



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

**“NORMALIZACIÓN ÁREA DE MOVIMIENTO AERÓDROMO LOS CONFINES
DE ANGOL”**

ETAPA 6 - RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

REVISIÓN 0

SCGO01-21-GE-GN-IN-008-0

REV	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
0	2022-08-11	Francisco Chávez	Marcela Risso	Marcelo Ferrer
C	2022-07-25	Francisco Chávez	Marcela Risso	Marcelo Ferrer
B	2022-06-29	Francisco Chávez	Marcela Risso	Marcelo Ferrer
A	2022-05-25	Francisco Chávez	Marcela Risso	Marcelo Ferrer

FIRMA INSPECTOR(A) FISCAL	FIRMA JEFEDEPTO. PROYECTOS DAP	FIRMA JEFEPROYECTO FAIC

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	ALCANCE DEL PRESENTE INFORME.....	5
3	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AERÓDROMO.....	5
4	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A RESOLVER	6
4.1	EXPUESTOS DURANTE LA ETAPA DE LICITACIÓN DE LA CONSULTORÍA	6
4.2	DIAGNOSTICADOS EN LA PRESENTE CONSULTORÍA	8
5	ESTUDIOS BÁSICOS DESARROLLADOS	13
5.1	ESTUDIO METEOROLÓGICO	13
5.2	ESTUDIO HIDROLÓGICO	14
5.3	ESTUDIO DE TOPOGRÁFICO Y GEOMENSURA.....	15
5.4	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	16
6	BREVE EXPOSICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	17
7	DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PROYECTADA PARA SER CONSTRUIDA.....	23
7.1	PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO	23
7.2	NORMATIVA CONSIDERADA.....	26
7.3	OBRAS A EJECUTAR.....	27
8	COSTOS ESTIMADOS	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación del Aeródromo Los Confines de Angol	4
Figura 6.1: Layout a nivel de Prefactibilidad para la Alternativa 1 desarrollada en Subetapa 2.2 anterior.	19
Figura 6.2: Layout a nivel de Prefactibilidad para la Alternativa 2 desarrollada en Subetapa 2.2 anterior.	20
Figura 6.3: Layout a nivel de Prefactibilidad para la Alternativa 3 desarrollada en Subetapa 2.2 anterior.	21
Figura 6.4: Layout a nivel de Factibilidad para la Alternativa Elegida desarrollada en Subetapa 2.2 anterior.	22
Figura 7.1: Plano de Obras Definitivas a Ejecutar	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Brechas detectadas por la Dirección de Aeropuertos.	6
Tabla 7.1: Características pista principal obras nuevas.	23
Tabla 7.2: <i>Características pista secundaria obras nuevas</i>	24
Tabla 7.3: <i>Características rodaje Alfa obras nuevas</i>	24
Tabla 7.4: <i>Características rodajes Norte, Sur, Bravo y Charlie obras nuevas</i>	25
Tabla 7.5: <i>Características plataformas aeronaves obras nuevas</i>	25
Tabla 7.6: <i>Características plataformas helicópteros obras nuevas</i>	26

1 INTRODUCCIÓN

El Aeródromo de Los Confines de Angol se encuentra ubicado a 1 kilómetro al este de Angol, en la Provincia de Malleco, Región de la Araucanía, Chile.

Desde el punto de vista climático, la presencia de una cordillera de la costa bien desarrollada (Cordillera de Nahuelbuta) dificulta la penetración de las influencias marinas en buena parte de la provincia de Malleco. Por esta razón el clima de la zona de Angol, ciudad situada al este de esta Cordillera, es relativamente árido, mostrando un hiterógrafo muy semejante a los de Linares o Curicó, localidades ubicadas mucho más al norte

Figura 1.1: Ubicación del Aeródromo Los Confines de Angol



El tipo de aviación que en Los Confines se desarrolla, corresponden principalmente a:

- Operaciones aéreas para el combate de incendios forestales.
- Operaciones de aviación general.
- Operaciones aeromédicas.
- Operaciones de helicópteros.

El presente informe toma como punto de partida lo concluido en la totalidad de las etapas anteriores con la finalidad de presentar y explicar los antecedentes específicos de la infraestructura proyectada a construir (junto con su descripción).

2 ALCANCE DEL PRESENTE INFORME

El presente informe se enmarca dentro de los entregables propios de la Etapa 6 “Informe Final”, específicamente correspondiendo al informe denominado “Resumen Ejecutivo” detallado en el Art. 7.6.2 de los Términos de Referencia del Estudio.

Se presenta una descripción general del proyecto, identificando el problema a solucionar, los estudios básicos realizados y tomados en consideración para su correcta ejecución junto a una breve descripción de las alternativas consideradas, resumen del desarrollo de los estudios de detalle con los costos totales estimados, metodologías aplicadas, comentarios, recomendaciones y conclusiones.

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL AERÓDROMO

El Aeródromo Los Confines de Angol (código OACI: SCGO), perteneciente a la red de pequeños aeródromos, se encuentra ubicado en un terreno de aproximadamente 22.4Ha. Sus coordenadas geográficas son 37° 47' 38,08" S de latitud, 72° 41' 15,62" W de longitud y su altura 73 m.s.n.m.

El aeródromo posee una pista de orientación magnética 18/36, de asfalto, con una longitud declarada de 800 m, ancho de 18m y una pendiente de 0.82%. Su resistencia declarada es del tipo PCN de 9/F/C/Z/T. Posee un sistema de aproximación VFR (Visual Flight Rules) y dos calles de rodaje ubicadas hacia el umbral 36 que conectan con dos plataformas; la plataforma de aviación general y club aéreo, y finalmente la plataforma utilizada por Forestal MININCO. Adicionalmente cuenta con una tercera calle que las conecta. En ambos umbrales posee bahías de giro. Posee umbrales desplazados 150m hacia el norte y 50m hacia el sur. **Su clave de referencia es 1B (conforme a la RES.94 del 28-01-2021).**

Adicionalmente el aeródromo cuenta con una segunda pista, estructurada en tierra, la cual opera exclusivamente cuando la pista principal (18/36) se cierra por mantención. Posee la misma orientación magnética que la pista principal y se le denomina 18L/36R. Tiene un largo de 500 m, ancho de 15 m y una franja de 560 m de longitud por 36 m de ancho con su eje emplazado a 70 m del eje de la pista 18/36. Tiene una resistencia de 1400 kg.

Al suroriente de la pista principal se habilitó un sector pavimentado para el estacionamiento de helicópteros de extinción de incendios. Cabe señalar que el pavimento de este estacionamiento corresponde sólo a un tratamiento asfáltico, por lo que si bien se ve como si fuera pavimentado estructuralmente no lo es, siendo construida por Forestal MININCO en el año 2021 con el propósito de provisoria para poder estacionar el helicóptero Chinook por la temporada estival, para el combate de incendios.

En el aeródromo funciona el Club Aéreo de Angol que cuenta con instalaciones y un hangar.

Como fue mencionado con anterioridad, el Aeródromo Los Confines se encuentra ubicado en la región de La Araucanía. De acuerdo con información histórica de CONAF (1977 – 2020), esta región es la tercera a nivel país en ocurrencia de incendios forestales, superada sólo por Bío – Bío y Valparaíso, y tercera en hectáreas quemadas, luego de Bío – Bío y Maule. Con estos antecedentes, sumado a su infraestructura aeroportuaria y su ubicación estratégica al norte de la región, Los Confines ha sido priorizado en nivel 2 y número 15 a nivel nacional por CONAF para el combate de incendios forestales, de acuerdo con el estudio *“Red de Pistas de Importancia para la Operación de Aviones Cisterna para el Combate de Incendios Forestales y Requerimientos de Inversión Pública para su Óptimo Empleo”*¹

¹ 2016, Depto. Control Incendios Forestales, Gerencia Protección Contra Incendios Forestales, CONAF y actualizado a mayo de 2021.

4 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS A RESOLVER

4.1 EXPUESTOS DURANTE LA ETAPA DE LICITACIÓN DE LA CONSULTORÍA

Conforme a lo señalado en los Términos de Referencia, el trabajo de esta Consultoría consiste en la elaboración del Proyecto de Ingeniería de Detalle (PID) de todas las obras que se consideren necesarias para normalizar la infraestructura existente del área de movimiento que se encuentra en incumplimiento de acuerdo a la normativa nacional e internacional vigente, cuyo proyecto final deberá permitir licitar su construcción.

De manera preliminar, los Términos de Referencia consideran necesarios los siguientes análisis/obras:

1. Revisar la metodología acordada y consensuada entre la DAP y la DGAC para abordar iniciativas asociadas a normalización para establecer los parámetros, variables y factores que deben ser considerados para efectos de presente proyecto de normalización.
2. Realizar un análisis de las brechas que se levantaron y observaron a nivel de diagnóstico para el cumplimiento de los parámetros, variables y factores establecidos en el punto anterior, considerando el Airtractor AT-802F con clave de referencia 1B como aeronave crítica de diseño y que las operaciones que se desarrollan en el aeródromo con del tipo visual.

Las brechas que se levantaron y observaron a nivel de perfil de proyecto (estudio ²realizado por la Dirección de Aeropuertos) para el cumplimiento de los parámetros, variables y factores son las siguientes:

Tabla 4.1: Brechas detectadas por la Dirección de Aeropuertos.

N°	Sección	Ítem	Detalle	Observación
1	Calle de Rodaje	EXISTENCIA	ENTRE PLATAFORMA UTILIZADA POR FORESTAL MININCO Y PISTA DE TIERRA 18L/36R	Se cuenta con una pista de tierra aprobada por resolución de funcionamiento DGAC que no cuenta con conexión oficial al resto del área de movimiento. Por necesidad y uso se generó un recorrido entre plataforma utilizada por Forestal MININCO y la pista, pero no cumple con ninguna especificación geométrica ni estructural de calle de rodaje. Longitud del tramo: 192 m Ancho requerido: 10,5 m Resistencia requerida: 7.257 kg
2	Calle de Rodaje	EXISTENCIA	ENTRE PISTA DE TIERRA 18L/35R Y SECTOR UMBRAL 18	Debido a la operación de aeronaves de extinción de incendios en los períodos de verano, para mantener la pista libre el mayor tiempo posible, se ha generado por necesidad y uso una circulación de las aeronaves desde las plataformas, pasando por la pista de tierra y cruzando por un sector que no está reconocido como calle de rodaje para llegar al sector del umbral 18 que no cumple con ninguna especificación geométrica ni estructural de calle de rodaje. Longitud del tramo: 173 m Ancho requerido: 10,5 m Resistencia requerida: 7.257 kg
3	Calle de Rodaje	ANCHO	CALLE DE RODAJE QUE CONECTA PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL CON UMBRAL 36	Esta calle de rodaje tiene 9 m de ancho por lo que no cumple el ancho establecido por el DAR-14 para la clave de referencia del aeródromo. Ancho requerido: 10,5 m
4	Calle de Rodaje	ANCHO	CALLE DE RODAJE QUE CONECTA PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL CON PLATAFORMA MIRINCO	Esta calle de rodaje tiene 6 m de ancho por lo que no cumple el ancho mínimo establecido por el DAR-14 para la clave de referencia del aeródromo. Ancho requerido: 10,5 m

² Estudio “Normalización Área de Movimiento Aeródromo Los Confines – Angol, Región de La Araucanía”, enero 2021, código BIP 40030148-0

N°	Sección	Ítem	Detalle	Observación
5	Calle de Rodaje	ANCHO	CALLE DE RODAJE QUE CONECTA PLATAFORMA MIRINCO CON PISTA 18/36	Esta calle de rodaje tiene 6 m de ancho por lo que no cumple el ancho establecido por el DAR-14 para la clave de referencia del aeródromo. Ancho requerido: 10,5 m
6	Calle de Rodaje	FRANJA	CALLE DE RODAJE QUE CONECTA PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL CON PLATAFORMA MIRINCO	Por los distanciamientos existentes y ubicaciones de las plataformas y calle de rodaje, la franja de esta calle de rodaje invade parte de ambas plataformas. Ancho libre requerido: 16,5 m
7	Calle de Rodaje	RESISTENCIA	ENTRE PLATAFORMA MIRINCO Y PISTA DE TIERRA 18L/36R TRAMO QUE ESTÁ PASANDO POR PISTA DE TIERRA 18L/36R ENTRE PISTA DE TIERRA 18L/35R Y SECTOR UMBRAL 18	Debido a la operación de aeronaves de extinción de incendios en los períodos de verano, para mantener la pista libre el mayor tiempo posible, se ha generado por necesidad y uso una circulación de las aeronaves desde las plataformas, pasando por la pista de tierra la cual tiene una resistencia declarada de 1.400 kg y están pasando aeronaves de hasta 7.257 kg de peso máximo de despegue Resistencia requerida: 7.257 kg
8	Calle de rodaje	SUPERFICIE	ENTRE PLATAFORMA MIRINCO Y PISTA DE TIERRA 18L/36R TRAMO QUE ESTÁ PASANDO POR PISTA DE TIERRA 18L/36R ENTRE PISTA DE TIERRA 18L/35R Y SECTOR UMBRAL 18	Debido a la operación de aeronaves con motor del tipo turbohélice como es el caso de la aeronave crítica de diseño que está operando, que es el AT-802F se deben pavimentar las superficies de las calles de rodaje que no lo están, lo anterior para minimizar el riesgo de daño a la estructura del avión y particularmente del motor, el cual por su naturaleza puede aspirar algún elemento suelto en caso de contarse con una superficie no pavimentada.
9	SLO	VULNERACIÓN	SLO DE APROXIMACIÓN DESPEGUE SLO DE TRANSICIÓN	Existencia de árboles, tendidos eléctricos, postes y antena, por el norte que vulneran la SLO de aproximación/despegue Existencia de árboles, postes de alumbrado, por el este y oeste que vulneran la SLO de transición Existencia de árboles, tendidos eléctricos, postes por el sur que vulneran la SLO de aproximación/despegue

Fuente: Términos de Referencia del Contrato de Consultoría, en complemento con la "Circular Aclaratoria N°1".

Dentro del Estudio de Perfil, se consideraron los siguientes parámetros para la posterior ejecución de la Consultoría:

- ✓ Aeronave crítica de diseño: Airtractor AT-802F
- ✓ Motorización de la Aeronave crítica: PT6A-67AG
- ✓ Clave de referencia a considerar: 1B visual
- ✓ Longitud y clave de la pista provisoria a dejarse pavimentada en el rodaje 500x18 y clave 1A
- ✓ Operaciones H1: 5 puestos de estacionamiento AT-802F (ver análisis capacidad de pista), un puesto estacionamiento Chinook y un puesto estacionamiento helicóptero menor.
- ✓ Temperatura de referencia: 29.2°C
- ✓ Pendiente media pista: 0.82% (AIP)
- ✓ Altura aeródromo: 73 m.s.n.m. (AIP)

4.2 DIAGNOSTICADOS EN LA PRESENTE CONSULTORÍA

A continuación, se presentan las Recomendaciones Finales generadas a partir de la visita diagnóstica realizada por el equipo multidisciplinario de este Consultor durante el mes de septiembre. Estas recomendaciones se enmarcan dentro de lo diagnosticado en tal oportunidad.

4.2.1.1 INGENIERÍA ELÉCTRICA

Existen dos alternativas para habilitar correctamente los sistemas de ayudas visuales luminosas del Aeródromo:

- Completar el actual sistema de luces fotovoltaicas
- Instalar un nuevo sistema de luces Led con red eléctrica.

Sistema de luces de pista Solares

Para completar el actual sistema se deberá considerar lo siguiente:

- ✓ Completar el actual sistema de luces de borde de Pista (07 luces), barras de Ala (04 luces) y luces de borde de rodaje (08 luces), incluyendo luces de repuestos.
- ✓ Las luces en la prolongación de los umbrales se deberán completar con luces de Borde de calle de rodaje.
- ✓ Se deben ajustar los colores de las luces de borde de pista de acuerdo a norma.
- ✓ Se recomienda una nueva distribución de luces para las calles de rodaje de acuerdo a Norma.
- ✓ Se debe realizar **mantención del vehículo de remolque del sistema de control**, incluyendo tratamiento de estructura, tratamiento anti óxido, y pintura.

El costo neto aproximado para completar el Sistema sería de MM\$60.

Sistema cableado

Considerando que se dispone de red de energía eléctrica en el Aeródromo existe la opción de considerar la instalación de un sistema de luces led con red eléctrica. Para lo anterior se deberán considerar en líneas generales las siguientes partidas:

- Luces Led de Pista elevadas, Umbral y Término empotradas
- Luces Led de calles de rodaje elevadas
- Bases de hormigón de soporte con bases galvanizadas
- Ductos en zanjas
- Cámaras eléctricas
- Cableados de 5 KV y de Tierra de Protección
- Reguladores de Corriente
- Caseta albergue de Tablero, Reguladores y acometida BT

Recomendación respecto de los sistemas de ayudas visuales

Se recomienda la instalación de un nuevo sistema de luces led cableado, dado que existe una red de suministro de energía eléctrica por compañía eléctrica, en mérito a lo siguiente:

- El costo de una baliza Led convencional de Borde de Pista (\$400.000) respecto de una fotovoltaica \$(1.850.000) es de aproximadamente un 22 %.
- Las balizas fotovoltaicas, aunque disponen de frangibles, son más voluminosas y pueden constituir un obstáculo, fuera de su posición, para la aviación menor.
- Regularmente en mérito a que son luces individuales, al accionar el sistema pueden presentar intensidades de brillo diferentes.
- Su funcionamiento depende también de la radiación solar local, con cambio de tiempo de carga de baterías de la baliza.
- La baliza Led cableada tiene una vida útil muchísimo mayor respecto de una fotovoltaica.

Recomendación respecto de la Acometida Eléctrica

En mérito al mal estado del tablero General en Poste y sus elementos asociados, se recomienda abordar la regularización de la Acometida Eléctrica de estas instalaciones, realizando los ajustes en capacidad de empalme de acuerdo a las nuevas instalaciones y las que se provean en el futuro próximo. Se incluyen en estos trabajos un nuevo Tablero Eléctrico General, canalizaciones subterráneas, alimentadores, etc.

Recomendación respecto de Conos de viento

El Cono de Viento ubicado próximo del umbral 18, está en buenas condiciones y se debe evaluar su reinstalación por las nuevas calles de rodaje proyectadas.

Los dos Conos de Viento ubicados próximos al umbral 36 deben, se encuentran en mal estado y se propone su reemplazo, por uno solo.

Recomendaciones complementarias de la DGAC

En el proceso de evaluación de esta fase del proyecto, la DGAC ha planteado las siguientes recomendaciones que incorporamos en este Informe.

- Que los nuevos Conos de Viento sean iluminados
- Incorporar Letreros Guías para Pista y Calles de Rodaje

Finalmente, y respecto de las instalaciones eléctricas de las edificaciones actuales, son antiguas y requieren de su intervención para normalizarlas, dado que éstas no cumplen los requerimientos mínimos de los nuevos pliegos técnicos de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles). En el caso que se requiera la normalización de las instalaciones eléctricas estas se deben considerar nuevas.

4.2.1.2 HIDROLOGÍA Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIA

Para el sistema de drenaje de aguas lluvias se indican las siguientes recomendaciones:

- ✓ En base a la nueva infraestructura horizontal proyectada y existente, considerar las nivelaciones de terreno suficiente para permitir el adecuado escurrimiento de las aguas lluvias.
- ✓ Se recomienda el proyectar sistemas de captación de aguas lluvias mediante sumideros, los cuales deberán proyectarse en los puntos bajos generados en las nivelaciones del terreno.
- ✓ De acuerdo a los resultados del ensayo porchet realizado por el estudio de la mecánica de suelos, se debe analizar la mejor alternativa para la disposición de las aguas. En efecto, si los estratos inferiores disponen de buena capacidad de infiltración, se recomienda proyectar obras de infiltración mediante cubodren. Por el contrario, si el suelo no posee buena infiltración, deberá proyectarse obras de conducción subterránea o mediante canales hasta descarga al Río Malleco.
- ✓ Respecto al punto anterior, es preferible optar por la alternativa de infiltración si las capacidades del suelo lo permiten, ya que esta solución podría permitir no generar obras de arte y canales fuera del recinto del aeródromo, complejizando las labores de mantención de las nuevas instalaciones.
- ✓ Se recomienda instalar dos drenes principales paralelos a la pista, uno a cada costado, los cuales recibirán las aguas captadas por los sumideros y los conducirá hacia obras de cubo dren proyectadas para infiltrar el agua hacia los estratos inferiores.

4.2.1.3 INGENIERÍA SANITARIA

Para el sistema de agua potable existente se indican las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se recomienda instalar nicho en medidor de agua potable para resguardo del equipo contra posibles daños que se puedan ocasionar por agentes externos.
- ✓ Desarrollo de un proyecto de ingeniería sanitaria, en el cual se establezcan las obras mínimas para abastecer de los servicios de agua potable y alcantarillado a población que alberga las instalaciones del aeródromo.
- ✓ Ampliar y remodelar instalaciones de almacenamiento de agua potable, cuyo dimensionamiento debe realizarse en base a demanda de usuarios proyectados y las dotaciones de consumo establecidas en el desarrollo de un proyecto de ingeniería sanitaria, cumpliendo con la normativa NCh2794 vigente.
- ✓ Ampliar y remodelar instalaciones del sistema de impulsión de agua potable, cuyo dimensionamiento debe realizarse en base a demanda de caudales proyectados establecidos en el desarrollo de un proyecto de ingeniería sanitaria, cumpliendo con la normativa NCh2794 vigente.
- ✓ Se recomienda normalizar la red de distribución privada de distribución de agua potable, aguas abajo del MAP, la cual alimenta las instalaciones del Club Aéreo y Mininco. Esta red debe cumplir con los diámetros mínimos de 90 mm interior y profundidad de 1,1 m exigidos en la NCh2485 vigente.
- ✓ Se recomienda la instalación de medidores remarcadores para las instalaciones (como mínimo uno para Club Aéreo y otro para instalaciones Mininco) de acuerdo a los requisitos establecidos en la normativa NCh2459 vigente.

Para el sistema de alcantarillado de aguas servidas existente se indican las siguientes recomendaciones:

- ✓ Desarrollo de un proyecto de ingeniería sanitaria, en el cual se establezcan las obras mínimas para abastecer de los servicios de agua potable y alcantarillado a población que alberga las instalaciones del aeródromo.
- ✓ Verificar capacidad de la fosa séptica y su estado de funcionamiento y conservación, considerando proyección de demanda de los operarios de las instalaciones.

4.2.1.4 CARGUÍO DE AERONAVES DE COMBATE CONTRA INCENDIO

Para el sistema de carguío de agua se indican las siguientes recomendaciones:

- ✓ Desarrollo de un proyecto de ingeniería, en el cual se establezcan las obras mínimas para sistema de llenado de agua, cumpliendo con los requisitos de demanda para un adecuado, seguro y eficiente sistema de carguío.
- ✓ Ampliar y remodelar instalaciones del sistema de impulsión de agua, cuyo dimensionamiento debe realizarse en base a demanda de caudales y presiones proyectados establecidos en el desarrollo de un proyecto de ingeniería.
- ✓ Se recomienda cambiar las piscinas de acumulación por estanques de almacenamiento de agua, los cuales se deben dimensionar en base a la demanda de agua para llenado de aeronaves. Con esto se busca mejorar condiciones en cuanto al mantenimiento de la estructura, ya sea para limpieza y/o mantención periódica, ya que se dispone de tuberías de desagüe que permiten el vaciamiento. Además, se controla el ingreso de partículas o elementos no deseados al cuerpo de agua, los cuales pueden dañar u obstruir los sistemas de impulsión.
- ✓ Se recomienda cambiar sistema de mangueras por tuberías rígidas, materializadas en acero o hdpe, con elementos de corte y seguridad respectivos, dimensionadas para satisfacer las demandas de caudales y presiones requeridos para el llenado de aeronaves. Se recomienda seguir las indicaciones de la NCh2794 referido a los criterios de construcción para sistemas de impulsión y tuberías, evitando posibles daños a elementos del sistema o a personal por efectos del golpe de ariete.

Para el sistema de carguío de mezcla de agua y retardante se indican las siguientes recomendaciones:

- ✓ Desarrollo de un proyecto de ingeniería, en el cual se establezcan las obras mínimas para sistema de llenado de mezcla de agua y retardante, cumpliendo con los requisitos de demanda para un adecuado, seguro y eficiente sistema de carguío.
- ✓ Ampliar y remodelar instalaciones del sistema de impulsión de mezcla, cuyo dimensionamiento debe realizarse en base a demanda de caudales y presiones proyectados establecidos en el desarrollo de un proyecto de ingeniería de acuerdo al Decreto 43 vigente y NCh2794.
- ✓ Se recomienda reemplazar los estanques de almacenamiento de mezcla de agua y retardante, los cuales se deben dimensionar en base a la demanda de agua para llenado de aeronaves, e instalarse sobre una superficie adecuada que permita la contención de retardante en caso de derrames de acuerdo al Decreto 43 vigente y NCh2794.
- ✓ Se recomienda cambiar sistema de mangueras por tuberías rígidas, materializadas en acero o hdpe, con elementos de corte y seguridad respectivos, dimensionadas para satisfacer las demandas de caudales y presiones requeridos para el llenado de aeronaves. Se recomienda seguir las indicaciones de la NCh2794 referido a los criterios de construcción para sistemas de impulsión y tuberías, evitando posibles daños a elementos del sistema o a personal por efectos del golpe de ariete.
- ✓ Se recomienda disponer de lugar de acopio de bins acorde a los requerimientos del Decreto 43, tales como pretil de contención en caso de derrames.

4.2.1.5 PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS

A nivel general, el análisis diagnóstico efectuado en los diversos tipos de pavimento arroja un nivel satisfactorio de su condición estructural, sin perjuicio a que, de forma localizada, existan secciones de análisis que deban ser reparadas o reconstruidas.

Este es el caso de la plataforma MININCO, construida en hormigón, la cual tiene un nivel de deterioro elevado, deterioros que hacen inviable una reparación localizada, siendo conveniente su reconstrucción total. Sin embargo, deberá ser evaluado si dicha reconstrucción significa un beneficio directo para el aeródromo como infraestructura de uso público.

Al sur, se hace necesario efectuar reparaciones localizadas en la plataforma PLH2, contenida dentro del sector de parada de los helicópteros. La unidad de muestra sujeta a reparación es la primera, aquella materializada en una única losa sin divisiones (sin juntas de contracción ni construcción), siendo recomendable entonces la reparación de las grietas producidas en sus juntas, esquinas y en el interior de ella, junto con brindar juntas inducidas por corte la posterior aplicación de un sello elastomérico de calidad.

En nivel de mayor criticidad se encuentra el rodaje denominado “Charlie”, que es el más cercano al umbral norte 18, perpendicular a la pista. Este rodaje se encuentra materializado en hormigón, y posee losas con un nivel de deterioro de severidad elevada, lo cual redundan en un peligro por la aparición de FODs que comprometen la seguridad aeroportuaria, sin embargo, con reparaciones localizadas mejoraría considerablemente el índice PCI y eliminaría el riesgo en seguridad que significan los actuales FODs.

4.2.1.6 INGENIERÍA AEROPORTUARIA

A nivel de Ingeniería Aeroportuaria, se recomienda:

- ✓ Normalizar el ancho de la calle de rodaje denominada “Bravo”, que conecta la pista con la Plataforma de Aviación General (y posteriormente Club Aéreo), toda vez que su ancho actual (9.5m) es inferior a lo requerido por la normativa vigente (10.5m) para un aeródromo Clase 1B.
- ✓ Según se determine el beneficio de uso público de la plataforma MININCO, será entonces necesario normalizar el rodaje que conecta la pista con dicha plataforma (denominado rodaje “Charlie”), toda vez que su ancho actual (8.0m) es inferior a lo requerido por la normativa vigente (10.5m) para un aeródromo Clase 1B.
- ✓ Según mismo criterio anterior, relacionado con el beneficio del uso público de la plataforma MININCO, será entonces necesario normalizar el rodaje que conecta esta plataforma con la de Aviación General, rodaje que tiene un ancho aproximado actual de 6.0m, inferior a los 10.5m que dicta la normativa vigente para un aeródromo Clase 1B.
- ✓ Con la finalidad de permitir que durante la temporada de extinción de incendios (aproximadamente de 4 a 5 meses de duración por año) las aeronaves CONAF tengan la posibilidad de hacer un uso intensivo sin restricción de la pista 18-36, y fruto de la necesidad de contar con una redundancia (menor) ante la necesidad de conservaciones periódicas, se hace necesario materializar en estructura de pavimento la pista de tierra que actualmente está en uso en el aeródromo.
- ✓ Para dar capacidad y seguridad al movimiento del helicóptero Chinook de CONAF, el cual es parte de la flota que opera en Angol, se debe materializar una plataforma apropiada, en estructura de pavimento, con dimensiones mínimas de 61m x 61m (4 veces la superficie actual).
- ✓ Con relación al análisis de interferencia en las superficies “SLO”, su análisis en detalle (posibles vulneraciones) es abordado en el documento propio destinado para dicho estudio (documento “SCGO01-21-GE-IA-IN-001-B”), el cual es parte integral de la presente Etapa 1.

5 ESTUDIOS BÁSICOS DESARROLLADOS

5.1 ESTUDIO METEOROLÓGICO

Se realizó este estudio para obtener los parámetros climáticos más significativos de la zona para posteriormente, poder evaluar la posible influencia sobre la degradación del pavimento y las operaciones aéreas.

Los parámetros que se obtendrán serán:

- i. Las temperaturas promedio mensuales (máxima, mínima y media).
- ii. Precipitaciones totales mensuales.
- iii. Velocidades del viento y su componente predominante (dirección de barlovento).

Para el cálculo de los parámetros antes mencionados, se tomaron los datos provenientes de dos estaciones diferentes:

- a) **Estación meteorológica perteneciente a la red agrícola del Ministerio de Agricultura “Renaico”**, de referencia geográfica Lat|Lon: 37°43'34,00"S|72°36'17,00"W (-37.726110°|-72.604722°). Será considerada como origen de datos para los puntos i) y ii) anteriores (temperatura y precipitaciones).
- b) **Estación meteorológica perteneciente a la dirección de meteorología de Chile “Aeródromo María Dolores”**, Los Ángeles, de referencia geográfica Lat|Lon: 37°23'48,98"S|72°25'24,99"W (-37.3969400°|-72.4236100°). Será considerada como origen de datos para el punto iii) anterior (análisis del viento).

De las estaciones meteorológicas disponibles en la cercanía del Aeródromo, se privilegió en primer orden la cantidad de series de datos completas (años) y sin datos fuera de rango, y en segundo orden la distancia al Aeródromo; descartándose en consecuencia estaciones más cercanas pero insuficientes en datos tales como:

- Húsares (D.M. de Chile, 0.3km de distancia al Aeródromo), descartada por tener únicamente la serie 2020 completa, y 2019 parcial.
- El Vergel (Ministerio de Agricultura, 4.5km de distancia al Aeródromo), descartada por tener únicamente las series 2018, 2019 y 2020 completas.

Para la situación particular del análisis del parámetro iii), análisis del viento y sus componentes, dado que la estación “Reinaco” no tiene información para la variable viento dentro de sus mediciones en el periodo requerido (desde abril del 2017 a finales del 2018 no hay mediciones de esta variable), se consensuó con la DGAC el utilizar los datos de la siguiente estación más cercana que si cumpliera con todos los requerimientos de análisis de esta componente para tener una referencia, que después se tendrá que corregir en la medida que la estación Húsares cuente con más datos, la cual corresponde a la estación ubicada en el Aeródromo María Dolores.

5.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Se determinó la precipitación de diseño con el fin de conocer la escorrentía superficial producto de las lluvias, y así poder proyectar las obras de drenaje que cumplan el propósito de evacuar el agua superficial, asegurando la estabilidad de las obras y mantener su serviciabilidad durante el período para el cual se han diseñado.

El proyecto del Aeródromo de Angol se emplaza en las coordenadas 72°41' y 37°47' con una elevación de 80 msnm, contando con la estación meteorológica pluviométrica cercana denominada Angol (La Mona), de propiedad de la Dirección General de Aguas (código DGA 8358002-K, código Dirección Nacional 370060), la cual cuenta con información de precipitaciones máximas en 24 horas dentro del periodo 1988-2020. Para el desarrollo de estudios hidrológicos, el Manual de carreteras recomienda un periodo de 30 años, por lo cual la estación presenta información suficiente para la obtención de la precipitación de diseño.

Para determinar la precipitación de 24 horas de duración y periodo de retorno de 10 años, se aplicaron una serie funciones de distribución de probabilidades recomendadas en el Manual de Carreteras Volumen 3, aplicables a estudio de hidrología. De estas funciones recomendadas, se determinaron: la función Normal, Log Normal y Gumbel.

Luego, a los resultados obtenidos, se les aplicó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov. Esta prueba consistió en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada y la estimada.

Finalmente, y una vez finalizados los cálculos hidrológicos respectivos respecto de los datos obtenidos de la estación meteorológica "Angol (La Mona)", se determinó que la precipitación de diseño para un periodo de 10 años y 24 horas de duración corresponde a **125 mm**. El caudal de diseño para un periodo de 10 años correspondió a **704 L/s**, asociado a un rendimiento de la cuenca de 0,00311 L/s/m². Dada la capacidad de infiltración del suelo y el espacio disponible para la construcción de las obras, se privilegió el uso de **zanjas de infiltración** paralelas a las pistas.

5.3 ESTUDIO DE TOPOGRÁFICO Y GEOMENSURA

Dentro de las actividades, se realizaron con estación total perfiles longitudinales cada 10 m. en pista y calles de rodaje, así como perfiles transversales cada 20 m. a las mismas secciones con la extensión necesaria para cubrir toda la propiedad del aeródromo, tales como, zonas pavimentadas, sectores a intervenir y cerco perimetral. Además de esto, se realizaron nivelaciones geométricas a zonas de empalmes, eje de pista, PRs y puntos de interés para obtener sus respectivas cotas geométricas.

Complementariamente, se realizó una poligonal topográfica con los PRs monumentados y la respectiva vinculación geodésica de ésta con la Red Geodésica Nacional (RGN), por medio de una Estación Activa Fija (EAF) perteneciente al Instituto Geográfico Militar (IGM).

Una vez que se materializaron los PRs, se realizó la poligonal y la nivelación geométrica, ambos procedimientos compensados. Se realizó también el levantamiento topográfico en la zona comprendida por el proyecto. Se tuvo en cuenta las partes más relevantes dentro de la zona de interés tales como: pista, rodajes, plataformas, estructuras verticales y cambios de pendiente, entre otras.

A partir de los PRs se realizó un barrido de puntos radiados, sin embargo, para sectores de escasa visibilidad entre la estación y el prisma, se hizo necesario la utilización de puntos auxiliares, los cuales quedan materializados en terreno mediante clavos, es por esta razón que se materializó el AUX2 en el sector de Forestal Mininco.

Este procedimiento consistió en medir todo tipo de singularidades ubicadas en la propiedad del aeródromo. Fue realizado mediante la toma de mediciones de precisión cada 10m en sentido longitudinal a la pista y calles de rodaje (a lo largo de sus ejes respectivos).

En cuanto a la toma de mediciones de precisión en sentido transversal a la pista y calles de rodaje, estas se realizaron cada 20m de avance en sentido longitudinal a estos pavimentos, instancia en la que transversalmente se realizaron mediciones de precisión cada 5m hacia ambos sentidos de tales ejes, y hasta alcanzar el fin de las respectivas franjas de seguridad.

Lo anterior se complementa con la toma de mediciones en el resto de la superficie del predio del aeródromo, levantando la totalidad de las singularidades propias del terreno y obras materializadas a nivel del mismo (cámaras eléctricas, sanitarias, zanjas, etcétera).

Para un análisis orográfico se realizó un vuelo RPAS, generando así imágenes ortorectificadas y un modelo digital de terreno (MDT) en coordenadas UTM y locales aeroportuarias, como también en cota NMM.

Adicionalmente, se ha adquirido una imagen satelital de resolución espacial igual a 50cm/px, para una superficie de 50km², ortorectificada y actualizada al 13-10-2018.

5.4 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Con el objetivo de caracterizar el subsuelo existente en el terreno en estudio, considerando los requisitos del organismo mandante y lo establecido en la norma NCh 1508. Of. 2014 (Geotecnia: Estudio de Mecánica de Suelos), para el desarrollo del presente estudio, se consideraron las siguientes etapas de trabajo:

- ✓ La primera etapa consistió en analizar los antecedentes generales del sector en estudio, correspondientes al contexto geológico del sitio. Para ello se recopiló información de mapas elaborados por Sernageomin y otros organismos gubernamentales.
- ✓ La segunda etapa consistió en la definición de los puntos de prospección geotécnica y ensayos in-situ dentro del terreno a analizar, correspondientes a 26 calicatas de 3,0 a 4,0 [m] de profundidad ubicadas en zonas de nuevos pavimentos y estructuras futuras (terreno natural), 6 calicatas de 3,00 [m] de profundidad ubicadas en zonas con pavimentos existentes y la extracción de 8 testigos de asfalto. El número y ubicación de la totalidad de calicatas y testigos fue propuesta por el consultor en base a los requerimientos de los TDR para luego ser revisadas, corregidas y ajustadas por el organismo mandante.
- ✓ Para la caracterización en laboratorio de las muestras extraídas desde las calicatas, fueron realizados los siguientes ensayos: Análisis granulométricos (MC-V8-08) 8.102.1. (LNV 105), Límites de Atterberg (NCh. 1517/1 Of. 1979 y NCh. 1517/2 Of. 1979), Densidad de partículas sólidas (NCh 1532 Of. 80), Proctor Modificado (NCh 1534/2 Of.2008) y CBR (NCh 1852 Of.81). Se ejecutaron en terreno ensayos de infiltración por método Porchet.
- ✓ Además de los ensayos de mecánica de suelos tradicionales, se complementó el informe con resultados de ensayos de penetración y porcentaje de asfalto, obtenidos de muestras extraídas de los pavimentos existentes, de manera tal de conocer el estado actual de la mezcla asfáltica.
- ✓ Luego, a partir del perfil estratigráfico obtenido desde las calicatas excavadas y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras de suelo extraídas, se procedió a caracterizar geotécnicamente el terreno en estudio. De esta manera, dentro de la profundidad máxima de exploración alcanzada, se definieron los estratos representativos y propiedades geotécnicas asociadas.
- ✓ En función de los resultados obtenidos desde la caracterización geotécnica del terreno en estudio, se definió el estrato considerado como apto para ser utilizado como subrasante del paquete estructural del pavimento. También se entregan recomendaciones del valor de infiltración a utilizar para el diseño de sistema de drenajes.
- ✓ Finalmente, se realizó un estudio de empréstitos cercanos al terreno de estudio, recomendando uno que cumpla con las especificaciones para materiales de base estabilizada chancada. Se documentaron los resultados de los ensayos internos ejecutados por la empresa que produce el material granular junto con los resultados de 3 muestras extraídas in-situ las cuales fueron ensayadas por el laboratorio Holzbeton. Todos estos resultados fueron comparados con los parámetros que exige el organismo mandante.

6 BREVE EXPOSICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

El macro-ciclo de los Proyectos de Ingeniería Civil está compuesto, generalmente, por fases consecutivas que nacen a partir de un desarrollo de identificación de oportunidades (Ingeniería de Perfil), y que culmina con la construcción de la obra. Este macro ciclo entonces el siguiente:



Contractualmente, la “Subetapa 2.2 – Análisis de Alternativas y Estudios Básicos” respondió, en parte, a la generación a nivel de **Prefactibilidad** de un set de alternativas de proyectos a nivel documental y planimétrico, tendientes a tomar la mejor decisión técnico-económica para un posterior paso a nivel de **Factibilidad**, momento en el cual se desarrolla a nivel básico y conceptual la alternativa seleccionada.

Es así como, del Layout propuesto durante el proceso de Licitación de la presente Consultoría (homologable a una **Ingeniería de Perfil**), y en consideración con la diversa información recolectada, sistematizada y estudiada durante el desarrollo de las etapas anteriores a la actual (por ejemplo, Etapa 1 “Diagnóstico” y Subetapa 2.1 “Proyecciones de Demanda y Análisis de Capacidad de la Infraestructura Existente”), se establecieron los lineamientos generales para el proyecto en curso, los cuales fueron:

- ✓ **Distancia entre ejes de la pista y la calle de rodaje Alfa que se pretende pavimentar:** en la actualidad esa distancia es aproximadamente de 70m, vale decir, 28m por sobre lo requerido. Esa diferencia, en conjunción con la baja crujía del terreno del aeródromo, junto con la cercanía de viviendas al oriente, hace necesario acercar el rodaje Alfa a la pista conforme al valor normativo y requerido para la clave 1B, vale decir, 42m.
- ✓ **Recuperación de los 1000m de longitud de pista:** De acuerdo con el análisis de SLO (descrito en detalle en el Apéndice ‘A’ del documento “SCGO01-21-GE-TP-IN-001”, parte integral de la Subetapa 2.2) no se agregan más obstáculos insalvables que en la operación de 800m, por lo tanto, resulta posible la recuperación de la longitud de pista de 1000m, manteniendo la clave actual del aeródromo (1B).
- ✓ **Normalización de plataformas:** Se proponen 3 alternativas de ubicación y tamaño de plataformas; al norte del club aéreo, al sur del club aéreo y al frente de este.
- ✓ **Anchura del terreno en general para lograr normalizar todo lo que se quiere tanto para clave 1B como 2B:** Se analizan los espacios disponibles para dar cabida a un rodaje Alfa a una distancia superior a 42m, análisis que da cuenta su inviabilidad técnica (inhibe el desarrollo de diversas infraestructuras al oriente, incluyendo la plataforma de estacionamiento y/o carguío para las aeronaves CONAF AT802F).
- ✓ **Puesto de estacionamiento del Chinook:** Se realiza el emplazamiento de esta plataforma más al sur de lo indicado en el Layout, de manera de alejar los rotores del resto de las instalaciones.
- ✓ **Puestos de estacionamiento CONAF:** Considerando los tiempos proporcionados por CONAF para las operaciones de carga de retardante o agua y utilización de pista, se definen 5 posiciones necesarias para aeronaves tipo AT802F (ver capítulo 6.3.1.7). Además, se considera la habilitación de un rodaje para la evacuación de la pista sin tener que llegar hasta la unión en los extremos de pista.

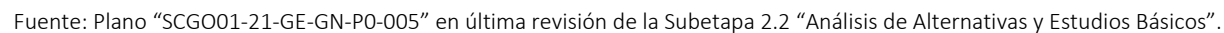
- ✓ **Sobre el estacionamiento de helicópteros mono-rotor:** Se debiera considerar una nueva ubicación, de manera de dejar el sector de abastecimiento de combustible solo para este fin durante las operaciones de apagado de incendios.
- ✓ **Sobre el sector de carguío de combustible perteneciente al Club Aéreo:** Su emplazamiento se considera adecuado.
- ✓ **Se considera factible la utilización de ambos umbrales en categoría 1B,** se deberá realizar obras menores con el fin de conseguir eliminar las obstrucciones que se adicionan (desplazamiento de antena y corte de árboles).
- ✓ **Sobre el estacionamiento presentado para helicóptero Chinook:** Su emplazamiento corresponde a un estacionamiento para el helicóptero y no así a la FATO. Toda aproximación realizada por dicha aeronave deberá ser realizada hacia cualquiera de los 2 umbrales, de forma reglamentaria, para luego rodar por pista y rodaje en tierra hacia este estacionamiento.

A partir de estos lineamientos generales, se construyeron las siguientes 3 alternativas de layout a nivel de prefactibilidad, junto con la alternativa seleccionada a nivel de Factibilidad (ver páginas siguientes):

 																																																							
MINISTERIO DE DEFENSA Y FUERZA AEREA (Subordinado al CDS)																																																							
MONITORING DE PROYECTO ENTREGA PROYECTO - Chile																																																							
NORMALIZACIÓN AREA DE MOVIMIENTO AERODROMICO LOS COMPLETES DE ANJOL																																																							
DIRECCION DE AEROPUERTOS MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS																																																							
MAPA GEOGRAFICO																																																							
																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROYECTO</th> <th>DE PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>J</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>O</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Q</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>26</td> </tr> </tbody> </table>		PROYECTO	DE PROYECTO	A	1	B	2	C	3	D	4	E	5	F	6	G	7	H	8	I	9	J	10	K	11	L	12	M	13	N	14	O	15	P	16	Q	17	R	18	S	19	T	20	U	21	V	22	W	23	X	24	Y	25	Z	26
PROYECTO	DE PROYECTO																																																						
A	1																																																						
B	2																																																						
C	3																																																						
D	4																																																						
E	5																																																						
F	6																																																						
G	7																																																						
H	8																																																						
I	9																																																						
J	10																																																						
K	11																																																						
L	12																																																						
M	13																																																						
N	14																																																						
O	15																																																						
P	16																																																						
Q	17																																																						
R	18																																																						
S	19																																																						
T	20																																																						
U	21																																																						
V	22																																																						
W	23																																																						
X	24																																																						
Y	25																																																						
Z	26																																																						
																																																							
6-4481 PROYECTO NORMALIZACIÓN AREA DE MOVIMIENTO AERODROMICO LOS COMPLETES DE ANJOL																																																							
SUBSECTA 2.2. ANALISIS DE ALTERNATIVAS (ALTERNATIVA 1 - PLANTA DE INFRAESTRUCTURA PROYECTADA A 90)																																																							
DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS																																																							
DIRECCION NACIONAL DE AEROPUERTOS																																																							
DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL																																																							
JEFE DE PROYECTO																																																							
RESPONSABLE																																																							
MPMI MFC																																																							
PROYECTO																																																							
PERIODO 2000-00-00																																																							
2002-03-10																																																							
CODIGO AREA																																																							
SCGO	21																																																						
01	GE																																																						
GN	P0																																																						
004	004																																																						
CORRELACION LAMINA 1 DE 1																																																							
SIGLA																																																							
INDICADAS																																																							
CONVENCION	CONVENCION REP																																																						
0	P0-000																																																						

SCGO01-21-GE-GN-IN-008-0

 	
República de Chile	
Ministerio de Obras Públicas	
Módulo de PD-011 SANTO DOMINGO - SANTIAGO - CHILE	
NORMALIZACIÓN ÁREA DE MOVIMIENTO AERODROMO LOS CONFINES DE ANJOL	
DIRECCIÓN DE ADQUISICIONES MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	
NORTE GEOGRÁFICO	
	
	
NORMALIZACIÓN ÁREA DE MOVIMIENTO AERODROMO LOS CONFINES ANJOL SUBETAPA 2.2 - ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS (ALTERNATIVA 2) - PLANTA DE INFRAESTRUCTURA PROYECTADA (H)	
AUTOR DEL PROYECTO DIRECCIÓN NACIONAL DE ADQUISICIONES	
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMALIZACIÓN	
JEFE DE PROYECTO	
DISEÑADOR PROYECTO MEC	
FECHA (AAAA-MM-DD) 2022-03-10	
CÓDIGO 21 GE	
SCGO 01	
GN P0	
CÓDIGO DE LA LÍNEA 1 DE 1	
SÍMBOLO INDICADAS	
REVISIÓN 0	
CÓDIGO DE PD-005	



[illegible]

SCGO01-21-GE-GN-IN-008-0

[illegible]

SCGO01-21-GE-GN-IN-008-0

7 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PROYECTADA PARA SER CONSTRUIDA

7.1 PARÁMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO

De acuerdo a lo estipulado en los antecedentes de licitación, se considera un análisis para una clave de referencia 1B, designación actualmente vigente según RES.94 del 28-01-2021. Dicho análisis se basa en los hallazgos de las brechas existentes para su normalización según la situación actual del aeródromo y la elección de la configuración de las nuevas obras. En base a lo anterior, se desarrolla en detalle la infraestructura horizontal ajustada a la normativa vigente para el mix de aeronaves que operan en el aeródromo en un horizonte de 20 años.

La metodología de cálculo de espesores empleada es la recomendada en el Manual de Diseño de Aeródromos. Parte 3: Pavimentos de OACI, que corresponde al sistema de cálculo adoptado por la FAA y publicado en la Advisory Circular 150/5320-6G: Airport Pavement. Design and Evaluation y el software asociado FAARFIELD en su versión 2.0.7 del 2021.

Lo anterior, sumado a la experiencia recabada sobre las necesidades y requerimientos de CONAF (en cuanto a tiempos de estadía en plataforma), permite generar las obras necesarias a fin de normalizar el aeródromo y a la vez brindar un nivel de infraestructura óptimo para la eficiente labor del combate de incendios forestales al cual presta servicio este aeródromo.

Las características de las obras se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 7.1: Características pista principal obras nuevas.

CARACTERÍSTICAS	UN	CLAVE 1B VISUAL	PROYECTO	COMENTARIOS PISTA PRINCIPAL 18/36	VARÍA
LONGITUD PISTA	m	< 800	1000	Se considera largo pista completo, incluyendo umbrales desplazados.	NO
ZONA UMBRAL DESPLAZADO	m		218,7	Se considera a partir del umbral 36 al sur	SI
ANCHO PISTA	m	18	18	No se modifica ancho	NO
PENDIENTE LONGITUDINAL PISTA	%	≤ 2	0,4	Considerando la diferencia entre la cota máxima y mínima dividida por la longitud total arroja una pendiente de 0,4% aprox. Así mismo, la pendiente por tramos no supera el 2% , aun en la parte sur con pendiente de mayor inclinación	NO
PENDIENTE TRANSVERSAL PISTA	%	≤ 2	≤ 2	Posee pendiente transversal variable, máximo 2% aprox.	NO
MÁRGENES PISTA	m	NO REQUIERE	-	No se incluyen	NO
LARGO FRANJA PISTA (*)	m	30	30	Se amplía según largo de pista, quedando en total de 1.278,7m	SI
ANCHO FRANJA PISTA (**)	m	30	30	Se contempla franja de 30m a ambos lados en un largo de 1.278,7m	SI
ANCHO FRANJA NIVELADA PISTA (**)	m	30	30	Se contempla nivelación de 30m a ambos lados en largo de 1.278,7m	SI
PENDIENTE LONGITUDINAL FRANJA PISTA	%	≤ 2	≤ 2	La pendiente longitudinal resultante es reflejo de la pendiente de pista al poniente y de pista-rodaje al oriente. En ambas se considera no supere el 2%.	SI
PENDIENTE TRANSVERSAL FRANJA PISTA	%	≤ 3	≤ 2,5	Se perfila con pendiente máxima 2,5% a ambos lados, salvo que por los encuentros entre desahogos deba ser inferior. Se induce una cota mínima a los 30m del eje entre rodaje-pista	SI
ZONA PROTECCIÓN AL CHORRO (ZPCH)	m	30	30	Se incluye en ambos extremos de pista, a partir de los umbrales en un ancho de 18m. No se considera ZPCH al sur del umbral desplazado	SI
ANCHO RESA	m	NO REQUIERE	-	No se incluye	NO
LARGO RESA	m	NO REQUIERE	-	No se incluye	NO
ÁNGULO INTERSECCIÓN PLATAFORMA VIAJE EN PISTA	°	≤ 30	≤ 30	Se visualizan virajes de 28° y 27° en umbral 18 y 36 respectivamente.	NO
DISTANCIA ENTRE EJE PISTA Y RODAJE	m	42	42	Se considera nuevo rodaje paralelo a 42m del eje de pista, el que tiene una longitud de 1219m aprox.	SI
TIPO PAVIMENTO PISTA				No se interviene la estructura, correspondiente a asfalto	NO
TIPO PAVIMENTO ZPCH			A	Se considera pavimento asfáltico, con estructura según cálculo estructural. Al sur se considera contenido dentro del umbral desplazado.	SI

TIPO PAVIMENTO UMBRAL DESPLAZADO 36			A	Se considera pavimento asfáltico, con estructura según cálculo estructural.	SI
RESISTENCIA PCN 9/F/C/Z/T				Según análisis desarrollado en la Memoria de Cálculo, se tiene que PCN de pista será de 31/F/B/Y/T, muy por sobre el PCN declarado.	SI

Fuente: Elaboración Propia en base a DAN-14 154

(*) Distancia más allá del borde del umbral.

(**) Distancia lateral a cada lado del eje.

Tabla 7.2: Características pista secundaria obras nuevas

CARACTERÍSTICAS	UN	CLAVE 1A VISUAL	PROYECTO	COMENTARIOS PISTA SECUNDARIA 18L/36R	VARÍA
LONGITUD PISTA	m	< 800	500	Se considera largo pista 500m	SI
ANCHO PISTA	m	18	18	Se considera en un ancho de 18m versus los 15m de pista secundaria actual	SI
PENDIENTE LONGITUDINAL PISTA	%	≤ 2	0,6	Considerando la diferencia entre la cota máxima y mínima dividida por la longitud de 500m arroja una pendiente de 0,6% aprox. Así mismo, la pendiente por tramos no supera el 2%, aun en la parte sur con pendiente de mayor inclinación al igual que la pista ppal.	SI
PENDIENTE TRANSVERSAL PISTA	%	≤ 2	≤ 2	Se considera una pendiente tipo de 2% a dos aguas	SI
MÁRGENES PISTA	m	NO REQUIERE	-	No se incluyen	NO
LARGO FRANJA PISTA (*)	m	30	30	Requiere un largo total de 560m en total	SI
ANCHO FRANJA PISTA (**)	m	30	30	Se contempla franja de 30m a ambos lados en un largo de 560m	SI
ANCHO FRANJA NIVELADA PISTA (**)	m	30	30	Se contempla nivelación de 30m a ambos lados en largo de 560m	SI
PENDIENTE LONGITUDINAL FRANJA PISTA	%	≤ 2	≤ 2	La pendiente longitudinal resultante es reflejo de la pendiente de pista al poniente y de pista-rodaje al oriente. En ambas se considera no supere el 2%.	SI
PENDIENTE TRANSVERSAL FRANJA PISTA	%	≤ 3	≤ 3	Se perfila con pendiente máxima 3%, preponderando la pendiente variable hacia el poniente en relleno y del 1% al oriente, donde en general queda por debajo de la línea de tierra, implicando cortes en ese costado. El punto bajo al poniente queda sujeto a la cota mínima a los 30m del eje de la pista principal, estando a 12m del eje de pista secundaria	SI
ZONA PROTECCIÓN AL CHORRO (ZPCH)	m	30	-	No se considera. El rodaje Alfa, más allá de los umbrales podrá servir como tal.	NO
ANCHO RESA	m	NO REQUIERE	-	No se incluye	NO
LARGO RESA	m	NO REQUIERE	-	No se incluye	NO
DISTANCIA ENTRE EJE PISTA Y RODAJE	m	42	-	No existe rodaje paralelo a esta pista secundaria. Esta pista es parte del rodaje paralelo de la pista principal.	SI
TIPO PAVIMENTO			A	Se considera pavimento asfáltico, con estructura según cálculo estructural, a diferencia de la actual pista en tierra.	SI

Fuente: Elaboración Propia en base a DAN-14 154

(*) Distancia más allá del borde del umbral.

(**) Distancia lateral a cada lado del eje.

Tabla 7.3: Características rodaje Alfa obras nuevas

CARACTERÍSTICAS	UN	CLAVE 1B	PROYECTO	COMENTARIOS RODAJE ALFA
ANCHO RODAJE	m	10,5	10,5	A 46m aprox. del umbral norte, el rodaje se amplía a 18m en una longitud de 500m, el que corresponde a pista secundaria.
LONGITUD RODAJE	m		1.219 app	Se considera un rodaje paralelo a pista en toda la longitud de esta. Geométricamente se incluyen 4 desahogos transversales a Alfa, siendo estos los extremos, denominados rodaje norte y sur, además de Bravo y Charlie.
PENDIENTE LONGITUDINAL RODAJE	%	≤ 3	≤ 1,5	La pendiente longitudinal es similar a pista, donde ninguno de los tramos supera el 1,5%, llevando en general pendientes cercanas a 0,5%.
PENDIENTE TRANSVERSAL RODAJE	%	≤ 2	≤ 2	Se diseña una pendiente a dos aguas con un máximo de 2% aprox., variando en secciones de encuentro con desahogos y empalme con plataformas En estas zonas la pendiente es a un agua, descargando al poniente con pendientes variables inferiores al 1%.
MÁRGENES RODAJE	m	NO REQUIERE	-	No se incluye

ANCHO FRANJA RODAJE (*)	m	20	20	Se considera este ancho despejado.
ANCHO FRANJA NIVELADA RODAJE (*)	m	12,5	20	Se nivela en general en todo el ancho de franja.
PENDIENTE TRANSVERSAL FRANJA RODAJE	%	≤ 3	≤ 3	Se perfila con pendiente máxima 3%, preponderando la pendiente variable hacia el poniente en relleno y del 1% al oriente, donde en general queda por debajo de la línea de tierra, implicando cortes en ese costado. El punto bajo al poniente queda sujeto a la cota mínima a los 30m del eje de la pista principal, estando a 12m del eje del rodaje.
DISTANCIA EJE RODAJE Y OTRO RODAJE	m	32	42	Distancia entre el rodaje a continuación de pista en extremo sur
TIPO PAVIMENTO			A	Se considera pavimento asfáltico, con estructura según cálculo estructural

Fuente: Elaboración Propia en base a DAN-14 154

(*) Distancia lateral a cada lado del eje.

Tabla 7.4: Características rodajes Norte, Sur, Bravo y Charlie obras nuevas

CARACTERÍSTICAS	UN	CLAVE 1B	PROYECTO	COMENTARIOS RODAJES
UBICACIÓN				Norte: una pista con Alfa en cabezal norte y desde Alfa a PL-1 Sur: una pista con Alfa en cabezal sur. Conduce a PLH-2 Bravo: una pista con Alfa en cabezal sur. Conduce a PLH-2, PL-3 y PL-4 Charlie: una pista con Alfa frente a sector Mininco. Conduce a PL-2
ANCHO RODAJE	m	10,5	10,5	Se considera para todos un ancho mínimo de 10,5m ampliados según fillets
LONGITUD RODAJE	m			1) Bravo: 19,2m 2) Charlie, rodaje Norte y Sur: 27,75m 3) rodaje Norte: 14,75m Entre borde de pista principal y borde de rodaje Alfa (1, 2) Desde Alfa a PL-1 (3)
PENDIENTE LONGITUDINAL RODAJE	%	≤ 3	≤ 1,5	Las pendientes vienen dadas por las cotas de bordes de pista y rodaje Alfa en las intersecciones con los ejes de los rodajes. En general consideran pendientes con descenso al oriente y un punto bajo a los 30m del eje de pista.
PENDIENTE TRANSVERSAL RODAJE	%	≤ 2	≤ 1	Se diseñan con pendiente a un agua con un máximo de 1% aprox., según pendiente longitudinal de pista y rodaje Alfa
MÁRGENES RODAJE	m	NO REQUIERE	-	No se incluye
ANCHO FRANJA RODAJE (*)	m	20	20	Se considera este ancho despejado.
ANCHO FRANJA NIVELADA RODAJE (*)	m	12,5	12,5	Se nivela en general en todo el ancho de franja, asociados a los movimientos de tierra y nivelaciones de Alfa y pista
PENDIENTE TRANSVERSAL FRANJA RODAJE	%	≤ 3	≤ 3	Se perfila con pendiente máxima 3% a ambos lados, la que se reduce la acercarse en los bordes de pista y rodaje Alfa.
DISTANCIA EJE RODAJE Y OTRO RODAJE	m	32	> 32	La distancia entre rodaje sur y Bravo es 219m aprox. La distancia entre rodajes Bravo y Charlie es de 165m aprox. La distancia entre Charlie y rodaje norte es 822m aprox.
TIPO PAVIMENTO			A	Se considera pavimento asfáltico, con estructura según cálculo estructural para todos los rodajes mencionados

Fuente: Elaboración Propia en base a DAN-14 154

(*) Distancia lateral a cada lado del eje.

Tabla 7.5: Características plataformas aeronaves obras nuevas

CARACTERÍSTICAS	UN	CLAVE 1B	PROYECTO	COMENTARIOS RODAJES
PLATAFORMAS				De norte a sur se consideran las siguientes plataformas: Prueba de motores: PL-1 Zona Mininco: PL-2 Zona Bravo actual y sector plataforma general de adoquín actual: PL-3 Zona CONAF: PL-4
DIMENSIÓN Y N° AERONAVES CONTEMPLADAS ANCHO (*) (PERPENDICULAR A PISTA) X LARGO (LONGITUDINAL. A PISTA)	m			PL-1: 30m x 31m, 1 aeronave PL-2: 44m x 92m, 3 aeronaves PL-3: 44m x 32m, 1 aeronave PL-4: 44m x 153m, 5 aeronaves
PENDIENTE PLATAFORMA	%	≤ 1	≤ 1	Las pendientes norte-sur vienen dadas por la pendiente del rodaje Alfa con descenso al sur, en tanto que oriente-poniente se ajustan a las cotas de Alfa y el empalme al terreno hacia el oriente, descargando hacia el poniente, a excepción de PL-1 donde las pendientes descienden al oriente y al norte.
MÁRGENES PLATAFORMA (BERMAS)	m		-	No se incluye

MÁRGENES ENTRE AERONAVES U OBJETOS (**)	m	3	≥ 3	Se considera distancia mayor, con tal que cada aeronave pueda salir autopropulsada.
DISTANCIA ENTRE EJE CALLE ACCESO A ESTACIONAMIENTO Y OBJETO	m	16,5	-	No se considera calle de acceso a puesto de estacionamiento
TIPO PAVIMENTO			H	Se considera pavimento de hormigón, con estructura según cálculo estructural a partir de 20m de eje de rodaja Alfa.

Fuente: Elaboración Propia en base a DAN-14 154

(*) El ancho indicado es desde borde de rodaje Alfa hacia el oriente, sin embargo la plataforma como punto de estacionamiento será desde borde de franja de rodaje (20m desde el eje), debiendo restar 14,75m de los anchos indicados. En este ancho contiguo a Alfa y a lo largo de todas las plataformas se considera pavimento asfáltico, a excepción de PL-1.

(**) Distancia respecto a la aeronave que utiliza el puesto y no de la letra clave del aeródromo

Tabla 7.6: Características plataformas helicópteros obras nuevas

CARACTERÍSTICAS	UN	REQUERIDO	PROYECTO	COMENTARIOS RODAJES
PLATAFORMAS				De norte s sur se consideran las siguientes plataformas: Helicóptero menor y carga de combustible de aviación general: PLH-1 Helicóptero pesado Chinook CH-47D: PLH-2
DIMENSIÓN ANCHO (PERPENDICULAR A PISTA) X LARGO (LONGITUDINAL. A PISTA)	m			PLH-1: 44m x 60m (*) PLH-2: 61m x 61m (**)
PENDIENTE PLATAFORMA	%	≤ 2	≤ 1	Al igual que el resto de plataformas, las pendientes norte-sur vienen dadas por la pendiente del rodaje Alfa con descenso al sur, en tanto que oriente-poniente se ajustan a las cotas de Alfa y el empalme al terreno hacia el oriente, descargando hacia el poniente.
ZONA CENTRAL (***)	m	0,83 D	26 9	Para PLH-2 Para PLH-1
PUESTO ESTACIONAMIENTO (***)	m	1,2 D	37 13	Para PLH-2. Para PLH-1
ÁREA DE PROTECCIÓN	m	2 D	61 22	Se considera el diseño de plataforma cuadrada, con la mayor circunferencia inscrita en él.
TIPO PAVIMENTO			H A	PLH-1: considera hormigón en su zona de puesto de estacionamiento con un área de 40m ² . El resto se considera en pavimento asfáltico. PLH-2: al quedar contenida dentro de una plataforma mayor que sirve de servicio para carga de combustible, tanto la zona de puesto de estacionamiento como el área de protección se considera de hormigón a partir de 20m de eje de rodaja Alfa.

Fuente: Elaboración Propia en base a DAN-14 154

(*) El ancho indicado es desde borde de rodaje Alfa hacia el oriente, sin embargo la plataforma como punto de estacionamiento será desde borde de franja de rodaje (20m desde el eje), debiendo restar 14,75m de los anchos indicados. En este ancho contiguo a Alfa y a lo largo de la plataforma se considera pavimento asfáltico.

(**) Para plataforma de helicóptero pesado se considera la zona central (o puesto de estacionamiento) de hormigón, restando 10,5m al borde de Alfa. La diferencia entre 10,5m y 14,75m será la zona de hormigón que queda contenida dentro de la franja de seguridad de rodaje.

(***) Considerando D igual a 30,3m, longitud de diámetro de dos hélices de CH-470 (PL-2) y D igual a 10,7m, longitud de diámetro de hélice de BELL407 (PLH-1)

7.2 NORMATIVA CONSIDERADA

La normativa consultada para diseño del área de movimiento, sin ser excluyente, es la siguiente:

- DAN 14-154 Norma sobre Diseño de Aeródromos, de la DGAC.
- DAN 14-155 Diseño y operación de helipuertos.
- Anexo 14 OACI
- Manuales de Diseño, de Planificación y de Servicio de la OACI
- Airport Design –FAA Advisory Circular 150/5300-13A
- Normativa Aeronáutica vigente

7.3 OBRAS A EJECUTAR

Según se pudo revisar en el ítem anterior, gran parte del incumplimiento normativo se basa en las secciones de rodaje y plataforma, las que deberán ser normalizadas, ampliadas y/o reubicadas según las necesidades y el área disponible. Sin mencionar; que en general los pavimentos de estas zonas no se encuentran en las condiciones más óptimas.

Adicionalmente, según antecedentes de licitación, se requiere utilizar la pista en un largo de 1.000m, es decir, en toda su longitud pavimentada sin que esto implique un cambio de clasificación de 1 a 2, considerando que un número clave 2 está determinado por una pista de entre 800 a 1.200m (exclusive).

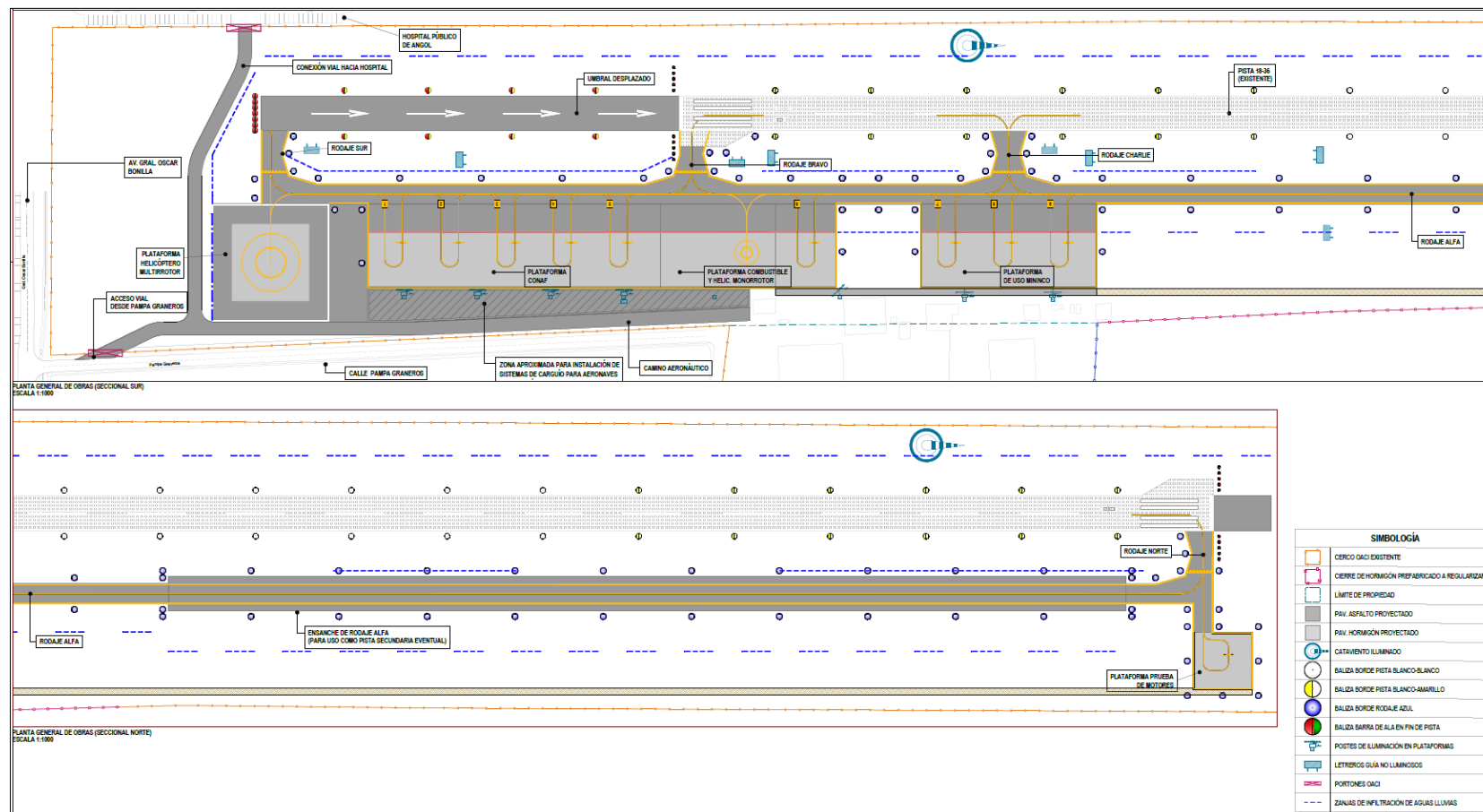
En base a ello, y, según las alternativas presentadas en la subetapa respectiva se escoge en acuerdo con la I.F. la alternativa N°1: *Desarrollo de Infraestructura al Sur* con leves modificaciones (ver Figura 4.4 anterior) que incluye:

- Se valida el nuevo largo de pista desde los 800m actuales a 1000m, recuperando ambos umbrales actualmente desplazados.
- Considerando la recuperación de ambos umbrales desplazados, se contempla una franja de pista de 1.060x60m, junto con una zona de protección al chorro para ambos umbrales.
- Se genera una zona pavimentada apta para la prueba de motores, en la cercanía del nuevo umbral 18 recuperado.
- Se construye estructuralmente (pavimento asfáltico) el rodaje paralelo en toda la extensión de pista en una distancia normativa de 42m (medidos de eje-a-eje, para clave 1B). Este rodaje estará conectado en ambos umbrales a través de codos de conexión respectivos.
- Se genera sobreancho en el rodaje paralelo estructurado y anteriormente mencionado, con la finalidad de servir como pista secundaria 18L-36R, de longitud igual a 500m y ancho de 18m, para un uso eventual, actualmente en tierra, y que permitirá realizar conservaciones en la pista principal.
- Se normaliza en ancho y perpendicularidad la calle de rodaje que une la plataforma utilizada por Forestal MININCO con la pista actual, además de la reconstrucción de esta plataforma.
- Se suprime (para asegurar un buen tránsito y seguridad de aeronaves) la calle de rodaje que une la plataforma utilizada por Forestal MININCO con la plataforma de aviación general.
- Se generan nuevas plataformas: estacionamiento de helicóptero pesado helicóptero Chinook ³CH-47D, de estacionamiento y pernocte CONAF (AT802F), de carguío de combustible (helicópteros menores y AT802F) y agua CONAF (AT802F), de prueba de motores en extremo norte de Alfa y se reconstruye en igual estructura de plataformas nuevas la actual plataforma de aviación general y club aéreo frente al hangar, actualmente de adocretos. Esta reconstrucción excluye la zona de hormigón frente a club aéreo, salvo que por necesidad de empalme deba demolerse algún tramo de losas.
- Se suprime tramo de la calle de rodaje que une la actual plataforma de aviación general con el umbral 36, generando uno en el nuevo final de pista, empalmando con plataforma de giro y que conduce a plataforma de helicóptero menor y de carguío de combustible.
- Se genera un rodaje aéreo exclusivo para el desplazamiento del helicóptero pesado Chinook, permitiendo su trayectoria desde el umbral 36 hasta su plataforma de estacionamiento, regularizándola en aire y tierra a fin de no representar un problema para las zonas cercanas y/o pobladas.

Finalmente, se genera una vialidad que recorre parte del perímetro sur del aeródromo, y que permite conectar al hospital con las diversas plataformas proyectadas incluyendo la plataforma de aviación general.

³ Dimensionamiento que considera de forma conservadora la mayor dimensión del helicóptero, el cual en este caso es D=30.3m (la mayor circunferencia que permite inscribir las hélices de ambos rotores).

Figura 7.1: Plano de Obras Definitivas a Ejecutar



Fuente: Plano "SCGO01-21-GE-GN-P0-008-B" parte integral de esta Etapa 6.

8 COSTOS ESTIMADOS

Pendiente al desarrollo de la Evaluación Social del Proyecto, la cual expondrá de forma detallada el análisis económico requerido para este Resumen Ejecutivo.