándares de referencia del FAR Parte 150, se puede observar que hay dos puntos en los cuales se sobrepasa el nivel de referencia (65 dB) considerando la operación de la aeronave de diseño BAE 146.

Un análisis detallado permite definir algunos procedimientos operacionales para mitigar los efectos de ruidos provenientes de operaciones aéreas, sin embargo, como medida paliativa, se propone una medida de seguimiento consistente en la instalación de un sistema de monitoreo de ruido en el o los puntos más expuestos en las cercanías del aeródromo para tener controladas las emisiones de ruido.

4.10 Subfase 3F: Ajuste Área de Movimiento

Con motivo de las modificaciones al Convenio, ha sido necesario desarrollar esta etapa de Ajuste de Área de Movimiento para definir las diferencias con la Subfase 3A anterior respecto al Diseño Geométrico, ajustes en las Ayudas Visuales, aspectos de saneamiento y Vialidad, considerando la introducción de la aeronave de diseño como el BAE -146.

4.10.1 Diseño Geométrico

Al respecto en el Diseño Geométrico se consideraron las siguientes Especificaciones Técnicas Especiales:

- Demolición y retiro de pavimento asfáltico.
- Escarpe, excavación y corte.
- Preparación de la subrasante.
- Suministro, compactación y nivelación de relleno estructural.

- Suministro y compactación de base chancada.
- Imprimación bituminosa.
- Suministro y compactación de carpeta asfáltica.
- Suministro y colocación de capa vegetal.
- Demarcación.

Dentro de la Memoria de Cálculo se consideraron los pavimentos del lado aire para desplazamiento de las aeronaves y definiciones para la nueva situación:

- 1) Ampliación Plataforma Comercial.
- 2) Alargue de Pista hacia el lado oriente en 200 m*.
- 3) Conformación y nivelación franja de seguridad de Pista
- 4) Conformación franja de seguridad Calle de Rodaje Bravo.
- 5) Conformación de zona de protección al chorro de turbinas detrás de ambos umbrales.
- 6) Construcción de RESA para ambas pistas.
- 7) Plataforma Aviación General.
- 8) Rodaje Charlie.
- 9) Nuevo Rodaje Aviación General.

En lo principal, se consideró la pista de 1.700 m de longitud y 30 m de ancho, con sector de Protección al Chorro y RESAs para ambos umbrales.

A continuación se resume las áreas involucradas.

Tabla N° 4-5: Resumen Anteproyecto Área de Movimiento

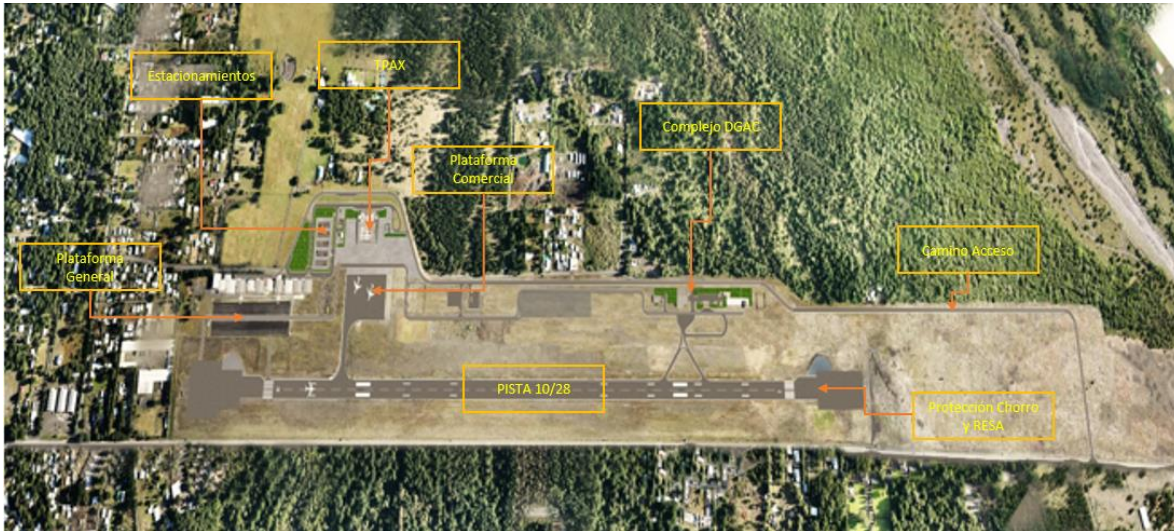
EDIFICACIÓN	ANTEPROYECTO REFERENCIAL m2	OBS
PLATAFORMA COMERCIAL	9.180	Ampliación 1.860 m2 2 posiciones
AMPLIACION PISTA	6.000	200 m
PLATAFORMA GENERAL	16.250	295x33
RODAJE BRAVO	3.291	
RODAJE CHARLY	860	
NUEVO RODAJE	625	
RESAS	43.200	Umbral 10 y 28 : 240x90m
PROTECCION A CHORRO	7.200	Umbral 10 y 28 : 60x60m

Fuente: Elaboración Propia

Se presentó además el presupuesto de pavimentos del Área de Movimiento.

A continuación se aprecian imágenes referenciales de las obras proyectadas del área de movimiento. Planos con mayor detalle se adjuntan en Anexo Subfase 3F.

Imagen 4-3: Vista solución Área de Movimiento. Aeródromo de Pucón



Fuente: Elaboración Propia

4.10.2 Ayudas Visuales

En los aspectos de Ayudas Visuales se actualizaron las características y número de luces y balizas incluyendo los equipos Reguladores de Corriente Constante así como conductores eléctricos y canalizaciones con los planos correspondientes.

Junto con las Especificaciones Técnicas se desarrollaron las Memorias de Cálculo y el presupuesto.

4.10.3 Drenaje

Se desarrollaron las Especificaciones Técnicas referidas a la ejecución de las diferentes obras de drenaje de aguas lluvias comprendidas en el AIR SIDE del proyecto. Teniendo presente las normas aplicables se consideró los trabajos de despeje de terrenos y los procedimientos a aplicar como también en las características de las excavaciones necesarias y construcción de fosos con cotas de fondo preestablecidas.

Además de la definición de los materiales requeridos para los trabajos de realizaron las Memorias de Cálculo y el respectivo presupuesto de las obras.

4.10.4 Vialidad

Con motivo de las modificaciones del Convenio afectando al Área de Movimiento, fue necesario la adecuación de los sistemas viales del lado aire, considerando los caminos aeronáuticos en los diferentes sectores con sus respectivos materiales para la superficie. El resumen de partidas consideradas son:

- Remoción De Cercos (un)
- Despeje y Limpieza de la Faja (Km)
- Excavación de Escarpe (e=0.40m) (m3)
- Imprimación (m2)
- Excavación de Corte en TCN (m3)
- Formación y Compactación de Terraplenes (m3)
- Preparación de la subrasante (m2)

- Base Granular CBR \geq 80 % (m3)
- Concreto Asfáltico de rodadura (m3)
- Portones de dos Hojas (un)
- Cerco Especial (m)

En la descripción de cada uno de las partidas se desarrollaron las especificaciones Técnicas, Memorias de Cálculo y el presupuesto.

5 FASE 4: ESTUDIOS AMBIENTALES

En esta etapa se establecen los alcances técnicos que se deben desarrollar para la elaboración de los respectivos estudios ambientales del proyecto con análisis de los antecedentes existentes. Considera la elaboración y trámite de la respectiva Consulta de Pertinencia hasta obtener un pronunciamiento de SEA.

5.1 Subfase 4A: Análisis de Antecedentes

La fase de Análisis de Antecedentes Ambientales tuvo como objetivo recopilar y analizar todos los antecedentes ambientales existentes del proyecto, así como verificar la existencia de autorizaciones ambientales o permisos sectoriales y ambientales vigentes.

Los componentes ambientales más relevantes en su mayoría fueron descritos con base en información bibliográfica derivada de diferentes fuentes, en especial del Ministerio del Medio Ambiente y de la Municipalidad de Pucón.

Al efecto, se realizó la Caracterización Ambiental de Entorno considerando las variables clima y meteorología, calidad del aire, ruido y vibraciones, geología, geomorfología y suelos, hidrología, hidrogeología y calidad del agua, áreas de riesgo, flora y vegetación terrestre, fauna terrestre, patrimonio cultural, áreas protegidas y sitios prioritarios para la conservación, uso del territorio y su relación con la planificación territorial y medio humano.

De esta manera, considerando los antecedentes recopilados y procesados, se elaboró un análisis de Sensibilidad Ambiental según su grado de influencia, cuyos resultados se muestran los resultados en la siguiente Tabla:

Tabla N° 5-1: Grados de Sensibilidad Ambiental por Componente

Componente	Área Afectada	Grado de Sensibilidad
Calidad de Aire	Receptores en área de interés	Sensibilidad Media
Ruido y Vibraciones	Receptores en área de interés	Sensibilidad Media (Construcción y Operación)
Geología, Geomorfología y Suelos	Área de construcción	Sensibilidad Baja
Hidrología, Hidrogeología y Calidad de Aguas	Área de construcción cercana al Río Turbio	Sensibilidad Media
Áreas de Riesgo	Área de construcción y operación	Sensibilidad Media
Flora y Vegetación Terrestre	Área de construcción	Sensibilidad Media
Fauna Terrestre	Área de construcción	Sensibilidad Media
Patrimonio Cultural	Área de construcción	Sensibilidad Media

Componente	Área Afectada	Grado de Sensibilidad
Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios para la Conservación	Comuna de Pucón	Sensibilidad Baja
Uso del Territorio	Comuna de Pucón	Sensibilidad Media
Medio Humano	Ciudad de Pucón y localidad de Quelhue	Sensibilidad Alta

Fuente: Elaboración propia

Este análisis se efectuó en base a los hallazgos y conclusiones obtenidas para cada componente. Debe tenerse en consideración que, para la mayor parte de los componentes, la información levantada en esta etapa, fue de carácter bibliográfico, sin embargo, aquellos considerados relevantes como Ruido y Vibraciones, Flora y Vegetación Terrestre, Fauna Terrestre y Medio Humano, fueron realizadas con campañas de terreno.

De esta manera, analizados los distintos componentes, se estableció que los aspectos diferenciadores principales para el análisis de las alternativas eran Flora y Vegetación y Uso del territorio.

5.2 Subfase 4B: Consulta de Pertinencia

La Consulta de Pertinencia fue elaborada considerando las indicaciones que se señalan en el Ord. N° 131.456/2013 del Director Ejecutivo del Servicio de Evaluación Ambiental de fecha 12 de septiembre de 2013, que "Imparte instrucciones sobre las consultas de pertinencia de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental".

De esta manera, el documento incluyó la descripción del proyecto señalando las principales obras a realizar con un detalle de las características de cada construcción, del área de movimiento y pavimentos viales. Se analizan aspectos adicionales de obras complementarias como iluminación exterior, seguridad vial, red de alcantarillado, agua potable y paisajismo que pudiesen influir en los alcances de la Consulta de Pertinencia, estableciéndose que el objetivo del Anteproyecto Referencial es el de otorgar al aeródromo Pucón de la infraestructura vertical y horizontal necesaria para satisfacer la demanda futura, incluyendo sus accesos, espacio aéreo, consideraciones ambientales y de seguridad.

Se realiza el análisis comparativo de la infraestructura existente y la futura, señalándose, además, que se trata de un proyecto que no posee Resolución de Calificación Ambiental y solo se ha tramitado una consulta de pertinencia anteriormente, con motivo de las obras de conservación mayor de la pista.

Se describen de forma sintética las principales obras y actividades de las fases de construcción y operación, incluyendo los cronogramas estimados, la mano de obra, e insumos principales, finalizando con la estimación de emisiones, residuos y descargas al ambiente. Respecto de esto último, el análisis principal tiene relación con la variable ruido en etapa operación que estableció la necesidad de establecer un plan de seguimiento dado que podrían llegar a generarse impactos respecto de esta variable.

Finalmente, el Análisis de Pertinencia estableció que:

- *El proyecto, por sí solo, no forma parte de ninguna de las tipologías mencionadas en el artículo 10 de la Ley 19.300, especificadas en el Artículo 3 del DS N°40/12 del MMA, Reglamento del SEIA.*
- *No obstante, el proyecto incorpora nuevas obras al aeródromo con el objeto de satisfacer la demanda futura, la suma de las partes, obras o acciones tendientes a intervenir o complementar el proyecto no modifica su condición de aeródromo, por lo tanto, no constituye un proyecto o actividad listado en el artículo 3 del reglamento.*
- *Las obras involucradas en el presente proyecto no cambian el objeto del aeródromo en sí, solo genera las condiciones necesarias para satisfacer de forma segura la demanda futura estimada.*

Por lo tanto, dado los análisis realizados, de acuerdo a lo establecido en el Instructivo del SEA, Ord. N° 131456/2013 del SEA, de 12 de septiembre de 2013, el Proyecto “**Anteproyecto Referencial Ampliación y Mejoramiento Aeródromo Pucón**”, no requiere ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

5.3 Subfase 4D: Caracterización Área de Influencia

En esta etapa se complementó el análisis de antecedentes ambientales realizado, considerando los componentes ambientales que eventualmente pueden ejercer una influencia en el desarrollo de las actividades del Anteproyecto. De esta manera, se incluyó las siguientes variables ambientales: Clima y Meteorología; Calidad de Aire; Ruido y Vibraciones; Geología, Geomorfología y Suelos; Hidrología e Hidrogeología; Calidad de Agua; Áreas de Riesgo; Flora y Vegetación; Hongos y Líquenes; Fauna Terrestre; Biota Acuática; Patrimonio Cultural (Arqueología y Paleontología); Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios para la Conservación; Uso del Territorio y su relación con los Instrumentos de Planificación Territorial; Medio Humano y Paisaje.

Las conclusiones de los principales componentes se resumen a continuación:

5.3.1 Clima y Meteorología

Del análisis se concluye que las temperaturas son moderadas y con ciclos horarios muy marcados, con alta amplitud térmica diaria y anual. La variación anual muestra valores homogéneos, con una época estival de moderadas temperaturas y un invierno templado de temperaturas suaves, separadas por dos épocas de transición más o menos marcadas.

5.3.2 Calidad del Aire

No existen antecedentes sobre la Calidad de Aire para la comuna de Pucón, sin embargo existe un reconocimiento de la problemática asociada a fuentes emisoras relacionadas con la circulación por caminos no pavimentados y la calefacción a leña, predominante en la comuna. Esto deberá ser considerado para tomar las medidas necesarias para mitigar las futuras emisiones del proyecto.

5.3.3 Ruido y Vibraciones

Las principales fuentes de ruido corresponden al tránsito por Ruta Internacional 199, y fuentes de carácter natural, como la presencia de aves silvestres, insectos y el viento sobre el follaje. En cuanto a vibraciones, los valores obtenidos obedecen a las vibraciones naturales del suelo en cada sector, y al tránsito vehicular por las rutas cercanas, no existiendo otras fuentes claramente identificadas que puedan afectar los registros.

5.3.4 Calidad del Agua

El objetivo fue describir la situación actual de la calidad de agua del estero que atraviesa el área del Proyecto en forma perpendicular al trazado de la pista de aterrizaje, considerándose dos puntos de mediciones. Los resultados obtenidos solo muestran que la concentración de Sodio Porcentual fue superior al límite establecido en la NCh 1.333 pero sólo para la estación Punto 2. Para el caso de los Metales, solo la concentración de hierro y Aluminio superaron los límites establecidos en la norma de referencia, lo que podría estar atribuido a la presencia de actividades de uso residencial, forestal y/ ganadero. Se estima que el desarrollo de las actividades del proyecto no tendrá efectos significativos sobre el curso de agua estudiado.

5.3.5 Áreas de Riesgo

Se analizan las áreas de riesgo a nivel comunal, con el fin de caracterizar de manera general los posibles riesgos en el área de desarrollo del proyecto. Se consideran el riesgo de inundaciones, erosión y efecto volcánico siendo este último el más relevante asociado al aeródromo definiéndose puntos de encuentro en caso de ser necesario una evacuación.

5.3.6 Flora y Vegetación

El área de influencia del proyecto se encuentra dominada en extensión por territorios de matorral intervenido con alta participación de especies exóticas y, en donde, los bosques naturales se encuentran con algún grado de artificialización debido a la inclusión de especies exóticas invasoras dentro de la formación. En consecuencia, es posible inferir, que la materialización del proyecto no debiera generar efectos adversos significativos sobre el componente flora y vegetación terrestre.

5.3.6.1 Hongos y Líquenes

Respecto de los Hongos, la superficie caracterizada corresponde mayormente a extensiones de remanentes de bosques nativos, además de matorrales nativos, los que son ambientes ideales para la aparición de especies de hongos, sin embargo, al momento de la visita a terreno, se detectó una baja diversidad de especies caracterizadas.

Respecto de los Líquenes, en el área de influencia se registraron un total de 65 especies de líquenes, de los cuales 15 fueron caracterizados hasta nivel de género, presentándose de manera homogénea a lo largo del área de influencia, indicando la presencia de dos únicas unidades florísticas a nivel de la biota liquenológica, determinado en parte por la presencia de sustratos homogéneos. Se presenta un bajo endemismo, son representativas de la zona sur del país y diez (10) especies registradas presentaron categoría de conservación, todas con registros de Preocupación Menor (LC) correspondientes a especies no amenazadas.

Finalmente, y en base a los resultados y conclusiones se pudo establecer que la materialización del Proyecto no tendrá efectos negativos sobre el componente.

5.3.6.2 Fauna Terrestre

Del total de especies observadas en las dos campañas realizadas, el 75% son nativas, y de ellas el 5,56% son endémicas, representadas por dos especies de aves y una de reptil (Perdiz chilena, Choroy y Lagartija esbelta).

En cuanto al estado de conservación, de las 54 especies registradas, nueve se encuentran en la categoría de conservación Preocupación menor y corresponden a las cuatro especies de reptiles observadas, tres especies de ave, y dos mamíferos.

Respecto de las singularidades ambientales indicadas en SEA (2015), del total de 54 especies registradas en el área del Proyecto, dos especies de reptiles (Lagartija esbelta y Lagartija lemniscata) y tres especies de ave (Comesebo grande, Torcaza y Carpinterito) poseen poblaciones reducidas. Se identificaron 5 de baja movilidad (las cuatro especies de reptiles y un micromamífero nativo), y si bien su categoría de conservación es de Preocupación menor, podrían ser potencialmente más susceptibles a las actividades propias a la materialización del Proyecto.

Considerando la información levantada en la línea de base y que el Proyecto se desarrollará en un área con ambientes altamente perturbados, además, considerando que la superficie del área de influencia del Proyecto no es significativa respecto de la superficie de distribución geográfica de las especies endémicas, en categoría de conservación y con poblaciones reducidas SAG (2015) registradas en el área del Proyecto, es posible concluir que, tanto la construcción como la operación del mismo, no generará efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, en este caso la diversidad de fauna. No obstante lo anterior, sería recomendable ejecutar medidas de mitigación para las especies de baja movilidad, tal como planes de perturbación y rescate-relocalización, previos a la intervención de zonas con vegetación.

5.3.6.3 Biota Acuática

Durante la campaña de terreno, se registró la presencia de ictiofauna en ambos sectores de la pista del aeródromo de Pucón. Las condiciones ambientales del cuerpo de agua en estudio, permitiría el asentamiento de especies de microalgas tanto en la columna de agua como en los sedimentos, siendo los productores primarios de todo el sistema biológico. La presencia de salmónidos, sería indicador de buena calidad de agua. Del mismo modo, la presencia exclusiva de este tipo de especie, podría restringir la presencia de especies nativas por su potencial depredación sobre especies de menor tamaño.

Finalmente, para el caso del zoobentos o macroinvertebrados se registró la presencia de taxa indicadores de forma temprana de polución (familia Chironomidae y Elmidae entre otros) (Figueroa et al. 2003). Sin embargo, dado el amplio rango de condiciones ambientales en el que es posible encontrar este tipo de organismo (Medina & Paggi 2004), su sola presencia no necesariamente es indicador de contaminación de las aguas, situación que se apoya en el hecho de que el resto de las estaciones de muestreo, también se registró la presencia de individuos pertenecientes a taxa reconocidos como indicadores de agua de buena calidad, tales como Trichoptera y Plecoptera (Figueroa et al 2003).

5.3.6.4 Arqueología

Habiéndose realizado dos campañas de terreno, se determinó la ausencia de elementos de carácter arqueológico e histórico en el área de influencia directa del proyecto. Sin embargo, se sugiere implementar una revisión superficial previa a cualquier movimiento de tierra en todos los sectores.

5.3.6.5 Paleontología

La revisión de antecedentes bibliográficos, bases de datos digitales disponibles en el SEIA, inspección visual superficial en terreno y datos de subsuelo del área de influencia del proyecto, permiten afirmar la presencia de lahares correspondientes a la Unidad Villarrica 3 (Uv3lh) en el área

el estudio. Esta unidad geológica es distinguible por la litología, estructuras sedimentarias y componentes principales de los fragmentos clásticos mayores. La unidad antes mencionada es clasificable como susceptible desde el punto de vista de su potencial fosilífero, debido a su naturaleza volcano-sedimentaria.

De esta manera se concluye que no hay unidades fosilíferas en el área del proyecto, sin embargo, se recomienda la elaboración de un protocolo ante hallazgos imprevistos en la unidad susceptible, junto con la realización de charlas de inducción paleontológica al personal que trabaje en las obras.

5.3.7 Medio Humano

Considerando lo señalado en la Guía de Área de Influencia de los Sistemas de vida y Costumbres de Grupos Humanos en el SEIA (SEA, 2020), se definieron dos sectores o asentamientos como parte del área de estudio: la ciudad de Pucón y sus alrededores y la localidad de Quelhue.

Para cada una de ellas, se analizó las cinco dimensiones que componen el medio humano: geográfica, demográfica, antropológica, socioeconómica y de bienes social básico, utilizando fuentes primarias y secundarias.

Realizado el análisis de la información se descrita, se tiene las siguientes conclusiones:

- El proyecto no tiene una intervención, hace uso o restringe el acceso a los recursos naturales utilizados como sustento económico de las comunidades del área estudiada, ya sea para uso medicinal, espiritual o cultural.
- En relación con una eventual obstrucción o restricción a la libre circulación, conectividad o el aumento significativo de los tiempos, según lo señalado por las comunidades indígenas y no indígenas, se señala que en la actualidad existe una sobrecarga vehicular de la infraestructura vial como es el caso de la Ruta CH-199 (Camino Internacional), que a su vez, se enlaza con la Ruta S-921 o Camino a Quelhue, conectando la localidad Mapuche de Quelhue con la ciudad de Pucón, asentamiento urbano con el que tiene una alta dependencia.
- Respecto a la alteración al acceso o a la calidad de bienes, equipamientos, servicios o infraestructura básica, en el entorno inmediato del Proyecto no se identifican presencia de estos elementos.
- Sobre dificultades o impedimentos para el ejercicio o la manifestación de tradiciones, cultura o intereses comunitarios que puedan afectar los sentimientos de arraigo o la cohesión social del grupo, es relevante precisar que el área de estudio tiene un fuerte arraigo identitario Mapuche, y la operación del Aeródromo podría tener o generar percepción de afectación sobre los sistemas y costumbres específicas de las comunidades indígenas detalladas en el apartado dedicado a la dimensión antropológica del reporte de caracterización.

6 FASE 5: EVALUACIÓN SOCIAL

En esta etapa de Evaluación Social considerada como definitiva se consideran en primer término la identificación del área de estudio, tema tratado en la fase preliminar. Se verifican las condiciones de la infraestructura de transporte en sus diferentes modos y se analiza el área de influencia basado en las posibles rutas aéreas que podrían aportar a la demanda para el aeródromo Pucón.

Se presenta un diagnóstico de la situación actual del aeródromo con una descripción de los sectores como Air-Side y Land-Side y las diferentes instalaciones de la infraestructura tanto vertical como horizontal.

Elemento importante dentro de este estudio lo representa el Estudio de Demanda que en esta oportunidad se realiza considerando las encuestas realizadas para los diferentes modos de transporte como avión, buses y automóviles.

El estudio ha tenido presente también las estadísticas aeronáuticas de los aeródromos de La Araucanía actual y del propio Pucón de la época de operación de aeronaves comerciales.

Las encuestas Origen-Destino y Preferencias Declaradas han permitido estimar la demanda de pasajeros y aeronaves de aviación comercial a partir del cambio modal. Estas encuestas se aplicaron en dos temporadas distintas (normal y verano) a pasajeros de avión, bus y automóvil en puntos de control definidos en base a la posibilidad de encontrar viajeros en los distintos pares OD de interés.

Luego de la realización de las encuestas ha sido posible definir la caracterización de la demanda Origen-Destino para los diferentes modos y aplicando la metodología de expansión de matrices lograr una estimación de la demanda y modelos de proyección en las diferentes temporadas para finalmente presentar una estimación de demanda de pasajeros y de operaciones comerciales.

La Evaluación Social Definitiva del proyecto se realizó con el enfoque costo-beneficio, determinando los beneficios sociales asociados a la estimación de demanda basada en las encuestas OD realizadas en temporada normal y temporada de verano, los modelos de proyección de la demanda global y los modelos de partición modal estimados, con estimación de los beneficios, montos de inversión y valor residual a valor social.

Finalmente, se entregan los resultados de la evaluación social del proyecto para cada escenario de proyección considerado: tendencial, pesimista y optimista. Estos resultados demuestran que el proyecto es rentable socialmente bajo los 3 escenarios analizados. Cabe hacer notar que los resultados en cada escenario no son muy distintos debido a que la demanda del proyecto es fija, por lo que los escenarios solo generan variaciones en la distribución de los modos origen en la proyección de la demanda, lo que hace variar los beneficios estimados en montos relativamente pequeños.

7 CONCLUSIONES

Finalmente se desprende que el estudio del “*Anteproyecto Referencial Ampliación y Mejoramiento Aeródromo Pucón*”, desarrollado:

- Es factible tanto técnicamente, y económicamente, bajo estándares de calidad, eficiencia y serviciabilidad para aeronaves del Tipo BAE 146-200 o equivalente.
- Los resultados de la evaluación social del proyecto para cada escenario de proyección considerado: tendencial, pesimista y optimista demuestran que el proyecto es rentable socialmente bajo los 3 escenarios analizados.
- Las instalaciones actuales no poseen Resolución de Calificación Ambiental (RCA). Tampoco fue identificada alguna actividad complementaria que pudiese haber ameritado tramitación ante el mencionado sistema.
- Dados los análisis realizados, de acuerdo a lo establecido en el Instructivo del SEA, Ord. N° 131456/2013 del SEA, de 12 de septiembre de 2013, el Proyecto “**Anteproyecto Referencial Ampliación y Mejoramiento Aeródromo Pucón**”, no requiere ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

- Respecto de las variables ambientales analizadas, es relevante señalar, respecto de la variable ruido en etapa operación, que será necesario establecer un plan de seguimiento dado que se podrían llegar a generar impactos. Por otra parte, respecto del Medio Humano, se pudo constatar que el proyecto no tiene una intervención, hace uso o restringe el acceso a los recursos naturales utilizados como sustento económico de las comunidades del área estudiada, ya sea para uso medicinal, espiritual o cultural, sin embargo, es relevante precisar que el área de estudio tiene un fuerte arraigo identitario Mapuche, y la operación del Aeródromo podría tener o generar percepción de afectación sobre los sistemas y costumbres específicas de las comunidades indígenas.