



REGISTRO DE CALIDAD						
NOMBRE DOCUMENTO		INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO				
PROYECTO		ESTUDIOS Y DISEÑOS, AERÓDROMO EL PARAISO , CORREGIMIENTO BAHÍA HONDA MUNICIPIO DE URIBIA EN LA ALTA GUAJIRA				
NOMBRE DEL ARCHIVO		DAGA01-UAEAC-DisenoGeometrico-ALG01				
AUTOR	FECHA	23/01/2024	09/02/2024			
	FIRMA	ONA	OAN			
VERIFICADO	FECHA	23/01/2024	09/02/2024			
	FIRMA	WGC	OAN			
DESTINO		OFICINA GESTIÓN DE PROYECTOS AERONÁUTICA CIVIL				
OBSERVACIONES		<ol style="list-style-type: none"> 1. Entrega avance diseño geométrico y altimétrico de la pista del aeródromo EL PARAISO en la Alta Guajira y señalización el 23 de febrero de 2024. 2. Se entregará diseño altimétrico de la pista del aeródromo EL PARAISO ubicado en el sector del Alta Guajira el 9 de febrero de 2024. 3. El diseño geométrico del aeródromo debe ser convalidado y aprobado por el Grupo de Diseño de Procedimiento de la Secretaría de Servicios a la Navegación Aérea, con relación a: (i) superficie limitadora de obstáculos, (ii) análisis del diseño de procedimientos, (iii) estudio de seguridad operacional, análisis y afectación de procedimientos por infraestructuras aeroportuarias en la zona (pistas a menos de 40 kilómetros), sección del RAC 14.3.3.1.11.2 4. El proceso de diseño geométrico y definición de ubicación geográfica de la pista del aeródromo fue realizado con base en la topografía suministrada por la FUERZA AEROESPACIAL DE COLOMBIA, convenio derivado N° 1 del convenio interadministrativo marco de cooperación número 23000850 H3 DE 2023. 5. Se debe considerar las observaciones y concepto del Grupo de Diseño de Procedimientos de la Secretaría de Servicios a la Navegación Aérea, según lo solicitado en el correo de fecha viernes 19/01/2024 5:04 p. m. El cálculo del área del proyecto se debe ajustar de acuerdo con los estudios ambientales, hidrológicos, atmosféricos, socioeconómicos y de procedimientos. 6. El proyecto debe ser gestionado y protocolizado antes de la Dirección de Autoridad a los Servicios Aeroportuarios, por parte de la Oficina de Gestión de Proyectos de la Secretaría de Servicios Aeroportuarios. 				

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	OBJETO general	9
2.1.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
2.2	MARCO REFERENCIAL.....	10
3.	descripción PARAMETROS DISEÑO GEOMÉTRICO aeródromo “el paraíso” 11	
3.1.	CONDICIONES DEL AREA DEL PROYECTO aeródromo el PARAÍSO del MUNICIPIO DE URIBIA	12
3.1.1.	Ubicación del aeropuerto y servicios aéreos.	12
3.1.2.	Aeronave diseño.	14
3.1.3.	Dirección del viento y designador de las pistas.	19
3.1.4.	Temperaturas de referencia.	24
3.1.5.	Performance aeronave de diseño.	25
3.1.6.	Correcciones de la longitud de pista para el avión de diseño.	28
3.1.7.	Clave de aeródromo y tipo de operación.	29
3.1.8.	Características y exactitud información topográfica.	29
3.1.9.	Criterios para la implantación de la pista	31
3.1.10.	Superficies limitadoras de obstáculos.	36
3.1.11.	Infraestructura de Aeródromo objeto del diseño.	39
3.1.12.	Características de la geometría altimétrica de la zona del proyecto. 42	
3.1.13.	Criterios para el diseño altimétrico de la pista.	45
3.1.14.	Diseño del perfil de la pista y secciones transversales.	47
3.1.14.1.	Secciones transversales de la pista.	48
3.1.15.	Criterios para el diseño altimétrico de la calle de rodaje “Alpha”. 49	
3.1.16.	Diseño del perfil de la calle de rodaje “A” ALPHA y secciones transversales.	51
3.1.17.	Criterios para el diseño altimétrico de la calle de rodaje “B”. 53	
3.1.18.	Diseño del perfil de la calle de rodaje “B” y secciones transversales. 55	
3.1.1.	Criterios para el diseño altimétrico de la plataforma.	56
3.1.2.	Diseño del perfil de la plataforma y secciones transversales.	58

3.1.3.	Criterios para el diseño altimétrico de los puntos de parqueo de helicópteros.	59
3.1.1.	Diseño del perfil de los puntos de parqueo de helicópteros y secciones transversales.	61
3.1.1.	Volúmenes de corte y llenos de los elementos diseñados.	62
4.	DISEÑO ALTIMETRICO AERÓDROMO "EL PARAÍSO" PISTA 10 -28. iError! Marcador no definido.	
4.1.	GENERALIDADES DEL ALINAMIENTO VERTICAL EJE DE PISTA: ... iError! Marcador no definido.	
4.2.	SECCIONES GEOMÉTRICAS DE DISEÑO. iError! Marcador no definido.	
4.2.1.	Perfil longitudinal Pista 10-28 iError! Marcador no definido.	
4.2.2.	Alineamientos Verticales Calles de Rodaje y Plataformas. iError! Marcador no definido.	
5.	DISEÑO DE SEÑALES PARA EL AERÓDROMO EL PARAISO.....	64
5.1.	SEÑALES EN PISTA.	64
5.1.1.	Franja transversal de pista.	64
5.1.2.	Fajas de señal de umbral.	65
5.1.1.	Designador de pista.	65
5.1.2.	Señal de Faja Lateral de pista.	66
5.1.3.	Señales de Eje de pista.	66
5.1.4.	Señales toma de contacto.	67
5.1.1.	Señal de visado.	67
5.2.	SEÑALES EN CALLES DE RODAJE.	68
5.2.1.	Señal borde de calle de rodaje.	68
5.2.2.	Señal eje de calle de rodaje.	69
5.2.3.	Señal punto de espera.	70
5.2.4.	Señales de instrucción obligatoria.	71
5.2.5.	Señales de emplazamiento.	72
5.2.6.	Señales de información.	73
5.2.7.	Señal de Direccionamiento de Aeronaves.	74
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7.	RECOMENDACIONES CONTRUCTIVAS.....	77
8.	LIMITACIONES DE LOS DISEÑOS GEOMÉTRICOS.	78



INFOGRAMAS

Infograma 1.	Vista General y Ubicación del Aeródromo.	12
Infograma 2.	conexión Puerto Bolívar sitio del proyecto.	13
Infograma 3.	Aeronave de diseño A320-200.	14
Infograma 4.	Detalle giros Aeronaves de diseño A320.	16
Infograma 5.	Parametros diseño plataforma de viraje.	17
Infograma 6.	Dimensionamiento aeronave de diseño A320-200.	18
Infograma 7.	Infografía de orientación de las pistas en la Guajira.	20
Infograma 8.	Histórico de la dirección del viento en el Cerrejón.	21
Infograma 9.	Histórico de la velocidad del viento en el Cerrejón.	21
Infograma 10.	Velocidades del viento a diferentes alturas en la Guajira.	22
Infograma 11.	Velocidades del viento a diferentes alturas en la Guajira.	23
Infograma 12.	Huracanes en el sector de la península de la Guajira.	23
Infograma 13.	Temperaturas máximas en el Cerrejón 2019-2023.	24
Infograma 14.	Temperaturas mínimas en el Cerrejón 2019-2023.	25
Infograma 15.	Performance Aeronave de diseño.	26
Infograma 16.	Longitud de pista peso máximo despegue A320.	26
Infograma 17.	Comparación longitud de pista vs pasajeos A320.	27
Infograma 18.	Conexiones maximas operativas A320.	27
Fuente: Google Earth	27
Infograma 19.	Polígono de caracterización de información cartográfica.	30
Infograma 20.	Comparación planimétrica vs modelo Digital.	31
Infograma 21.	Resultado Modelo digital del terreno área de proyecto.	31
Infograma 22.	Polígono diálogo socioambiental y cultural.	32
Infograma 23.	Caculo declinación magnética ARP.	34
Infograma 24.	Perfil calculado para el umbral 28.	35
Infograma 23.	Perfil calculado para el umbral 10.	35
Infograma 22.	Dimensiones y pendientes de SLO (RAC-14).	37
Infograma 25.	Comparación Modelo digital vs Diseño geométrico.	38
Infograma 26.	Análisis altimétrico del umbral 28.	38
Infograma 27.	Vista general del Aeródromo El Paraíso.	39
Infograma 28.	Desarrollo previsto del aeródromo El Paraíso.	41
Infograma 29.	Implantación de la planimetria vs Modelo Digital.	42
Infograma 30.	Perfil de terreno de la pista del aérdromo.	42
•	Perfil de terreno de la calle de rodaje "A".	43
Infograma 31.	Perfil de terreno de la calle de rodaje "B".	43
Infograma 32.	Perfil de terreno de la plataforma del aérdromo.	44
Infograma 33.	Perfil de terreno estacionamiento de helicópteros.	44
Infograma 34.	Sección tipo de la pista y franjas de seguridad de 150 y 290 m. 45	
Infograma 35.	Sección tipo de la pista y franjas de seguridad de 150 y 290 m. 45	
Infograma 36.	Perfil de diseño eje de la pista de la K0.00 a la K2+200.	47

Infograma 37.	Seccion transversal tipo de la pista.....	48
Infograma 38.	Seccion transversal tipo de la calle de rodaje "Alpha".....	49
Infograma 39.	Sección tipo de la calle de rodaje "A" y franjas de seguridad de 29 m.	49
Infograma 40.	Perfil de diseño eje de la calle de rodaje "A".	51
Infograma 41.	Seccion transversal tipo de la calle de rodaje "Alpha".....	52
Infograma 42.	Seccion transversal tipo de la calle de rodaje "B".....	53
Infograma 43.	Sección tipo de la calle de rodaje "B" y franjas de seguridad de 29 m.	53
•	Perfil Eje de la calle de rodaje "Bravo"	55
•	Seccion transversal tipo de la calle de rodaje "Bo".....	56
Infograma 44.	Seccion transversal tipo de la plataforma aeronaves.	57
Infograma 45.	Sección tipo de la plataforma.....	57
Infograma 46.	Perfil de diseño eje de la plataforma.	58
Infograma 47.	Seccion transversal tipo de la plataforma aeronaves.	59
Infograma 48.	Seccion transversal tipo de los parqueo de los helicópteros.	60
Infograma 49.	Seccion transversal tipo de los puntos de parqueo de helicópteros.	60
Infograma 50.	Perfil de diseño eje de la plataforma de la K0.00 a la K0+140.00.	62
Infograma 51.	Detalle general de las señales de pista.....	64
Infograma 52.	Detalle faja transversal y configuración umbral 10.....	65
Infograma 53.	Numeros Designadores de pista.	66
Infograma 54.	Señales de eje de pista y faja lateral.	66
Infograma 55.	Señal de barras de toma de contacto umbral 10.....	67
Infograma 56.	Señal de barras de toma de contacto y punto visado umbral 2867	67
Infograma 57.	Señal de barras de Visado.	68
Infograma 58.	Detalle señal de borde de plataforma.....	68
Infograma 59.	Detalle señales calle de rodaje Alpha	69
Infograma 60.	Detalle señal de eje calle de rodaje	69
Infograma 61.	Detalle de señales barra eje calle de rodaje Alpha y Bravo.	70
Infograma 62.	Detalle de señales de punto de espera	70
Infograma 63.	Ubicación puntos de espera Calles de Rodaje Alpha y Bravo	71
Infograma 64.	Detalle señal punto de espera Calle de Rodaje Alpha.....	71
Infograma 65.	Detalle señal punto de espera Calle de Rodaje Bravo	72
Infograma 66.	Detalle de señales de instrucción de emplazamiento.	72
Infograma 67.	Ubicación de señal de emplazamiento calle de rodaje Alpha	73
Infograma 68.	Detalle de señal de dirección y acumulación de señales.	73
Infograma 69.	Ubicación de las señales de Dirección de Aeronaves	74
Infograma 70.	Detalle señales de Dirección Rodajes Alpha y Bravo	74

TABLAS

Tabla 1.	Coordenadas Geográfica polígono de estudio (WGS 84)	12
Tabla 2.	Performance de aeronaves claves "C".	14
Tabla 3.	Caracterización y dimensionamiento del performance del A320.....	15
Tabla 4.	Radios y ángulos de giro Aeronaves de diseño A320.....	16
Tabla 5.	Radios y ángulos de giro Aeronaves de diseño A320.....	17
Tabla 6.	Tabla de performance general de la Aeronaves de diseño A320.	25
Tabla 7.	Características técnicas modelo digital	29
Tabla 8.	Características técnicas orto fotografía	30
Tabla 9.	Caracterización polígono socioambiental y cultural.	32
Tabla 10.	Tabla comparación con proyectos cercanos.	36
Tabla 11.	Análisis altimétrico aeródromo "El Paraíso".	37
Tabla 12.	Tabla de elementos de diseño geométrico.....	41
Tabla 13.	Elementos del perfil de la pista de la K0+00 a la K2+200.	48
Tabla 14.	Elementos del perfil de la calle de rodaje "Alpha" iError! Marcador no definido.	
Tabla 15.	Elementos del perfil de la calle de rodaje "B". iError! Marcador no definido.	
Tabla 16.	Elementos del perfil de la plataforma aeronaves	59
Tabla 17.	Cuadro de volúmenes de corte y lleno.....	63
Tabla 18.	Elementos del alineamiento vertical – Eje pista. iError! Marcador no definido.	
Tabla 19.	Elementos Alineamiento Vertical Calle "Alpha".....	52
Tabla 20.	Elementos Alineamiento Vertical Calle "Bravo".....	56
Tabla 21.	Elementos Alineamiento Vertical Plataforma de Aeronaves.	iError! Marcador no definido.
Tabla 22.	Elementos Alineamiento Vertical Parqueo de Helicópteros.	62
Tabla 23.	Caracterización polígono socioambiental y cultural.	78
Tabla 24.	Listado de planos.	79
Tabla 25.	Listado de Anexos.	81

Abreviaturas

VMC:	Condiciones meteorológicas de vuelo visual.
OACI:	Organización de Aviación Civil Internacional.
SARPs:	Normas y métodos recomendados.
LAR:	Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos.
RAC:	Reglamentos Aeronáuticos Colombianos.
FAA:	Federal Aviation Administration.
AEROCVIL:	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil AEROCIVIL en cumplimiento del Plan de Desarrollo del Gobierno Nacional "Colombia Potencia de la Vida", le fue encomendada la tarea de implementar un proyecto de aeródromo en el corregimiento de Bahía Honda municipio de Uribia Departamento de la Guajira el cual se denomina en el presente informe "*Aeródromo El Paraíso*".

En atención a los objetivos y políticas instituciones, el presente informe caracteriza el diseño geométrico aeronáutico del aeródromo y demás análisis complementarios y geográficos los cuales estarán desarrollados en los anexos que hacen parte del presente informe. El material técnico aeronáutico propuesto sirve de insumo para la estructuración del proyecto "*Aeródromo El Paraíso*" para los estudios de detalle en fase III.

2. OBJETO GENERAL

Realizar el diseño de una pista categoría 4C "Charlie" de operación visual para aeronaves claves "C" como el A320, teniendo como referencia los diseños topográficos entregados por la Fuerza Aéero espacial a la Aeronáutica Civil, donde se hará la implantación del diseño geométrico planimétrico considerando los requisitos de superficies limitadoras de obstáculos, dirección de viento, performance de la aeronave de diseño.

A partir del diseño planimétrico se desarrollará el diseño altimétrico mediante la determinación inicial de ejes longitudinales que consideren condiciones de drenaje y protección a las condiciones hidrológicas y de uso del suelo en su entorno, y a partir de estas parametrizaciones la generación de perfiles longitudinales y transversales acordes con la categoría de la pista, calles de rodaje, plataforma de viraje y plataforma de aeronaves.

Los productos de este diseño corresponderán a este informe donde se consigna y justifica los diseños, memorias y planos de diseño geométricos, de señales y de detalle anexos, georreferenciados al sistema geodésico nacional.

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Elaboración de los diseños geométricos aeronáuticos de la pista, calles de rodaje, plataforma, así como el diseño de las señales horizontales, acordes con los resultados y entregables generados por la Fuerza Aeroespacial e Colombia, en el marco reglamentario aplicable y con alcance al objeto general.
2. Generar un diseño que cumpla con el reglamento aeronáutico colombiano y normas y métodos recomendados de la Organización de Aviación Civil Internacional OACI.
3. Aplicar los diseños a los requisitos de la aeronave de diseño, en el contexto de referente de diseño geométrico de pista, calles de rodaje, plataformas de viraje y plataforma, integrar los parámetros de conexión entre las estructuras garantizando el desempeño adecuado de la aeronave de diseño en estos elementos geométricos.
4. Los entregables que conforman el informe geométrico integra planos de diseño geométrico, planos de planta perfil, planos de señales.

2.2 MARCO REFERENCIAL

Los diseños geométricos de los elementos del lado aire o aeronáutico están definidos en el Reglamento Aeronáutico Colombiano RAC, por sus siglas y particularmente el capítulo 14. Aeródromos, Aeropuerto Helipuertos, segunda enmienda 2019, que da carácter de ley a las normas y métodos recomendados, SARPs por sus siglas en inglés de la OACI, en lo que corresponde al Anexo 14. Aeródromos. Volumen I. Diseño y Operación de Aeródromos y Volumen II. Helipuertos.

Estos anexos de la OACI cuentan a su vez con documentos de diseño complementario como el Manual de Diseño de Aeródromos (Doc. 9157). Parte 1. Pistas: Parte 2. Calles de Rodaje, Plataformas y Aparcaderos de Espera, Reglamentos Aeronáuticos Latinoamericanos LAR, por sus siglas, en lo referente al LAR 153. Diseño y Operación de Aeródromos, los cuales vienen implementándose en los RAC de Colombia.

De igual manera se consultaron datos atmosféricos y climatológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, así como de la información institucional, datos que establecen marco de referencia para los análisis aeronáuticos versus las características técnicas de la aeronave de referencia de diseño.

Otros complementarios como documentos y metodologías de la Federal Aviation Administration FAA por sus siglas en inglés, específicamente las circulares de asesoramiento serie 150. Proyectos aeroportuarios; 150/5320-13A. Airport Design Taxiway Fillet Design Tool, software herramienta de diseño de filetes de rodaje, formato XLSM, hojas de cálculo y el software Civil 3D, global mapper, maga sirgas 5.1 como la más general.

3. DESCRIPCIÓN PARAMETROS DISEÑO GEOMÉTRICO AERÓDROMO "EL PARAÍSO"

El proyecto denominado aeródromo "El Paraíso" tiene su origen en el Plan Nacional de desarrollo 2022 – 2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida", en dicho contexto la Oficina de Gestión de Proyecto de la Secretaría de Servicios Aeroportuarios proporciono las coordenadas y referencias geográficas mediante un polígono de 409 Ha+ 146 m² indicando así el marco y/o límite de dialogo social para la implantación del diseño propuesto en el presente estudio.

Inicialmente se analizaron y evaluaron las condiciones de: (i) dirección del viento y condiciones atmosféricas, (ii) levantamiento topográfico de 112 Km² y (iii) orientación geográfica de aeródromos en el área de influencia del proyecto en el sector del Corregimiento de Vía Honda municipio de Uribia, con el objetivo de dar cumplimiento de los parámetros operacionales, planimétricos, altimétrico de la normatividad nacional establecida por la AEROCIVIL, en el capítulo 14 del RAC, de igual manera de integrar las necesidades del performance de la aeronave de diseño y las necesidades que generan este proyecto.

Metodológicamente se consideraron los parámetros de diseño el capítulo 14 del RAC, así mismo, se describen las características físicas en Aeródromos y Helipuertos, donde la clave de referencia sirve como método de relacionar una serie de especificaciones y características de los aeródromos, de igual manera se deben integrar con las instalaciones requeridas para la operación de las aeronaves.

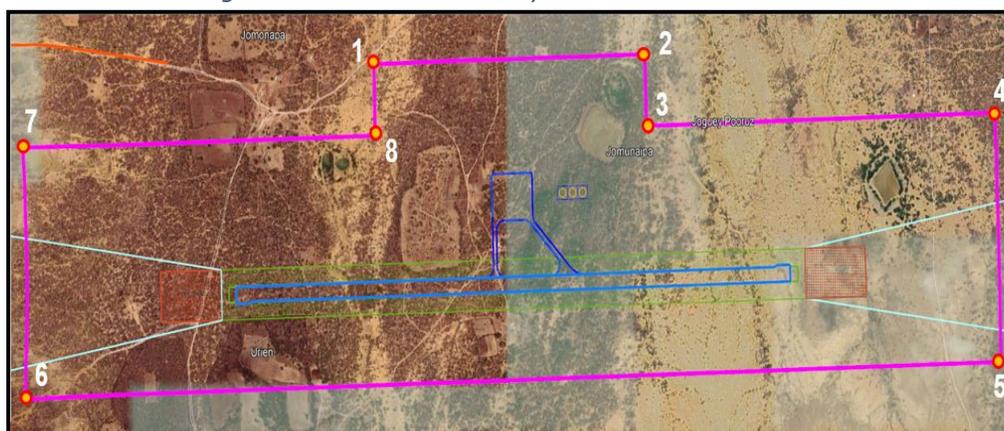
La metodología indica la relación Alphanumérica de los campos de referencia de los diferentes grupos de aeronaves; considerando los requisitos de longitud y ancho de pistas, calles de rodaje y dimensionamiento de plataformas. Otros aspectos operacionales inciden en el diseño como el tipo de operación de las aeronaves visuales, no precisión y precisión y con ello define requisitos precisos de dimensionamientos, señalización y equipamiento para la operación de aeronaves, esta actividad se enmarca en el diseño geométrico de una pista, dos calles de rodaje, plataforma, zonas de seguridad y obras complementarias para una pista clave 4C VMC, sin embargo, los dimensionamientos establecidos permitirán un futuro desarrollo a claves de precisión e incluso prevé en este contexto la implantación de una calle de rodaje paralela.

Por lo anterior, los diseños propuestos se generan en cumplimiento de los reglamentos aéreos de Colombia RAC-14, información de topografía y fotogrametría generada por la Fuerza Aeroespacial de Colombia en la vigencia 2023 (octubre a diciembre), datos atmosféricos de la zonas, así como el límite socio-geográfico establecido en el polígono de 490 Ha proporcionado por la Oficina de Gestión de Proyectos, con las variables expuestas se propone un diseño de aeródromo eficiente en costos económicos y posibilidad de proyección de

infraestructura según los indique la frecuencia de operación aérea, las necesidades de los operadores, el comportamiento socioeconómico y la aceptación del proyecto en términos socioambientales.

3.1. CONDICIONES DEL AREA DEL PROYECTO AERÓDROMO EL PARAÍSO DEL MUNICIPIO DE URIBIA

Infograma 1. Vista General y Ubicación del Aeródromo.



Fuente: Propia de Aerocivil y Google Earth.

3.1.1. Ubicación del aeropuerto y servicios aéreos.

El proyecto de aeródromo denominado "El Paraíso", se ubica en el corregimiento de Bahía Honda municipio de Uribe en el departamento de La Guajira, el mismo se acota en las ocho (8) coordenadas geográficas WGS84 del polígono expuesto en el infograma N° 1, el cual cuenta con un área de **309 + 6250.05 m²**, que se relacionan a continuación:

Tabla 1. Coordenadas Geográfica polígono de estudio (WGS 84).

Punto N°	Longitud	Latitud
1	71° 40' 33.61047" W	12° 19' 08.65798" N
2	71° 39' 57.90962" W	12° 19' 09.60859" N
3	71° 39' 57.71759" W	12° 19' 02.63100" N
4	71° 39' 11.93516" W	12° 19' 03.84824" N
5	71° 39' 11.27072" W	12° 18' 39.66631" N
6	71° 41' 18.53334" W	12° 18' 36.27681" N
7	71° 41' 19.20109" W	12° 18' 00.45926" N
8	71° 40' 33.41814" W	12° 19' 01.68035" N

Fuente: Propia de Aerocivil

Actualmente para llegar al corregimiento de Bahía Honda se accede por vía terrestre, por camino en afirmado sin definición de estructurada de rodadura, con irregulares cambios de pendiente y condiciones socioeconómicas de interrupción vial (peajes sociales), aunado de las malas condiciones de la geomorfología del terreno. El área del proyecto se distancia aproximadamente en 64.7 kilómetros del aeródromo de Puerto Bolívar a cargo de Cerrejón, el tiempo de viaje es de aproximadamente de 5.2 horas dependiendo de las condiciones atmosféricas y sociales del terreno.

Infograma 2. conexión Puerto Bolívar sitio del proyecto.



Fuente: Propia de Aerocivil y Google Earth.

El diseño de aeródromo se caracteriza por integrar las siguientes características: (i) pista aproximación visual, (ii) operación de aeronave de diseño tipo A320 ó similares, (iii) plataforma con la capacidad de parquear dos (2) aeronaves¹, (iv) permitir la operación de tres (3) puntos de parqueo de helicópteros (v) cumplir con las condiciones de obstáculos contenidas en el reglamento de aeronáutica de Colombia RAC-14. De igual manera el proyecto estable apropiar los terrenos necesarios para la implantación de edificaciones aeronáuticas de servicio tales como: Torre de control, Estación SEI, Planta de tratamiento de agua potable y residual PTAR² - PTAP³, subestación de energía, sitio de disposición de residuos sólidos, zona de estacionamiento de equipos y áreas de urbanismo; así mismo, acotar áreas para edificio terminal, zona de carga, parqueaderos de usuarios, granja solar y zona de recreación.

¹ Aeronave de diseño tipo Air bus 320 y similares.

² PTAR = Planta de tratamiento de Agua Residual.

³ PTAP = Planta de tratamiento de Agua Potable

Es preciso indicar que el proyecto del aeródromo "El Paraíso" establece inicialmente uso regional no regular, con operaciones de taxi aéreo, aviación privada y aviación del estado entre otras generalidades de la operación. El proyecto tiene como objetivo principal la conexión de las comunidades ubicadas en la región del Alta Guajira, de tal forma de mejorar la calidad de vida de las comunidades y resguardo con relación a: (i) salud, (ii) educación, (iii) medios de transporte, (iv) potenciar la generación económica del ecoturismo sostenible, (vi) generar proyectos de integración con las políticas del Gobierno Nacional.

3.1.2. Aeronave diseño.

Infograma 3. Aeronave de diseño A320-200.



Fuente Google Earth Imágenes.

Para definir la aeronave de diseño, se agrupan las aeronaves de tipo clave 4C por fabricantes, evaluando que la aeronave A320 es la de mayor performance de las comerciales que operan según las tablas 2 y 3, como se justifica a continuación.

Tabla 2. Performance de aeronaves claves "C".
A1-4 Manual de diseño de aeródromos

Fabricante	Modelo	Clave	Longitud de campo de referencia del avión (m)	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
Airbus	A320-200	4C	2 480	33,9	8,7
BAC	1-11-200	4C	1 884	27,0	5,2
	1-11-300	4C	2 484	27,0	5,2
	1-11-400	4C	2 420	27,0	5,2
	1-11-475	4C	2 286	28,5	5,4
	1-11-500	4C	2 408	28,5	5,2
Boeing	B727-100	4C	2 502	32,9	6,9
	B727-200	4C	3 176	32,9	6,9
	B737-100	4C	2 499	28,4	6,4
	B737-200	4C	2 295	28,4	6,4
	B737-300	4C	2 160	28,9	6,4
	B737-400	4C	2 550	28,9	6,4
	B737-500	4C	2 470	28,9	6,4
	B737-800	4C	2 090	34,3	7,0
	B737-900	4C	2 240	34,3	7,0
Fokker	F100	4C	1 840	28,1	6,0
Gulfstream Aero	G V	4C	1 863	28,5	5,1

Fuente. Doc 9157 Manual de diseño de aeródromos, tercera edición, año 2006. Apéndice 1. Clasificación de Aviones por Número y Letra Clave. Página A1-4.

De la tabla 2, se establecer que para las aeronaves referenciadas con el tipo A320 tiene los mayores requisitos ancho exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal y el mayor requisito de campo de referencia de los aviones evaluados.

Tabla 3. Caracterización y dimensionamiento del performance del A320.

12

Manual de diseño de aeródromos

Tabla 3-1. Dimensiones de aeronaves seleccionadas

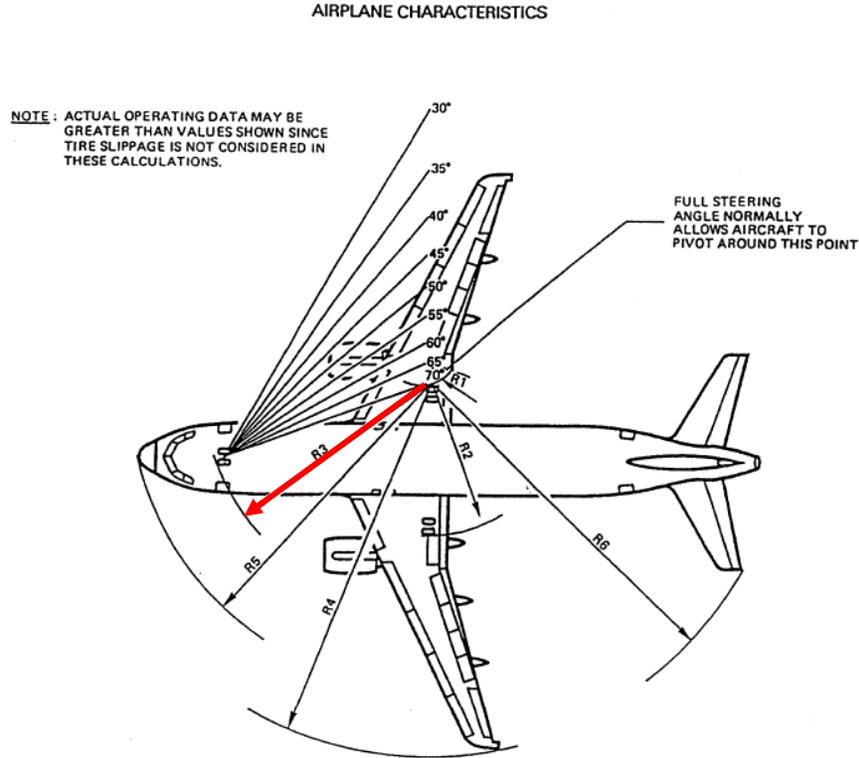
Tipo de aeronave	Longitud (m)	Envergadura (m)	Ángulo de la rueda de proa	Radio de viraje (m)
A300BB2	46,70	44,80	50°	38,80 ^a
A320-200	37,57	33,91	70°	21,91 ^c
A330/A-340-200	59,42	60,30	65°	45,00 ^a
A330/A340-300	63,69	60,30	65°	45,60 ^a
B727-200	46,68	32,92	75°	25,00 ^c

Fuente. Doc 9157-Parte 2 "Manual de diseño de aeródromos". sección 3.4.3 Volumen de Tránsito.

Las tablas No, 2 y 3 definen las necesidades del proyecto de aeródromo "EL PARAÍSO", con relación a: longitud, envergadura, radio de viraje, numero de pasajero a movilizar, así mismo, en lo que respecta a la trocha a las necesidades del campo de referencia; según lo expuesto se establece como aeronave de diseño el **A320**, de tal manera que se definen sus distancias geométricas entre trenes principales, los requisitos de radios de giro en el área de movimiento y los sobranchos o filetes en intersecciones en las zonas de maniobras, tal como se detalla en la infografía 3 del presente documento.

Es preciso indicar que, los giros de la aeronave A320 de acuerdo con su performance se consideran de la siguiente manera: el ángulo admisible corresponde a 70° correspondiente al radio R3, para ángulos de 30° un radio de **25.6 metros** implementado para las plataformas de giro en pista, de igual manera exponer que, para los giros de 180° se aplicará un ángulo de 35° con lo cual el radio de giro es de **22.40 metros o un diámetro de 44.80 metros**, este ángulo es menor al máximo permitido según RAC 14.3.3.5. El diseño considerará la distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal para un OMGWS del rango desde 6 a 9 metros

Infograma 4. Detalle giros Aeronaves de diseño A320.



Fuente. Document AIRBUS A320 Airplane characteristics for airport planning AC.

Tabla 4. Radios y ángulos de giro Aeronaves de diseño A320.

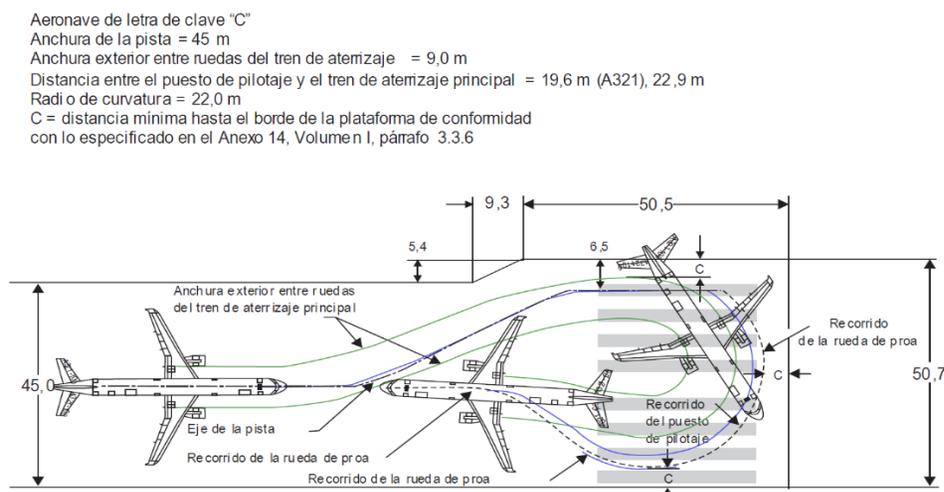
STEERING ANGLE (°)	R1		R2		R3		R4		R5		R6	
	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m
30	57.2	17.43	86.5	26.36	84.1	25.64	128.3	39.1	92.4	28.16	111.4	33.96
35	44.6	13.59	73.9	22.51	73.5	22.40	115.7	35.28	83.0	25.29	101.2	30.86
40	34.8	10.60	64.1	19.53	65.7	20.02	106.0	32.32	76.3	23.25	93.7	28.56
45	26.8	8.18	56.1	17.10	58.9	18.24	98.1	29.92	71.4	21.76	87.9	26.81
50	20.1	6.14	49.4	15.07	55.3	16.86	96.1	27.90	67.7	20.65	83.4	25.42
55	14.4	4.39	43.7	13.31	51.8	15.79	85.9	26.17	65.0	19.80	79.7	24.29
60	9.3	2.83	38.6	11.76	49.1	14.95	80.8	24.64	62.9	19.16	76.6	23.36
65	4.7	1.43	34.0	10.36	47.0	14.31	76.3	23.26	61.2	18.67	74.1	22.58
70	0.5	0.14	29.7	9.06	45.3	13.81	72.2	21.99	60.0	18.3	71.9	21.91

**4.2 TURNING RADII NO SLIP ANGLE
DUAL LANDING GEAR**

Fuente. Documento AIRBUS A320 Airplane characteristics for airport planning AC.

En lo que respecta a los requisitos de las plataformas de giro de la pista 10 y 28 se consideraron las condiciones expuestas en el LAR 154, de igual manera en las condiciones geométricas expuestas en Documento 9157 parte 1 Figura A4-4. Diseño de plataforma de viraje para aeronaves de letra de clave "C". Datos para calcular un viraje de 180°.

Infograma 5. Parametros diseño plataforma de viraje



Fuente. Documento 9157 Aparte 1 Figura A4-4. Diseño de plataforma de viraje para aeronaves de letra de clave "C"

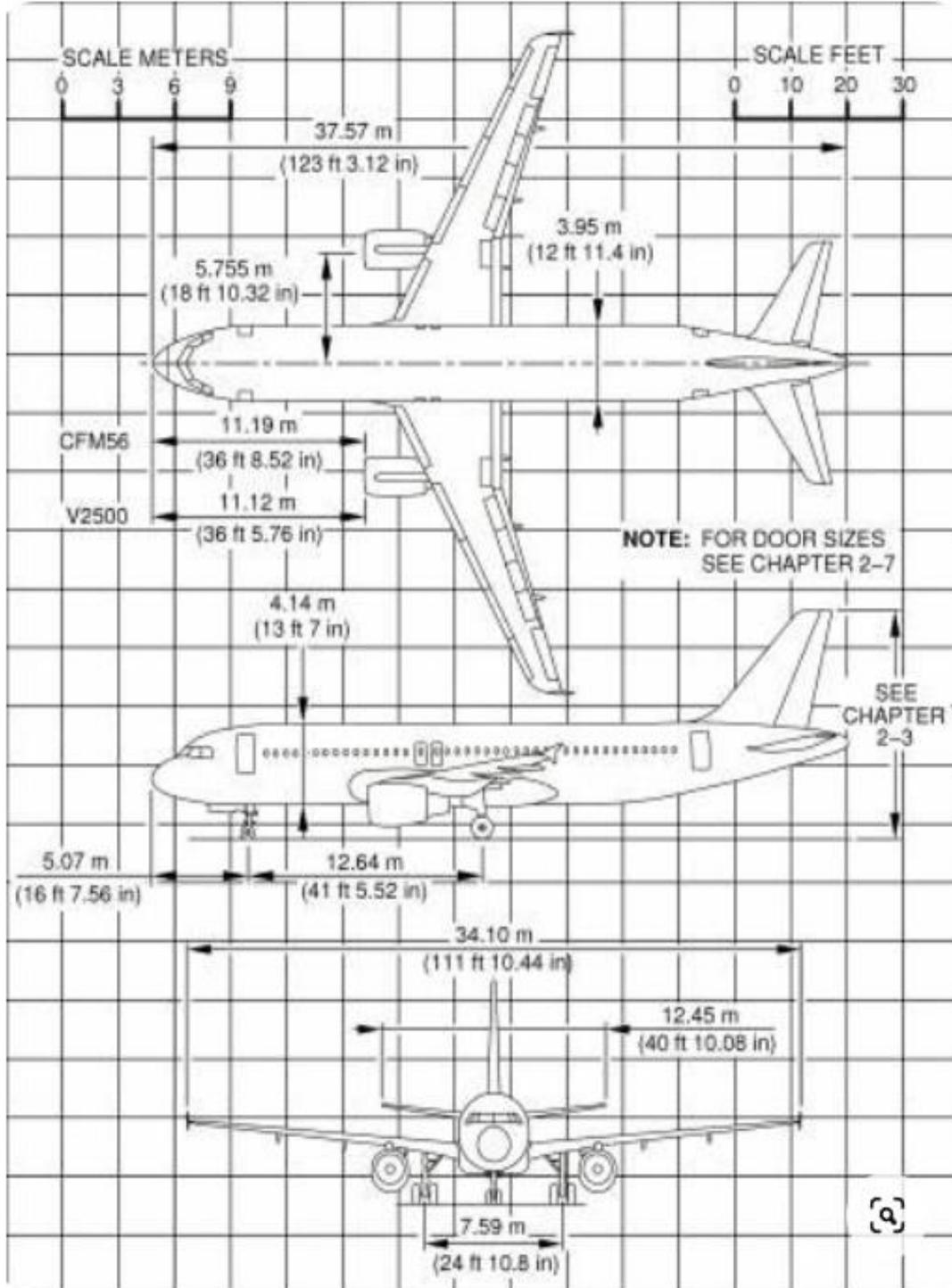
Como se observa en la tabla 5, se indica que para el viraje para las aeronaves del tipo Charlie "C" es de 22 metros con una distancia entre el tren de aterrizaje principal y el puesto de pilotaje de 20.30 metros, para la aeronave de diseño este radio es de **22.44 metros** y la distancia referida entre el tren de aterrizaje principal y el puesto de pilotaje menor a 15 metros, las condiciones expuestas fueron implementadas en los diseños propuestos para el aeródromo denominado El Paraíso.

Tabla 5. Radios y ángulos de giro Aeronaves de diseño A320.

Letra de clave	Modelo de aeronave	Anchura total del tren de aterrizaje principal (m)	Distancia entre el tren de aterrizaje principal y el puesto de pilotaje (m)	Radio de curvatura (m)
A	Lear 55	4,5	5,7	11,875
B	F38-2000	6,0	11,9	16,75
C	MD80	9,0	20,3	22,0
D	MD 11	14,0	31,0	33,25
E	A340-600	12,0	37,1	
E	B747	14,0	28,0	40,0
E	B777-300	12,9		
F	A380	16,0		48,75

Fuente. LAR 154, apéndice 6, Tabla 3-4-1. Datos para calcular un viraje de 180.

Infograma 6. Dimensionamiento aeronave de diseño A320-200.



Fuente. Google.com/Imágenes.

3.1.3. Dirección del viento y designador de las pistas.

Para el proyecto del aeródromo "EL PARAÍSO" se consideró la evaluación de la rosa de vientos, con la metodología se determinó la componente transversal de viento, estableciendo el coeficiente de utilización del aeródromo que no debería ser inferior al 95% y la orientación de la pista esta orienta en función de los arreglos estadísticos. Es preciso indicar que, para campos de referencia de 1500 metros o mayor, las maniobras de aterrizaje y despegue no podrá superar la velocidad del viento de 37Kt/h o 20kt, y en casos de condiciones deficientes de frenado esta componente transversal de viento no deber exceder de 24Km/h o 13 Kt.⁴.

El aeródromo "El Paraíso", no cuenta con estudios meteorológicos que permitan directamente contar con estadística de dirección y velocidad del viento para los cálculos de orientación de pista y temperaturas máximas, presión atmosférica entre otras, para la determinación del campo de referencia corregido para la aeronave de diseño.

Por lo anterior, se aplica un análisis de correlación de diferentes niveles de precisión, de manera inicial se relacionan la orientación de las pistas en el sector de la Alta Guajira, como se observa en el infograma N°6, las pistas de Puerto Bolívar de Cerrejón, Punta estrella, Riohacha de Aeronáutica Civil y Maicao presentan una orientación (E-W) **Este-Oeste**; el hecho en comento establece un correlación con referente a la proyectos cercanos, para inferir que la orientación de la pista en la misma componente.

Para construir un análisis cuantitativo, el pasado mes de enero de 2024 se solicitó al IDEAM y al Centro Nacional de Pronóstico de la Aerocivil información atmosférica de la región del Alta Guajira y Media Guajira, recibiendo información correspondiente a los aeródromos de: (i) El Cerrejón y (ii) Riohacha, debido a que el Cerrejón está ubicado a aproximadamente 33 kilómetros del futuro aeródromo "EL PARAISO", y al tratarse de zonas desérticas las condiciones climáticas similares, se asume que estas condiciones serán muy similares en el sector del nuevo aeródromo y por lo tanto, a partir de esta información se analizan las condiciones de velocidad y dirección del viento y temperatura. La información suministrada por el IDEAM para el Aeródromo Cerrejón expone datos separados de dirección y velocidad del viento entre los años 1986 a 2014, estos datos fueron tomados cada hora en el horario operacional del aeródromo.

Para la evaluación se analizaron los datos de dirección de vientos entre 1993 a 1997 como históricos, de tal manera que dichos datos se relacionaron con los datos entre 2010 y 2014. En se evaluación de 63.030 eventos ordenados por direcciones de viento se define que los mayores porcentajes de concentración están a 45° con

⁴ Doc. 9157 AN/901 Manual de Diseño de Aeródromos. Parte 1. Pistas. Tercera Edición 2016. Viento 2.1.6. – 2.1.7.

un 29.11% y 90° con un 60.64°, las demás direcciones presentan eventos menores del 4%, lo anterior se observa en el infograma 7. De lo anterior se puede inferir que la dirección de la pista por vientos es dedicada en el sentido de operación W-E y SW-NE.

Infograma 7. Infografía de orientación de las pistas en la Guajira.



Fuente: Google Earth

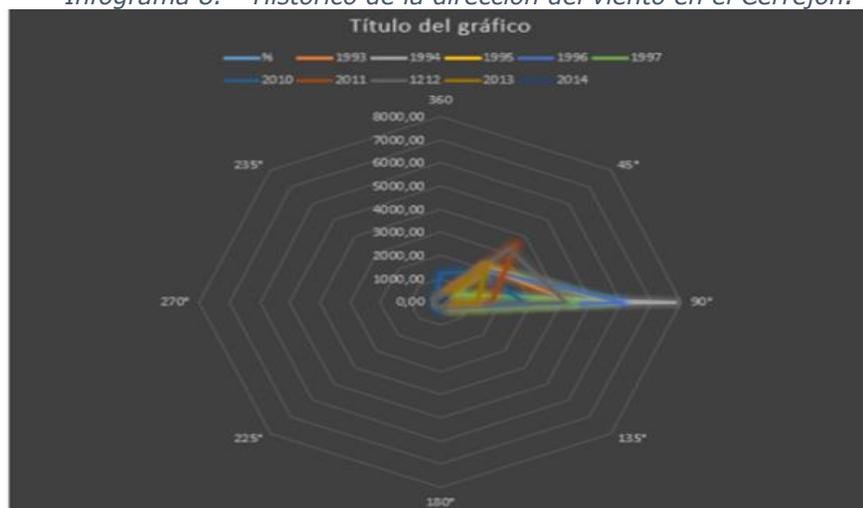
En lo que respecta a la velocidad del viento, con los mismos años y periodicidad de toma de datos, se realiza una agrupación de diferentes velocidades de viento para 63.185 eventos, el 18.55% no superan los 4 nudos, el 54.11% no superan los 8 nudos, el 27.35% los 16 nudos y solo un dato supera los 16 nudos con un valor de 16.4 nudos, de lo anterior se puede concluir que la velocidad de los vientos no supera los 20 nudos de referencia que son requisito para pistas mayores de 1.500 metros.

Correlacionado la dirección y la velocidad del viento en los datos analizados se observa que la dirección del viento de 45° con un porcentual del 29.11%, no afecta la pista en dirección W – E, debido a que las velocidades del viento no superan los 16.4 nudos, en consideración a los datos evaluados.

De igual manera, según la información suministrada por el Centro Nacional de Pronóstico de la Aerocivil, realiza una evaluación de riesgos de tormentas tropicales en la Alta Guajira, de los datos consultados tenemos en común que el viento la mayoría del tiempo, la dirección es del NE/E/SE al W lo que favorece pistas como la de Riohacha, las intensidades son las más fuertes de Colombia entre julio y enero y menos fuertes entre febrero y julio, influenciadas por las ondas tropicales, cuando

el comportamiento del viento es normal la mayor fuerza de viento se presenta en la tarde por acción de la temperatura.

Infograma 8. Histórico de la dirección del viento en el Cerrejón.

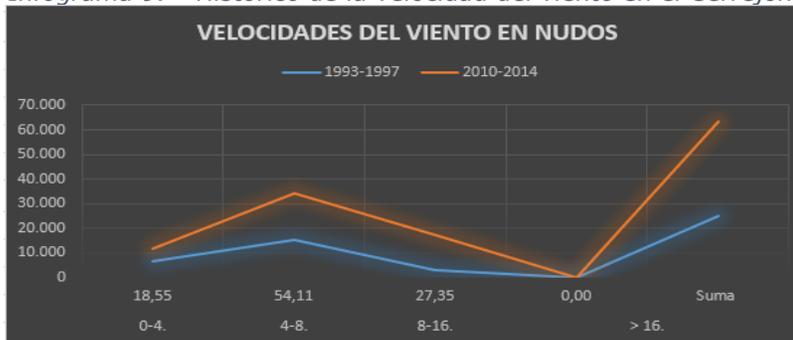


AÑO	360	45°	90°	135°	180°	225°	270°	235°
1993	161	2092	4431	181	29	4	3	1
1994	48	418	7770	235	73	10	17	60
1995	166	2183	5648	521	128	10	27	42
1996	112	2030	6041	407	61	12	12	47
1997	34	499	4405	171	24	7	2	20
2010	1237	1883	2775	316	421	214	121	182
2011	275	3547	1723	315	71	17	9	69
2012	192	3222	4172	245	23	6	7	9
2013	44	2216	1228	36	1	0	1	0
2014	16	258	28	4	4	0	0	1
SUMAS	2285	18348	38221	2431	835	280	199	431

63030

Fuente. IDEAM Aeródromo del Cerrejón.

Infograma 9. Histórico de la velocidad del viento en el Cerrejón.

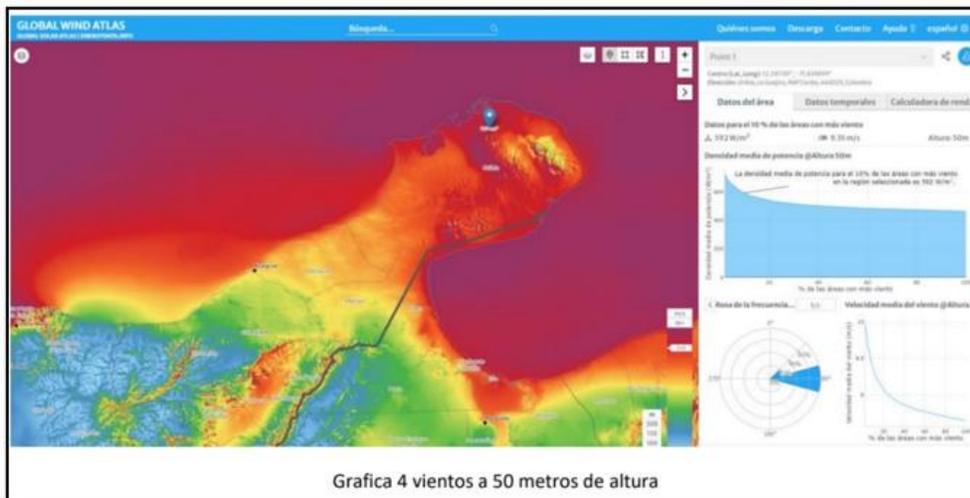
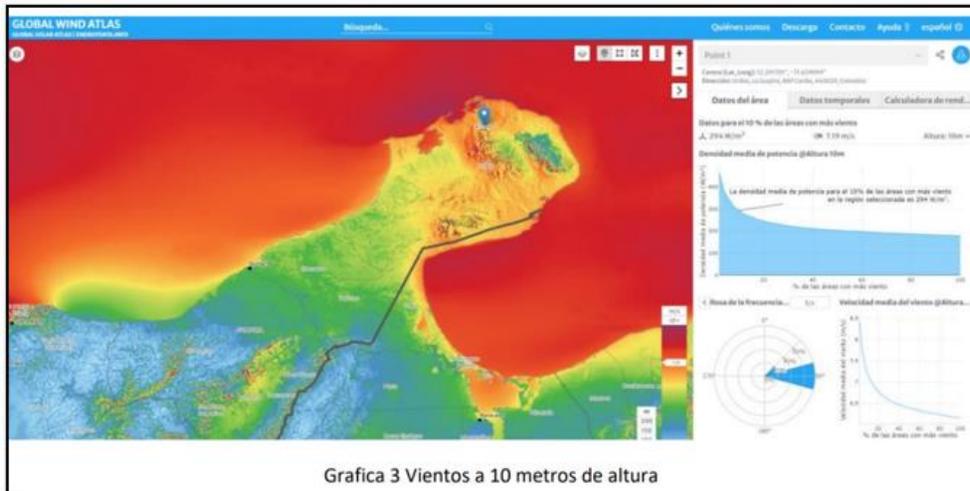


AÑOS	0-4.	4-8.	8-16.	> 16.	Suma
%	18,55	54,11	27,35	0,00	Suma
1993-1997	6.631	15.275	2.966		24.872
2010-2014	5.088	18.912	14.313	1	38.313
Suma	11.719	34.187	17.279	1	63.185

Fuente. IDEAM Aeródromo del Cerrejón.

En el infograma 10 se expone atlas global de vientos para el sector del Alta GUAJIRA⁵, aplicación que captura y modela diversas fuentes concluyendo que los vientos a 10 metros de altura en el punto a consultar, el mínimo viento a esperarse esta entre los 9 a 11 nudos grafica 3 dentro del infograma, la intensidad del viento aumenta con la altura es así como a 50 metros de altura está en promedio sobrepasa los 15 nudos (grafica 4) y a 100 metros de altura sobrepasa los 25 nudos siempre con la constante que la dirección es del E al W y que esta modelación solo muestra hasta 25 por lo que estos vientos pueden ser más.

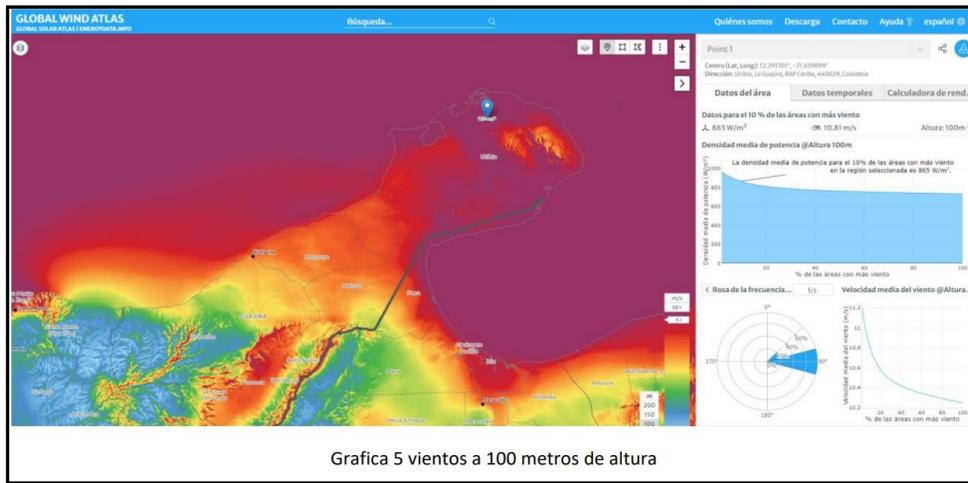
Infograma 10. Velocidades del viento a diferentes alturas en la Guajira.



Fuente: Propia Aeronáutica Civil - Centro de Pronóstico de la Aerocivil. Atlas global de vientos. Atlas global de vientos.

⁵ Información suministrada por el Centro Nacional de Pronóstico de la Aerocivil

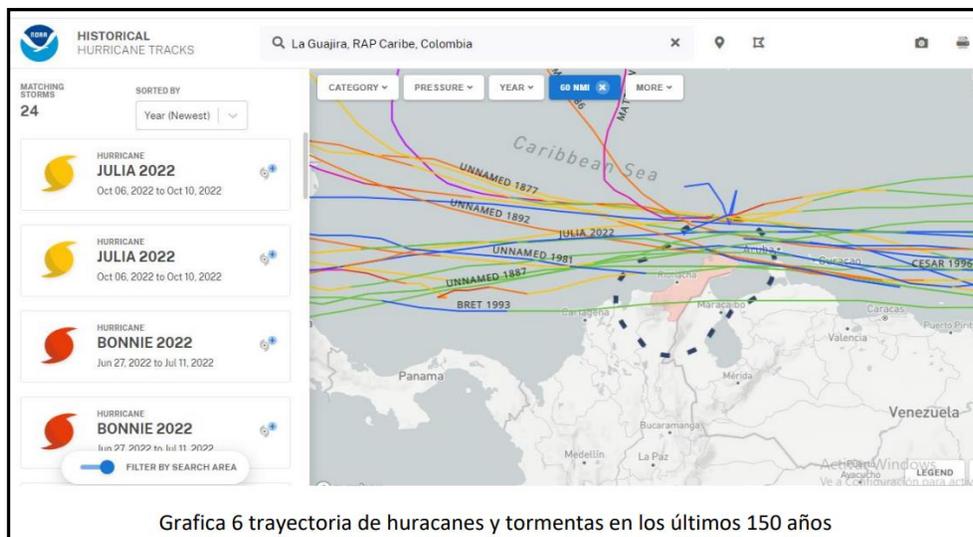
Infograma 11. Velocidades del viento a diferentes alturas en la Guajira



Fuente: Propia Aeronáutica Civil - Centro de Pronostico de la Aerocivil. Atlas global de vientos

Según lo documentado y análisis generado para el presente diseño, se puede concluir que la dirección predominante **del viento es al E -W, y en algunas condiciones meteorológicas supera los 25 nudos de velocidad.**

Infograma 12. Huracanes en el sector de la península de la Guajira.



Fuente: Propia Centro de Pronostico de la Aerocivil. IDEAM.

No obstante, es preciso indicar que para la Región del Alta Guajira no se puede descartar la presencia de tormentas tropicales o huracanes a los cuales se les tendrá que dar manejo en el momento que se presenten desde hace 150 años que

se registran estos fenómenos solo 24 ha afectado directamente a la Guajira, o sea ha pasado su centro por encima del departamento, pero la afectación por ondas tropicales o tormentas tropicales que se forman en el mar caribe es mayor y los vientos y los fenómenos meteorológicos como lluvias aumentan, en la siguiente gráfica, los huracanes o tormentas tropicales que han afectado directamente el departamento.

Respecto al designadores de las pistas son el resultado de la implantación de la planimetría de la pista, en la cual como se explica en la sección de criterios topográficos y de evaluación de alturas respecto a la superficie limitadora de obstáculos, futuros desarrollos aeroportuarios y la menor afectación posible a las comunidades y sus recursos.

Para determinar los designadores de las pistas, para la determinación del azimut del proyecto se deben tener en cuenta el azimut geográfico de las pistas, que establece parámetro de cálculo para la determinación del azimut magnético. Para tal fin, se calculó la declinación magnética con la aplicación denominada "Magnetic Fiel Calculators- Magnetic Declination Estimated Value"⁶ la cual requiere como parámetro de evaluación la posición geográfica del proyecto, en coordenadas WGS 84 (latitud norte y longitud oeste) para el punto del ARP, obteniendo como valor de referencia para la declinación magnética **10° 31´ W ± 0° 20´ cambiando 0° 7´ W por año.**

3.1.4. Temperaturas de referencia.

Infograma 13. Temperaturas máximas en el Cerrejón 2019-2023.



Fuente: Propia Aerocivil. IDEAM.

Con la información entregada por el IDEAM del aeródromo de Cerrejón se realiza un arreglo estadístico para determinar la media de estas temperaturas que correspondió a 1.598 datos, como resultado del análisis se obtiene una **temperatura máxima promedio de 33.5°.**

⁶ <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml> - NOAA National Centers for Environmental Information

Infograma 14. Temperaturas mínimas en el Cerrejón 2019-2023.



Fuente: Propia Aerocivil. IDEAM.

En las mismas condiciones de la evaluación de la temperatura máxima se evaluó un total de 1.437 datos de temperatura, obteniendo una **temperatura promedio mínima con y una temperatura de 24.7°.**

3.1.5. Performance aeronave de diseño.

A partir del Airplane Characteristics For Airport Planning AC de julio de 1995 de Airbus A320, se realizan las evaluaciones de performance de esta aeronave con respecto a los requisitos de infraestructura y con ello determinar los rendimientos, características operacionales que cumplirá el diseño y la longitud del campo de referencia con relación al peso de operación de la aeronave de diseño, aunado con las referencias atmosféricas expuestas en los apartados 3.1.1 y 3.1.4, del presente estudio.

Con el objetivo de establecer condiciones de la aeronave de diseño, se expone en la tabla N° 6 la lista de parámetros específicos para la aeronave de diseño del tipo A320 modelo 200 WV003.

Tabla 6. Tabla de performance general de la Aeronaves de diseño A320.

AIRBUS A320 MODELO 200/WV003	UND	DATOS
Máximo diseño de peso de parqueo	Kg	75.900
Máximo diseño de peso de despegue	Kg	75.500
Máximo diseño de peso de aterrizaje	Kg	64.500
Máxima carga paga	Kg	19.256 / 19.155
INFORMACIÓN DE LA OTRAS FUENTES		
Velocidad máxima operativa	Km/h	840
Máximo rango de operación	Km	3.200

Tripulación	Pilotos	2
Capacidad de pasajeros	Pax	180
Longitud	m	37.57
Envergadura	m	33.91
Distancia entre ejes	m	12.70
Distancia entre ruedas	m	8.91

Fuente: Airplane Characteristics For Airport Planning AC de julio de 1995.

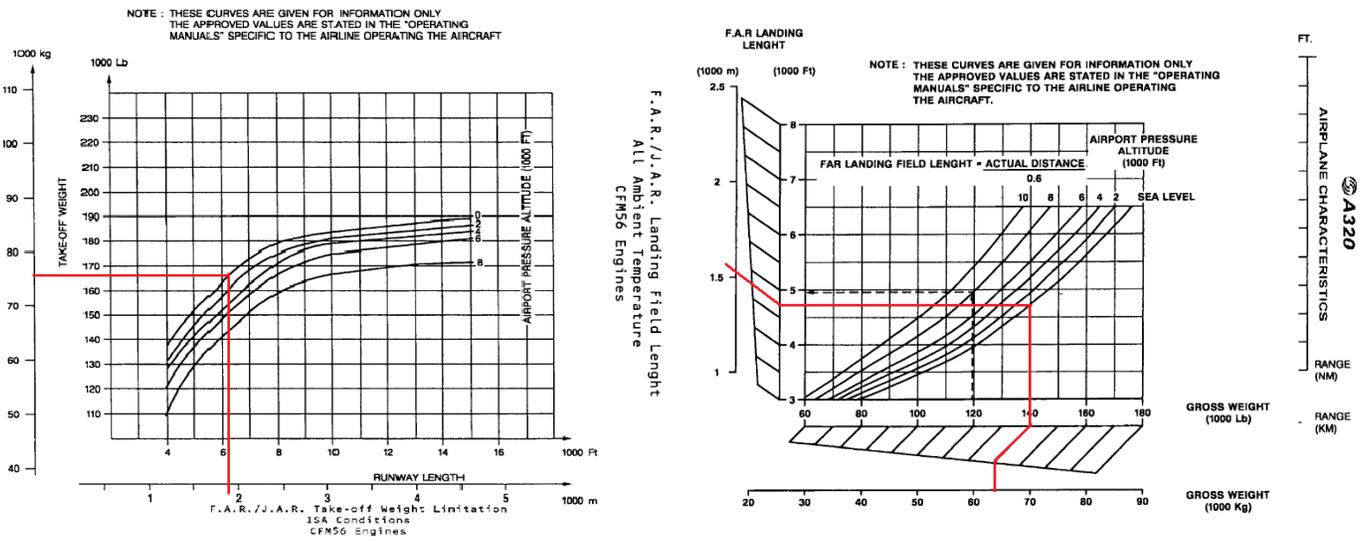
Infograma 15. Performance Aeronave de diseño.



Fuente. GOOGLE fotos. A320-200.

De las tablas de rendimiento de la aeronave para despegues en condiciones de temperatura estándar y motores CFM56, se puede calcular a partir del peso de despegue la longitud de pista requerida, como este cuadro incluye la altura del aeródromo, este dato no debe ser corregido.

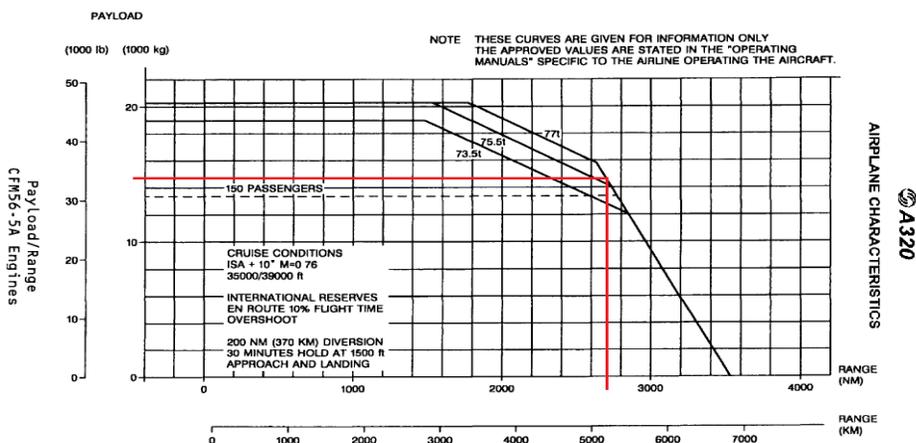
Infograma 16. Longitud de pista peso máximo despegue A320.



Fuente: Airplane Characteristics For Airport Planning AC de julio de 1995.

Del infograma anterior se observa que, para un peso máximo de despegue de 75.000 kilos a nivel del mar, con temperatura estándar la longitud de pista requerida para este avión es de 1.900 metros. Respecto a la longitud de pista para un peso máximo de aterrizaje de 66.500 kilos a nivel del mar, la pista requerida es 1.600 metros.

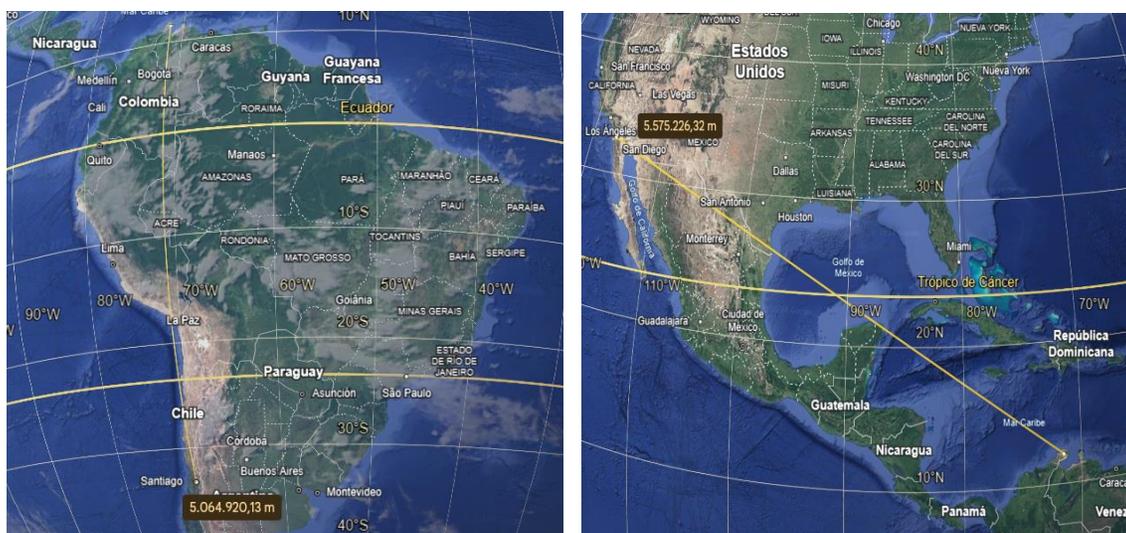
Infograma 17. Comparación longitud de pista vs pasajes A320.



Fuente: Airplane Characteristics For Airport Plannig AC de julio de 1995.

En lo que respecta a la carga paga y el rango de operación, este corresponderá para aproximadamente 180 pasajeros a 2.700 millas náuticas o 5.300 kilómetros aproximados, para menor número de carga paga este valor se incrementa, según se evalúa en el infograma anterior.

Infograma 18. Conexiones maximas operativas A320.



Fuente: Google Earth

De los Infogramas anteriores se puede visualizar el alcance teórico de las aeronaves A230 cubriría Suramérica hasta Santiago de Chile y al norte Centro América y Norte América hasta Los Ángeles, sin embargo, por los Hob actuales estos destinos de américa y de vuelos trasatlánticos harían tránsito en Perú, Chile, Panamá, Huston, Miami y Atlanta.

3.1.6. Correcciones de la longitud de pista para el avión de diseño.

La corrección de la pista por elevación con referencia al nivel del mar es de 7% por cada 300 metros de altitud, con respecto a la temperatura estándar 1%, y por pendiente de pista para pistas superiores a 900 metros 10% por cada 1% de la pista ⁷.

De acuerdo con los cálculos anteriores se ha calculado la elevación sobre el nivel del mar que para el caso no aporta a la longitud de la pista debido a que el proyecto se realiza a este nivel, al igual que con la pendiente de la pista que por diseño no llega a un 1%. Por lo anterior, se realizará una evaluación por temperatura debido a que este factor incide en el rendimiento de los motores.

Fórmulas:

- Longitud de pista para despegue corregida por elevación. LPDE

$$LPDE = [LPD * 0.07 + [EP/300] + LPD]$$

- Longitud de pista para despegue corregida por elevación y temperatura. LPDET

$$LPDET = [LPDE * (T^{\circ} - T^{\circ}At) * 0.01] + LPDE$$

- Longitud de pista para despegue corregida por elevación, temperatura y pendiente. LPDETP

$$LPDETP = [LPDET * P\% * 0.10] + LPDET$$

Variables:

Campo de referencia de la aeronave.	LPD: 1900 m.
Elevación de la pista.	EP: 18 m.
Temperatura de referencia.	T [°] : 33.5° C.
Temperatura en la atmósfera tipo:	T [°] At: 15° ⁸
Pendiente de la pista. P%:	0.00.

⁷ Doc. 9157 AN/901 Manual de Diseño de Aeródromos. Parte 1. Pistas. Tercera Edición 2016.

Aplicando la fórmula para la temperatura se obtiene una corrección para la pista **de 2.251.5 metros, y por lo anterior, se redondea a 2.200 metros.**

3.1.7. Clave de aeródromo y tipo de operación.

En lo que se refiere al número y letra clave para una pista de 2.200 metros y 45 metros de ancho corresponde la clave 4C⁹, respecto a la operación será en condiciones meteorológicas de vuelo visual VMC, sin embargo, como se explicó en párrafo anterior, el dimensionamiento permitirá expandirse como pista instrumentos precisión y precisión de requerirse.

3.1.8. Características y exactitud información topográfica.

El proyecto del aeródromo "El Paraíso" contemplo implementar como referencia de topográfica, levantamiento fotogramétrico en combinación en combinación con rastreo LIDAR. El procedimiento de campo y procesamiento de la información lo efectuó la Fuerza Aeroespacial de Colombia en los meses de noviembre y diciembre de 2023, a través del convenio derivado N°1 del convenio interadministrativo marco de cooperación numero 23000850 H3 DE 2023.

Los productos cartográficos entregados por la FAC, caracterizaron la topografía de 112 km² en el sector del corregimiento de Bahía Honda en el municipio de Uribia tal como se indica en el infograma N° 19. Dicha información sirvió como información técnica base topográfica para la generación, modelación e implantación del diseño geométrico del proyecto aeródromo "El Paraíso", que se resumen a continuación:

1. Modelo Digital de Elevación:

Tabla 7. Características técnicas modelo digital

MODELO DIGITAL	
Superficie MDS- raster	TIFF / GEOTIFF sin compresión
Modelo Digital del Terreno MDT	Pixel de 50 cm
LIDAR	
Densidad de Puntos	10 puntos por metro cuadrado.

Fuente: Aeronáutica Civil.

⁹ RAC 14. Tabla 1- 1. Clave de referencia de aeródromo.

2. Orto fotografía:

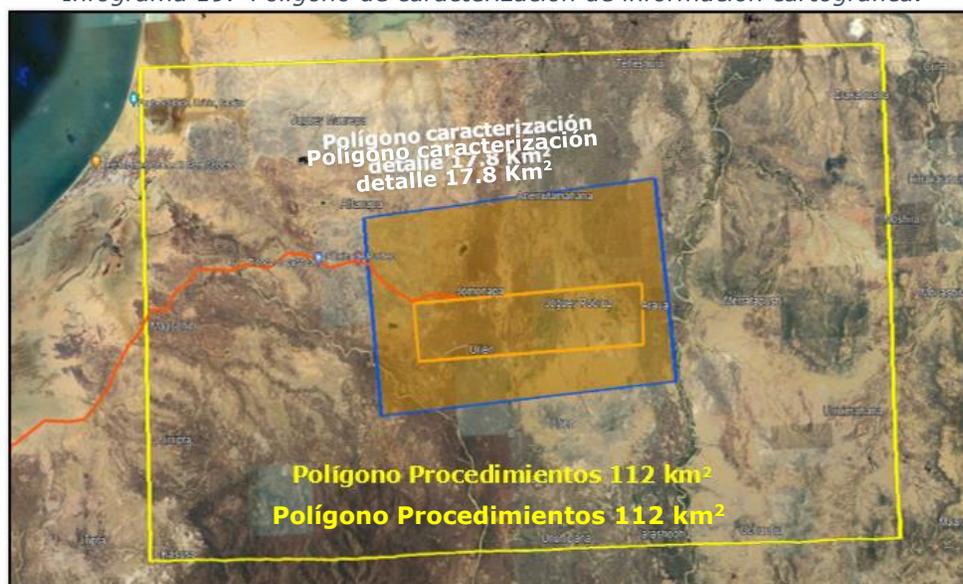
Tabla 8. Características técnicas orto fotografía

ORTOFOTOGRAFÍA	
GSD (tamaño de pixel)	De 10 a 15 cm
Resolución Espectral	RGB
Resolución Radiométrica	Mínimo de 8 bits
RMS ER	25 cm.
Exactitud Horizontal	Máximo de 50 cm
Exactitud Vertical	Máximo de 50 cm
Formato orto imagen	TIFF / GEOTIFF sin compresión
Cobertura nubes, sombras, humo, bruma o niebla	Inferior al 10%

Fuente: Aeronáutica Civil.

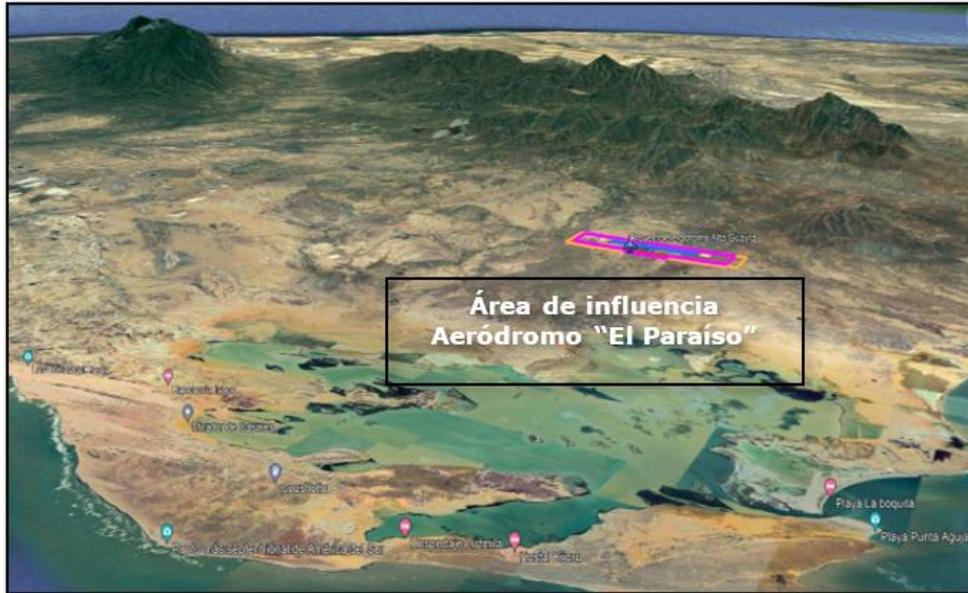
Nota Técnica: Los parámetros cartográficos expuestos corresponde a la metodología de captura de información para el vuelo fotogramétrico y LIDAR, así mismo, a los resultados del procesamiento de la información estructurada por la Fuerza Aeroespacial de Colombia.

Infograma 19. Polígono de caracterización de información cartográfica.



Fuente: Aeronáutica Civil.

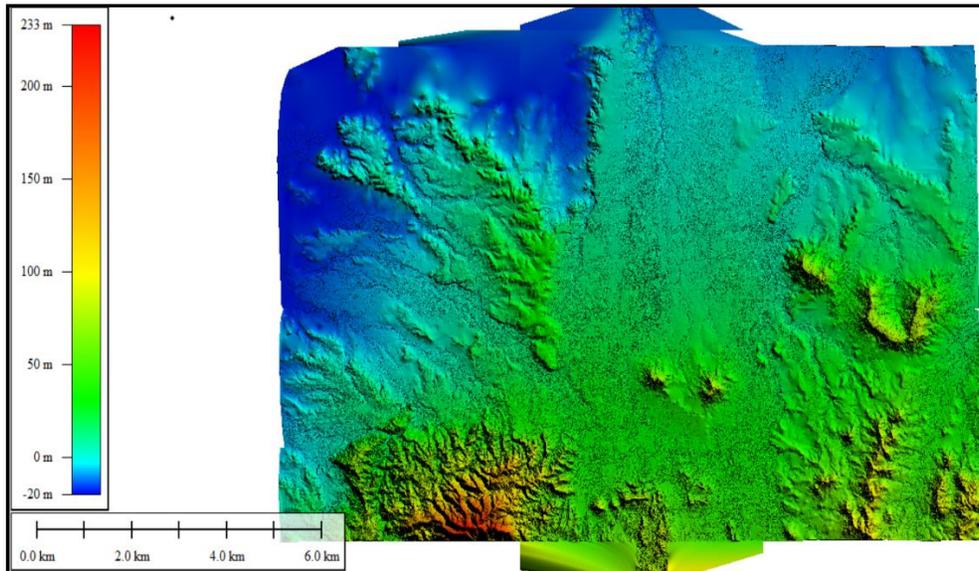
Infograma 20. Comparación planimétrica vs modelo Digital



Fuente: Aeronáutica Civil.

Infograma 21. Resultado Modelo digital del terreno área de proyecto.

Fuente: Aeronáutica Civil.



Fuente: Aeronáutica Civil.

3.1.9. Criterios para la implantación de la pista

Como referencia insoslayable se debe indicar que para el presente proyecto se tuvo que acoger la condición de los diálogos socioambientales desarrollados por la

Entidad con las comunidades que habitan el área de influencia del proyecto denominado aeródromo "El Paraíso" en el sector del corregimiento de Bahía Honda municipio de Uribe, sumando los postulados del Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026 "Potencia Mundial de la Vida".

De igual manera el diseño propuesto, cumple con las consideraciones técnicas de los reglamentos aéreos de Colombia RAC-14, de igual manera íntegra las condiciones atmosféricas descritas para la dirección e intensidad del viento, temperatura, performance de la aeronave de diseño, topografía y análisis altimétrico de la superficie de aproximación en un rango lineal de 3000 metros.

Los criterios analizados para la implantación de la pista del aeródromo "El Paraíso" en el corregimiento de Bahía Honda, municipio de Uribe, región del Alta Guajira son las siguientes:

a. **Polígono de referencia diálogo social y cultural con las comunidades:**

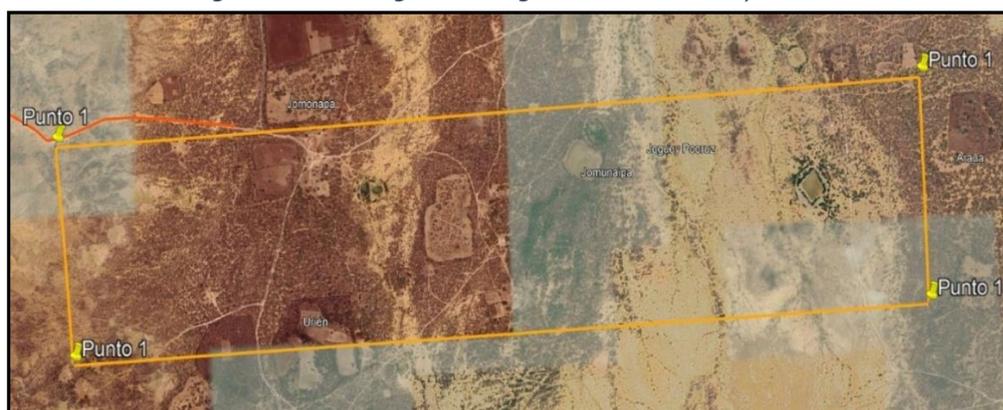
Según lo expuesto, el diseño de aeródromo propuesto está delimitado desde la vigencia 2023 mediante el polígono marco de referencia socioambiental y cultural, que se describe geográficamente a continuación:

Tabla 9. Caracterización polígono socioambiental y cultural.

Nº Punto	LATITUD	LONGITUD
1	12°19'6.55"N	71°41'29.45"O
2	12°19'12.02"N	71°39'7.66"O
3	12°18'39.68"N	71°39'7.94"O
4	12°18'35.99"N	71°41'27.22"O
ÁREA = 409 Has + 0146 m²		

Fuente: Aeronáutica Civil – Oficina Gestión de Proyectos. (WGS 84).

Infograma 22. Polígono diálogo socioambiental y cultural.



Fuente: Aeronáutica Civil – Oficina Gestión de Proyectos. (WGS 84).

b. **Análisis de vientos:**

En atención de los resultados del acápite 3.1.1 Dirección del Viento donde se determina que, según lo documentado por el IDEAM y análisis generado para el presente diseño, se puede concluir que la dirección predominante del viento es al E -W, para una componente de rumbo entre los entre 79° y 90° y en algunas condiciones meteorológicas supera los 25 nudos de velocidad

c. **Evaluación de la topografía y aproximación:**

El polígono de implantación se caracteriza por contar con una topografía plana con una pendiente predominante $i=0.09\%$, sin cambios bruscos de esta, de igual manera indicar la presencia de drenajes secundarios intermitentes secos y conectados con las líneas de cuencas hídricas de la línea de baja mar. Existen tres (3) jagueys para el uso de ganadería y acumulación hidráulica, las condiciones de estos exponen eutroficación, presencia de algas y bajas condiciones fisicoquímica para el uso humano.

Mediante comparación cartográfica se yuxtapusieron: (i) modelo digital del terreno, (ii) polígono de referencia diálogo social y cultural con las comunidades, (iii) rumbo de la rosa de vientos predominantes, (iv) azimut de proyectos aéreos cercanos tales como Puerto Bolívar, Punta Estrella, Punta Espada y Alpha; y (v) orográfica en un radio de 3.5 kilómetros

Resultado del proceso cartográfico, se estableció como eje de referencia la línea con azimut topográfico de 88° 26' 47.13067", con una longitud de diseño 2200 ml según el performance de la aeronave de diseño. Para definir la numero designador de pistas, se calculó la declinación magnética con la aplicación denominada "Magnetic Fiel Calculators- Magnetic Declination Estimated Value"¹⁰ la cual requiere como parámetro de evaluación la posición geográfica del proyecto, en coordenadas WGS 84 (latitud norte y longitud oeste) para el punto del ARP, obteniendo como valor de referencia para la declinación magnética **10° 31' W ± 0° 20' cambiando 0° 7' W por año;**

• Azimut Topográfico	88° 26' 47.13067"
• Declinación Magnética	10° 31' W
• Azimut Magnético	98° 57' 47.13067"
• Designadores de Pistas	<u>10 - 28</u>

¹⁰ <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml> - NOAA National Centers for Environmental Information

Infograma 23. Cáculo declinación magnética ARP

Fuente: NOAA National Centers for Environmental.

Con las condiciones topográficas expuestas, se calcularon las alturas máximas permitidas de umbral de pistas para no exceder una pendiente del 1.6% en la aproximación, según el escenario técnico indicado en el reglamento aéreo de Colombia RAC-14 en las secciones:

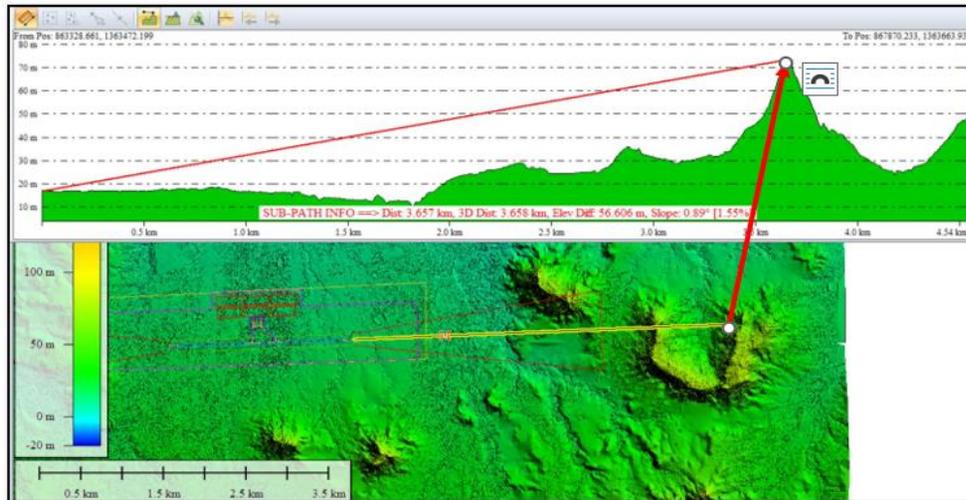
- **14.3.4.2.8.** "(...) Pistas para aproximaciones que no son de precisión. En las pistas para aproximaciones que no son de precisión se establecerán las siguientes superficies limitadoras de obstáculos (...)"
- **14.3.4.2.26.** "(...) debe limitarse la presencia de nuevos objetos a fin de preservar la superficie libre de obstáculos existente, o una superficie que tenga una pendiente de 1.6% (1:62,5). (...)"
- **Tabla 4-1. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos - Pistas para aproximaciones**

Definidas las condiciones altimétricas del diseño, de igual manera integradas los requerimientos técnicos de la aeronave de diseño A320, el cumplimiento de los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC-14 y las condiciones geospaciales sociales del proyecto, se definen las características las pistas de la siguiente manera:

UMBRAL 28

- Longitud: 71° 39' 38.79605" W
- Latitud: 12° 18' 48.20468" N
- Elevación Umbral: 17.036
- Elevación máxima topográfica de aproximación: 73.735 m
- Distancia del umbral al punto: 3,658 m
- Pendiente: **1.55%.**

Infograma 24. Perfil calculado para el umbral 28.

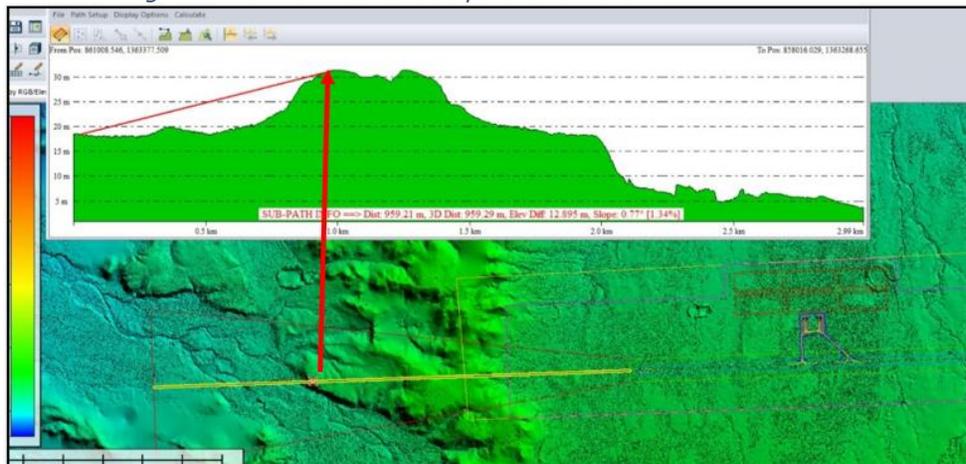


Fuente: Aeronáutica Civil

UMBRAL 10

- Longitud 71° 40' 51.5182" W
- Latitud 12° 18' 46.2680" N
- Elevación Umbral: 18.644
- Elevación máxima topográfica de aproximación: 31.498 m
- Distancia del umbral al punto: 959.29 m
- Pendiente: **1.34%**

Infograma 23. Perfil calculado para el umbral 10.



Fuente: Aeronáutica Civil

- d. **Análisis de proyectos aéreos cercanos:** Definida la orientación del proyecto aeródromo "El Paraíso" como un azimuth magnético 98° 57' 47.13067" y determinada la designación de umbrales como 10 -28. Fue

necesario realizar comparación de trayectorias con los proyectos reconocidos en el sector del Alta Guajira, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla 10. Tabla comparación ubicación con proyectos cercanos.

Proyecto	Longitud	Latitud	Azimut Topográfico
Puerto Bolívar Cerrejón	71°59'29.67"O	12°13'14.34"N	82° 45 ' 00.97"
	71°58'37.34"O	12°13'20.94"N	
Punta Estella	71°18'05.94"O	12°20'38.04"N	99° 05 ' 10.54"
	71°18'25.40"O	12°20'41.10"N	
Punta Espada	71°07'40.02"O	12°04'30.59"N	87° 22 ' 50.09"
	71°07'21.36"O	12°04'31.43"N	
El Paraíso	71°40'51.51"O	12°18'46.26"N	88°26 ' 47.13"
	71°39'38.79"O	12°18'48.20"N	

Fuente: Aeronautica Civil

Según la comparación de azimut topográfico con tres (3) ejes de las pistas ubicadas en el sector del Alta Guajira, se establece que dos (2) de los ejes de pista guardan de la misma designación de orientación 10-28, aunado que el proyecto de Puerto Bolívar tiene una orientación 09-27, el hecho expuesto confirma que la orientación de las pistas del aeródromo "El Paraíso" mantiene la tendencia en el circuito de aproximación y despegue.

Nota Técnica: En atención que el proyecto de aeródromo "El Paraíso" se encuentra próximo al aeródromo "Puerto Bolívar" de operación del Cerrejón se requiere que la Secretaria de Servicios a la Navegación Aérea en coordinación con la Director de Operaciones a la Navegación Aérea se desarrollen estudios complementarios de: (i) seguridad operacional, (ii) caracterización de obstáculos, (iii) densidad de tráfico de la zona y (iv) evaluación y cálculos de cumplimiento de los numerales RAC 14.3.3.1.11.2 Distancias mínimas entre aeródromos y pistas, 14.3.3.1.11.3. Evaluación de Seguridad Operacional y 14.3.4.1. Superficies limitadoras de obstáculos, o quien corresponda esta labor.

3.1.10. Superficies limitadoras de obstáculos.

Teniendo en cuenta los criterios de los Reglamentos Aéreos de Colombia RC-14 Tabla 4-1. "Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos – Pistas para aproximaciones", se diseñó para el proyecto la superficie de aproximación para una pista de clasificación de pista 4C, de igual manera se analizaron los obstáculos orográficos presentes en la prolongación del eje de pista a 3800 metros en la primera sección para los umbrales 10 y 28. Como resultado de dicho análisis altimétrico se establece que para el sector del umbral 28 se identificaron formaciones montañas que se ubican en la superficie de transición y aproximación, la misma se caracteriza de la siguiente manera:

Tabla 11. Análisis altimétrico aeródromo "El Paraíso".

Nº	Tipo de Obstáculo	Superficie	Ubicación	Elevación elemento (metros)	Diferencia Elevación (metros)	Distancia (metros)	i (%)
1	Mont	Aproxim. Umbral 28	Long 71°38' 10.31"O Latit 12° 19' 03.26"N	80.20	63.216	2639	2.40
2	Mont	Transición Umbral 28	Long 71°38' 21.96"O Latit 12° 19' 10.82"N	79.45	63.018	2349	2.68
3	Mont	Transición Sur	Long 71° 39' 27.03"O Latit 12° 17' 59.69"N	81.35	67.493	1548	4.36
4	Mont	Transición Sur	Long 71° 40' 06.33"O Latit 12° 18' 05.002"N	74.502	55.952	1222	4.58

Fuente: Aeronautica Civil

Convenciones:

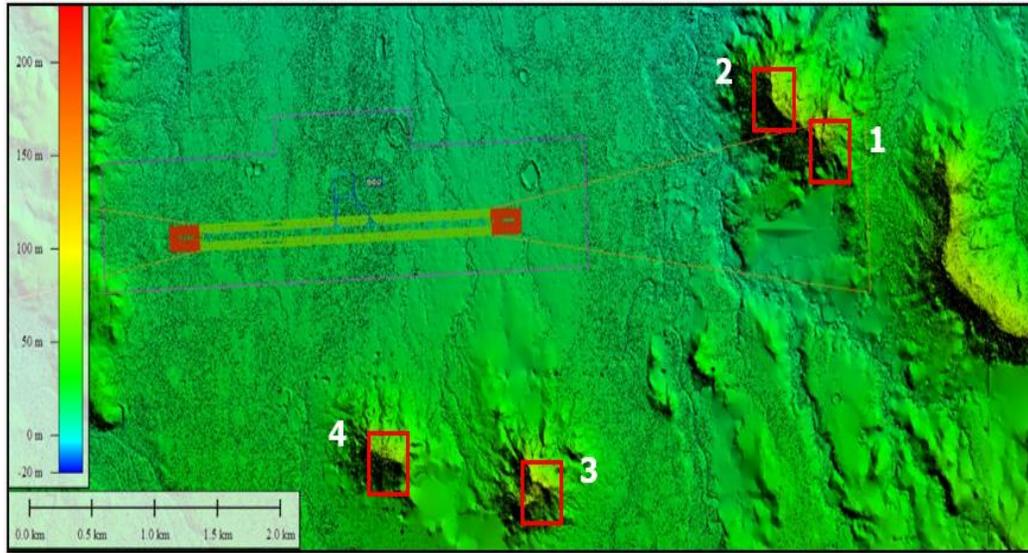
- Pendiente = i
- Montañoso = Mont.
- Superficie Aproximación = Aproxim.

Infograma 22. Dimensiones y pendientes de SLO (RAC-14)

Superficies y dimensiones ^a (1)	Aproximación visual Número de clave				Aproximación que no sea de precisión Número de clave			Aproximación de precisión Categoría I Número de clave		Categoría II o III Número de clave
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
APROXIMACIÓN										
Longitud del borde interior	60m	80m	150 m	150 m	80m	150 m	150 m	140 m	280 m	280m
Distancia desde el umbral	30m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera sección										
Longitud	1600 m	2500 m	3000 m	3000 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m
Pendiente	5%	4%	3,33 %	2,5%	3,33 %	2%	2%	2,5%	2%	2%
Segunda sección										
Longitud	—	—	—	—	—	3600 m ^b	3600 m ^b	1200 m	3600 m ^b	3600m ^b
Pendiente	—	—	—	—	—	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%

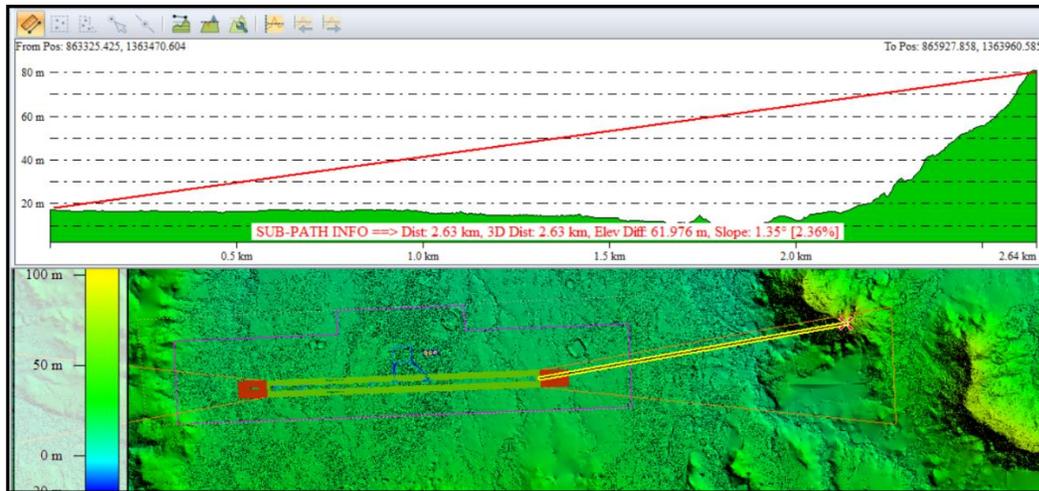
Fuente: Aeronautica Civil- RAC14.

Infograma 25. Comparación Modelo digital vs Diseño geométrico



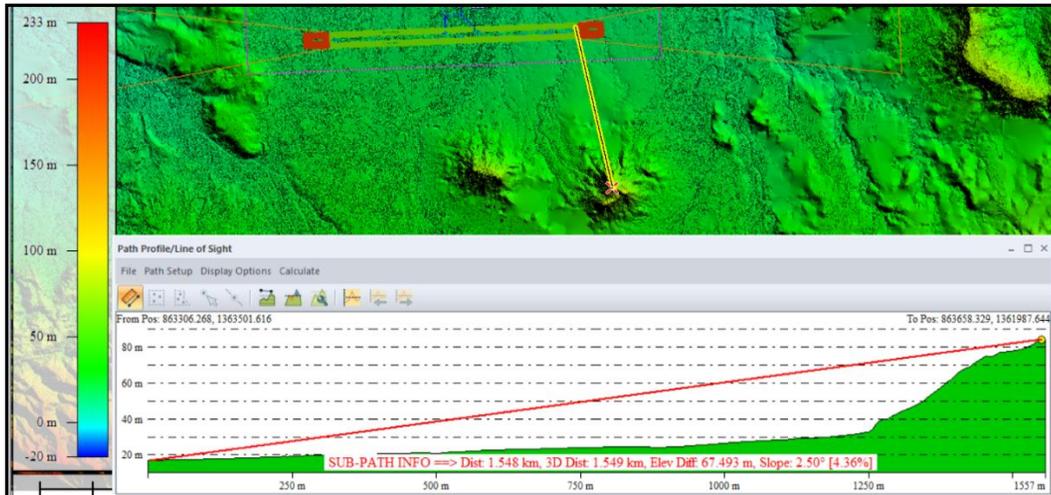
Fuente: Aeronáutica Civil- RAC14.

Infograma 26. Análisis altimétrico del umbral 28



Fuente: Aeronáutica Civil.

Infograma 25. Análisis altimétrico superficie de transición sector SUR

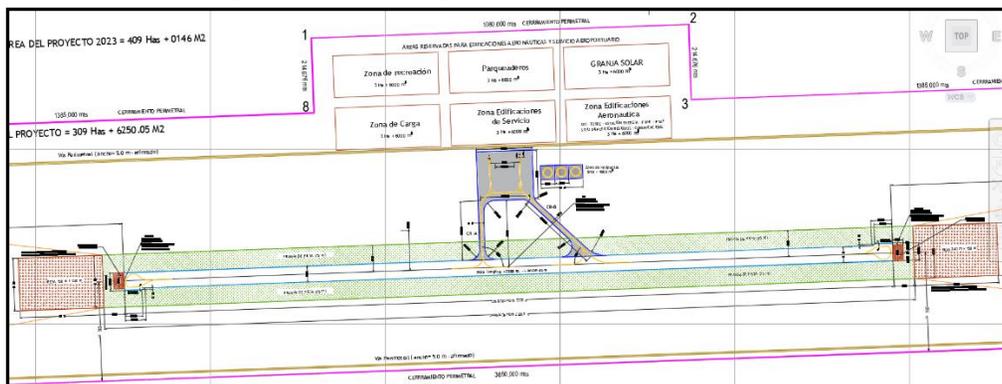


Fuente: Aeronáutica Civil.

Nota Técnica: Es imperioso que el numeral 3.1.10. Superficie limitadora de Obstáculos sea complementado y ajustado por parte de la Secretaria de Servicios a la Navegación Aérea en coordinación de la Dirección de Operaciones a la Navegación Aérea y su Grupos adscritos, de tal manera que desarrollen los estudios altimétricos necesarios de la superficie limitadora de obstáculos (SLO), de igual manera del espacio aéreo del aeródromo "El Paraíso", de tal manera de establecer variables que afecten en el proyecto y su correlación en la planeación y gestión del espacio aéreo.

3.1.11. Infraestructura de Aeródromo objeto del diseño.

Infograma 27. Vista general del Aeródromo El Paraíso.



Fuente: Aerocivil.

Ver plano 1.0 Plano Diseño Geométrico Del Aeródromo El Paraíso

Ver plano 2.0 Plano Diseño Geométrico Del Aeródromo Vs Análisis Altimétrico

La anterior infografía presenta el desarrollo previsto del Aeródromo El Paraíso, del cual para los diseños geométricos objeto de estos diseños se limita para las siguientes infraestructuras aeronáuticas: (i) pista, (ii) calles de rodaje Alpha y Bravo, (iii) plataforma de parqueo de aeronaves, (iv) plataforma de viraje extremo de pista. Es preciso indicar que las áreas tales como franjas de seguridad, resas, áreas de protección de chorro, cerramientos, obras hidráulicas y complementarias, al igual que los ensayos integrales requeridos, serán objeto de un contrato de estudios y diseños.

De los títulos anteriores se determinó la longitud de la pista, respecto a las calles de rodaje la sección para la clave de aeronave C será de 15 metros de sección, la calle Alpha tendrá ángulo de conexión de 90° y la calle Bravo tendrá ángulo de conexión de 135° con respecto al eje de pista, la separación entre la pista y la plataforma es de **168.5 metros**, con lo que se permite construir a futuro una calle de rodaje paralela y la suficiente separación para construir franjas de 140 metros para operaciones no precisión y precisión.

El presente diseño propone franjas de seguridad de 75 metros, las áreas de RESA están configuradas en una geometría de largo de 240 metros por ancho de 150 metros, de igual manera se establece zonas de protección de chorro de motores en cada umbral de pista en una geometría de 30 metros de ancho por 45 metros de largo.

La plataforma se diseña para dos (2) posiciones de aeronaves A320 parqueados a contacto en ángulo de 90°, con sección de 160 metros de ancho por 140 metros.

Se considera construir tres posiciones de estacionamiento de helicópteros de 40 metros por 40 metros para operaciones comerciales y de aviación del estado. Los estudios de prognosis de tráfico deberán evaluar estos requisitos y futuras expansiones del aeródromo "El Paraíso".

Finalmente, el proyecto considera los requisitos de terrenos para desarrollo de zonas de edificaciones de servicio de, zonas de edificaciones aeronáuticas, parqueaderos, zonas de carga, zona de recreación y áreas para granja solar o similares, cada una de estas áreas con reservas de 3 Ha +6000 m². El siguiente cuadro detalla el inventario de los elementos de diseño geométrico a partir de la topografía ejecutada:

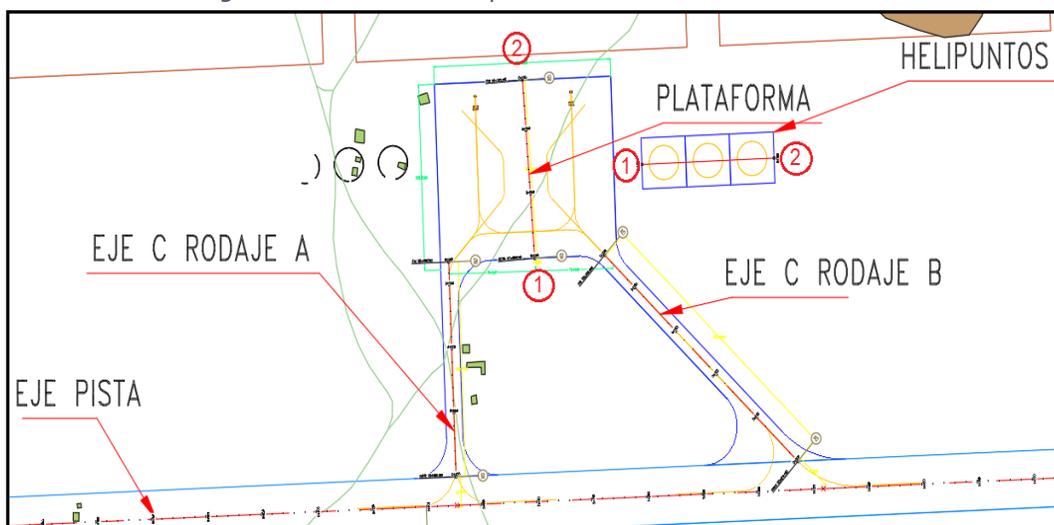
Tabla 12. Tabla de elementos de diseño geométrico.

ELEMENTO	UND	SECCIÓN (m)	UMBRAL	COORDENADAS WGS 84	COTA terreno (m)
PISTA	m	2.200 x 45	10	Lat. 12° 18' 46.2680" N Lon. 71° 40' 51.5182" W	18.644
			28	Lat. 12° 18' 48.20468" N Lon. 71° 39' 38.79605" W	17.036
CALLE Alpha	m	15 x 168.702	Pista	Lat. 12° 18' 47.90449" N Lon. 71° 40' 17.57360" W	17.947
			Plataforma	Lat. 12° 18' 53.38122" N Lon. 71° 40' 17.72446" W	16.575
CALLE Bravo	m	15 x 237.06	Pista	Lat. 12° 18' 48.17736" N Lon. 71° 40' 07.32637" W	16.800
			Plataforma	Lat. 12° 18' 53.50579" N Lon. 71° 40' 13.04707" W	16.267
PLATAFORMA	m	160 x 140	Punto 1	Lat. 12° 18' 53.44336" N Lon. 71° 40' 15.32690" W	16.257
			Punto 2	Lat. 12° 18' 58.00444" N Lon. 71° 40' 15.45251" W	16.028
HELIPUNTOS	m	120 x 40	Punto 1	Lat. 12° 18' 56.04217" N Lon. 71° 40' 08.05683" W	15.414
			Punto 2	Lat. 12° 18' 56.04217" N Lon. 71° 40' 08.05683" W	15.375

Fuente: Aerocivil.

Del infograma se observan los puntos coordenados que delimitan el proyecto de diseño geométrico y los elementos que los componen, en particular las calles de rodaje A y B y la plataforma.

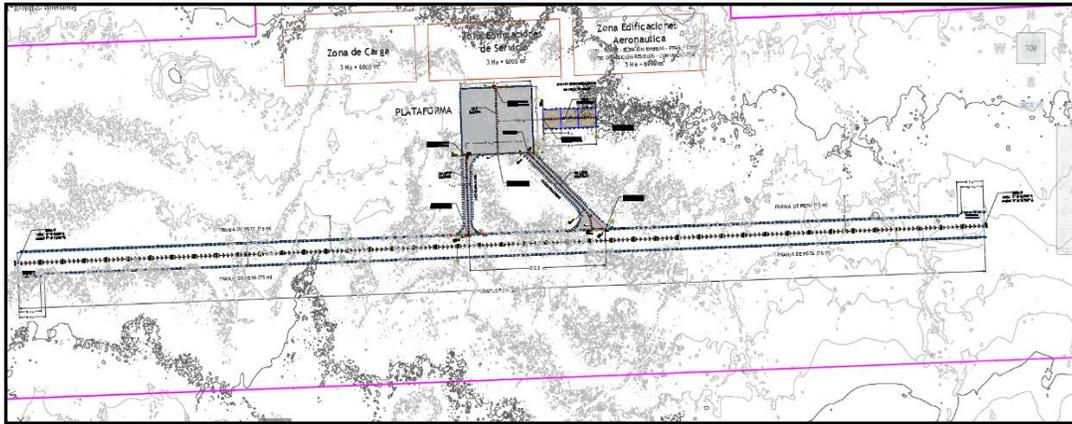
Infograma 28. Desarrollo previsto del aeródromo El Paraíso.



Fuente: Aerocivil.

3.1.12. Características de la geometría altimétrica de la zona del proyecto.

Infograma 29. Implantación de la planimetría vs Modelo Digital.



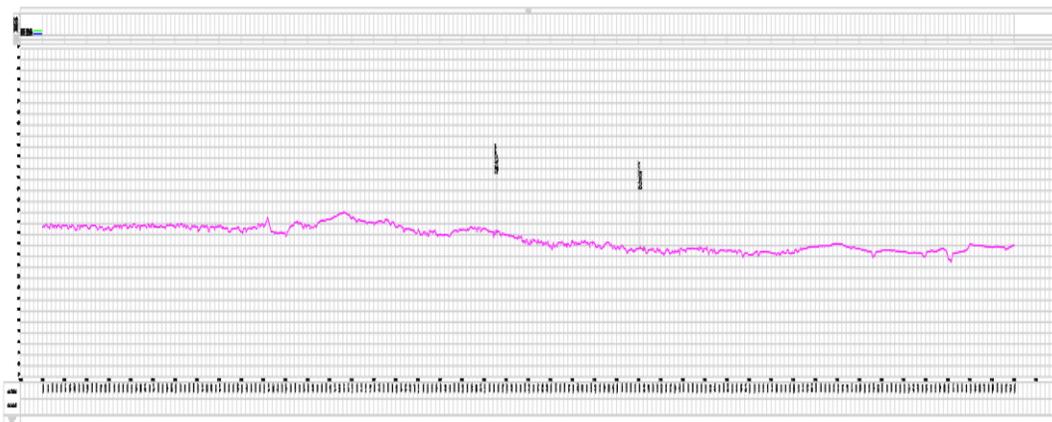
Fuente: Aerocivil.

Ver plano 9.0 Georreferenciación Geometría Del Aeródromo.

A partir de la implantación del aeródromo El Paraíso en el modelo digital se implantan los diseños de pista, calles de rodaje, plataformas y puntos de parqueo de helicópteros, a ejecutar en este diseño, a partir de los perfiles de terreno para cada uno de estos elementos se realizan las evaluaciones de sus características con alcance al diseño de cada uno.

Infograma 30. Perfil de terreno de la pista del aérdromo.

PERFIL LONGITUDINAL EJE DE PISTA
 H: 1000
 V: 100
 K0+0.000 - K2+200

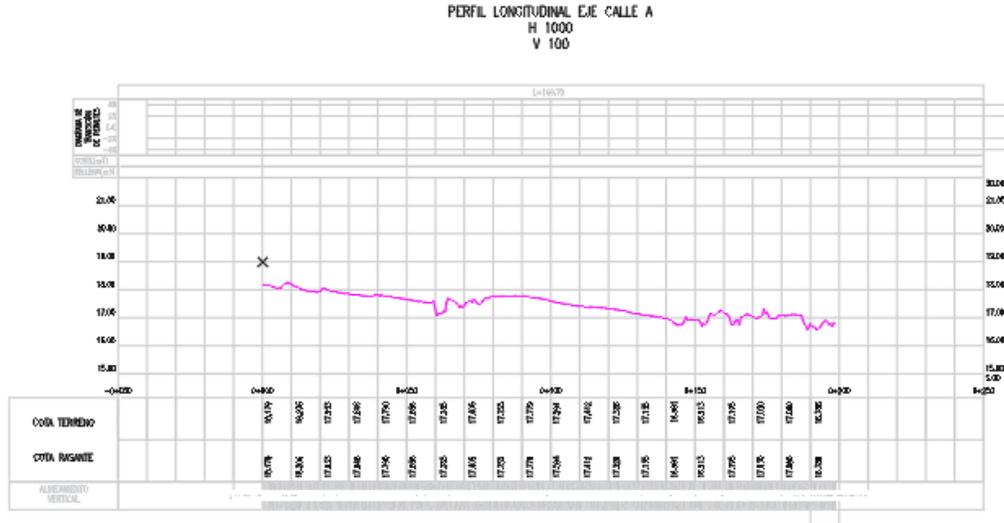


Fuente: Aerocivil.

Ver plano 3.0 Diseño Planta Perfil General Del Aeródromo "El Paraíso"

El perfil de la pista presenta una sección sinuosa leve como se observa en el infograma con una pendiente promedio de -0.073% y cotas de inicio de 18.644 y 17.036 metros al final, como se observa en el infograma.

- *Perfil de terreno de la calle de rodaje "A".*

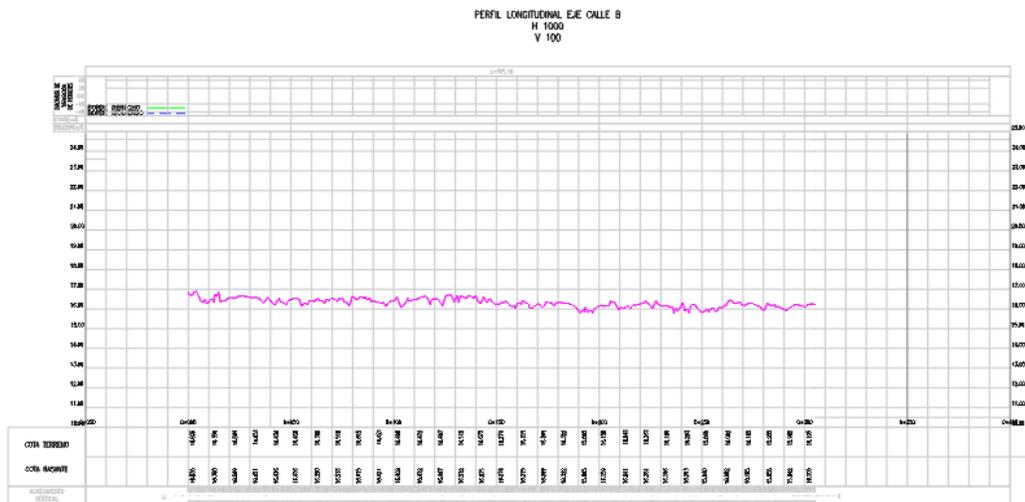


Fuente: Aerocivil.

Ver plano 9.0 Georreferenciación Geometría Del Aeródromo y Perfiles Calles De Rodaje.

El perfil de la calle de rodaje "A" ALPHA presenta una sección muy irregular como se observa en el infograma, pendiente promedio del -0.49% , y cota de inicio de 17.947 y final de 17.117 metros.

Infograma 31. Perfil de terreno de la calle de rodaje "B".

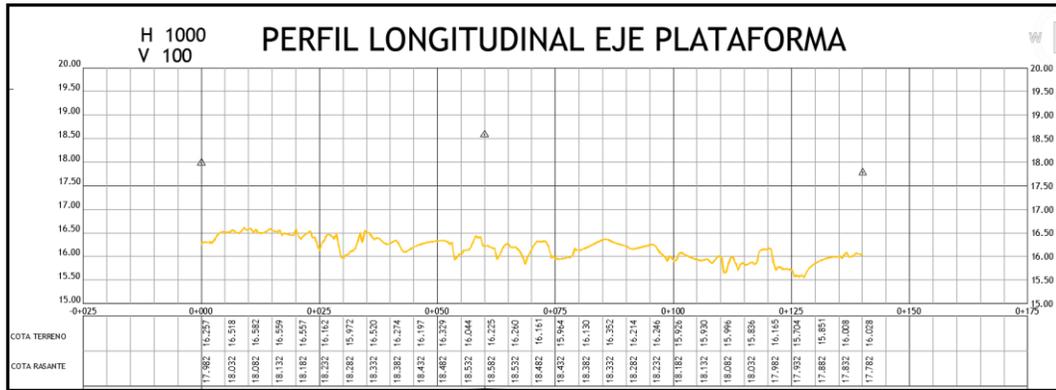


Fuente: Aerocivil.

Ver plano 9.0 Georreferenciación Geometría Del Aeródromo y Perfiles Calles De Rodaje.

El perfil de la calle de rodaje "B" BRAVO presenta una sección irregular como se observa en el infograma, pendiente promedio del -0.095%, y cota de inicio de 16.583 y final de 16.356 metros.

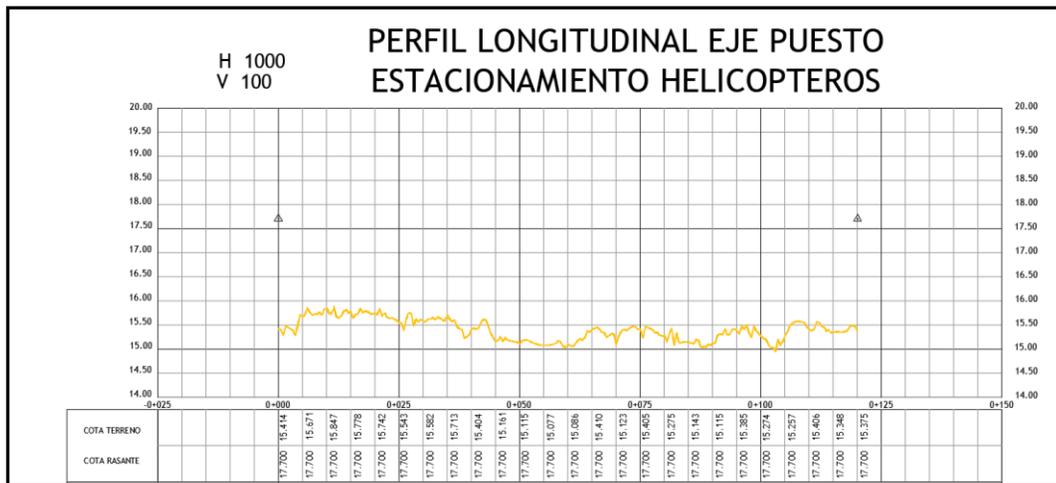
Infograma 32. Perfil de terreno de la plataforma del aéródromo.



Fuente: Aerocivil

El perfil de la plataforma presenta una sección irregular como se observa en el infograma, pendiente promedio del -0.20%, y cota de inicio de 16.316 y final de 16.033 metros.

Infograma 33. Perfil de terreno estacionamiento de helicópteros.



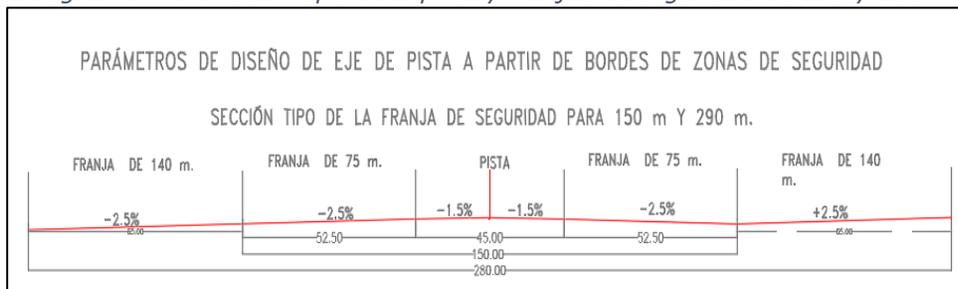
Fuente: Aerocivil

Ver plano 10.0 DISEÑO PLANTA PERFIL PLATAFORMA AERONAVES Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS.

El perfil de los puntos de parque de los helicópteros presenta una sección sinuosa como se observa en el infograma, pendiente promedio del +0.11%, y cota de inicio de 15.869 y final de 16.001 metros. Considerando estas condiciones de pendiente, y en particular que para este diseño el elemento principal es el diseño del eje altimétrico de pista, por obstante se deben considerar las proyecciones de pendiente para zonas de seguridad para 75 y 140 metros a cada lado, de tal manera que el ajuste de perfil de pista se fine por estos puntos obligados de bordes de zona de seguridad.

3.1.13. Criterios para el diseño altimétrico de la pista.

Infograma 34. Sección tipo de la pista y franjas de seguridad de 150 y 290 m.



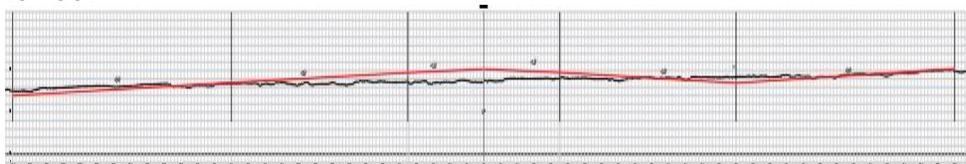
Fuente: Aerocivil

Se observa en el infograma la sección tipo de pista con sección de 45 metros y pendiente de 1.5% según RAC 14.3.3.1.13, franjas de seguridad de 150 y 290 metros y pendientes de 2.5% del RAC 14.3.3.4.12. considerando el perfil del terreno para la sección de 140 metros izquierda la pendiente es del -2.5% y para el constado contrario de +2.5%.

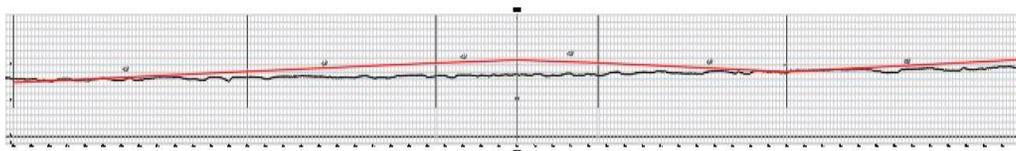
Se presentan algunas secciones tipo sobre el perfil del terreno que permiten definir la cota de pista y sus pendientes, a partir de la sección tipo.

Infograma 35. Sección tipo de la pista y franjas de seguridad de 150 y 290 m.

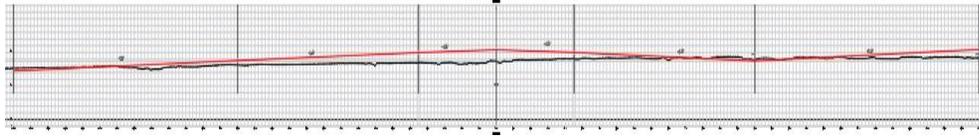
Abscisa K0+00:



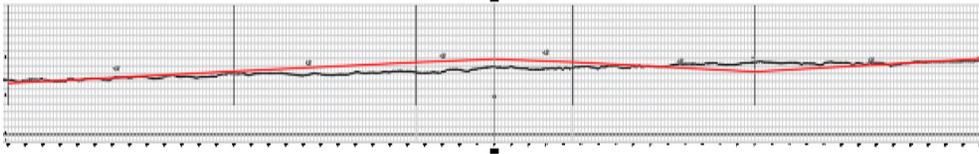
Abscisa K0+200:



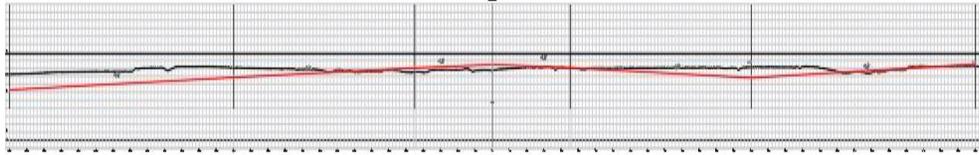
Abscisa K0+400:



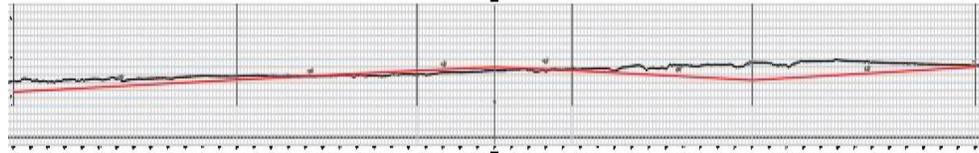
Abscisa K0+600:



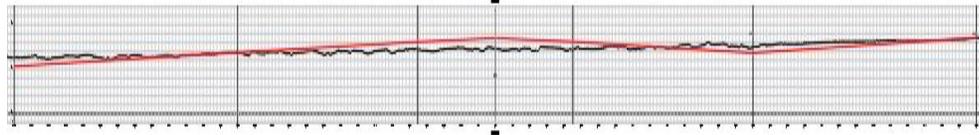
Abscisa K0+800:



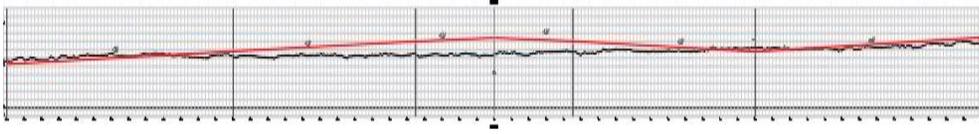
Abscisa K1+00:



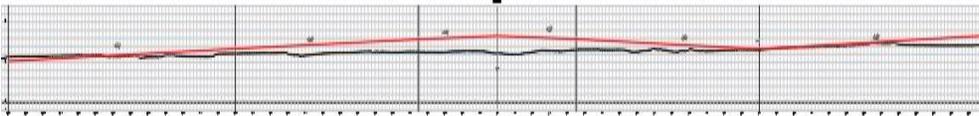
Abscisa K1+200:



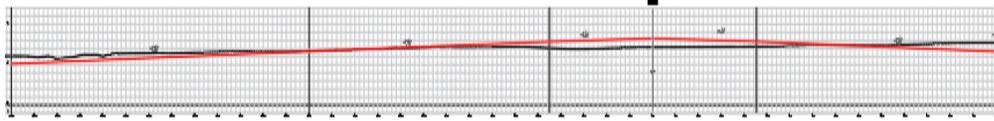
Abscisa K1+400:



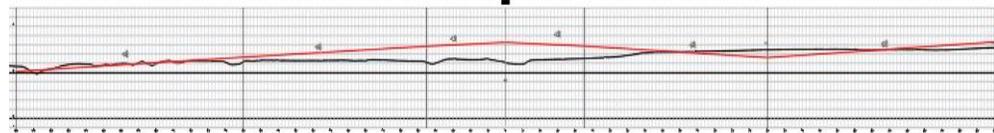
Abscisa K1+600:



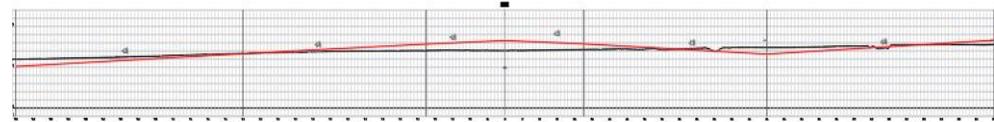
Abscisa K1+800:



Abscisa K2+00:



Abscisa K2+200:

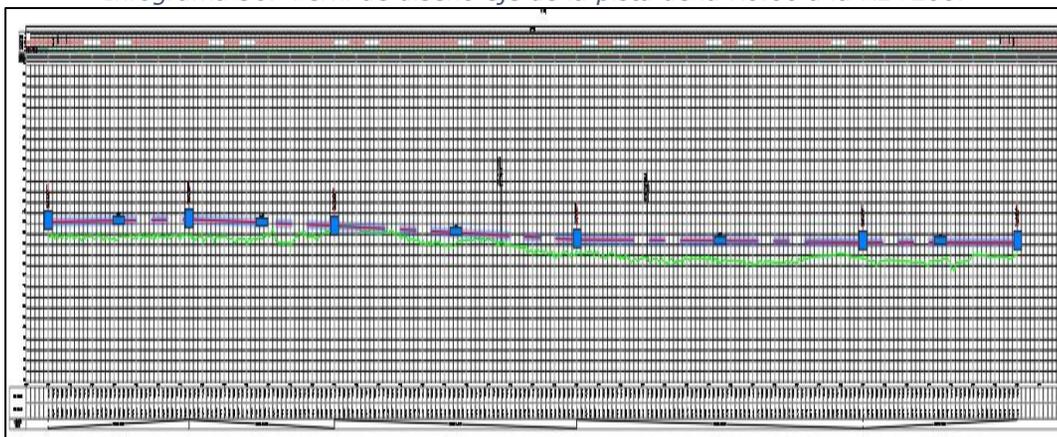


Fuente: Aerocivil.

3.1.14. Diseño del perfil de la pista y secciones transversales.

A partir de los anteriores parámetros se define el perfil de diseño de pista que se observa en el siguiente infograma y sus elementos en la tabla siguiente:

Infograma 36. Perfil de diseño eje de la pista de la K0.00 a la K2+200.



Fuente: Aerocivil

El perfil longitudinal se componen de una serie de cambios de alineamiento entre la cota 20.161 en la abscisa K0 +0.00, coordenadas latitud 12° 18' 46.2680" N y longitud 71° 40' 51.5182" W, hasta la cota 18.263 en la abscisa K2+200.824, coordenadas latitud 12° 18' 48.20468"N y longitud 71° 39' 38.79605"W; la pendiente entre los umbrales (10-28) es de negativa $i = -0.0862\%$ y diferencia de altura de 1.898 metros.

Tabla 13. Elementos del perfil de la pista de la K0+00 a la K2+200.

No.	PVI Abscisa	PVI Elevación	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Cambio Pendiente
1	K0+000.00	20.161	0.00%	0.1%	0.00%
2	K0+320.00	20.415	0.08%	-0.2%	0.27%
3	K0+650.00	19.799	-0.19%	-0.2%	0.05%
4	K1+200.00	18.481	-0.24%	0.0%	0.20%
5	K1+850.00	18.254	-0.03%	0.0%	0.04%
6	K2+200.82	18.263	0.00%	0.0%	0.00%

Fuente: Aerocivil

Ver plano 3.0 DISEÑO PLANTA PERFIL GENERAL DEL AERÓDROMO "EL PARAÍSO"

Como se puede observar en el cuadro denominado "Elementos del perfil de la pista K0+00 - K2+200" cambio de pendiente es superior al uno por ciento (1.0 %) de pendiente longitudinal, la pendiente promedio es del 0.09%, según lo documentado, se infiere que el diseño propuesto no presenta afectación de la visibilidad en ningún punto de la pista, de esta manera se da cumplimiento de las secciones de los reglamentos aéreos de Colombia RAC 14.3.3.1.13.3 y 14.3.3.1.13.5¹¹.

3.1.14.1. Secciones transversales de la pista.

Las secciones transversales tipo de la pista corresponden a pendientes negativas de -1.5% para esta categoría RAC 14.3.3.1.13.7¹² para la categoría C, el siguiente infograma muestra la sección tipo.

Infograma 37. Sección transversal tipo de la pista.



Fuente: Aerocivil

Ver plano 11.0 SECCIONES TIPO: (I) PISTA - (II) CALLES DE RODAJE - (III) PLATAFORMA Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS.

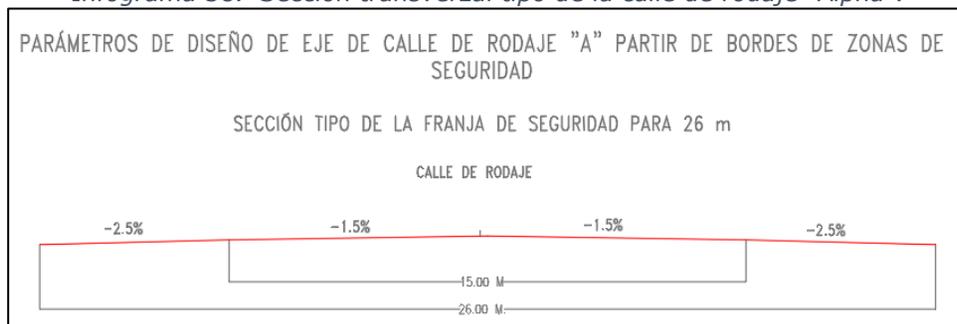
¹¹ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.1.13.3 "Cambios de pendiente longitudinal."
RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.1.13.5 "Distancia visible"

¹² RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.1.13.7. "Pendientes transversales"

3.1.15. Criterios para el diseño altimétrico de la calle de rodaje "Alpha".

Los parámetros para el diseño de la calle de rodaje "Alpha" se considera la pendiente negativa del -1.5% de las secciones transversales y la pendiente del 2.5% de las márgenes de seguridad se evalúan de 26 metros de los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC 14.3.3.11.2¹³, respecto a la zona nivelada 25 metros RAC 14.3.3.11.4¹⁴, para la categoría C.

Infograma 38. Sección transversal tipo de la calle de rodaje "Alpha".

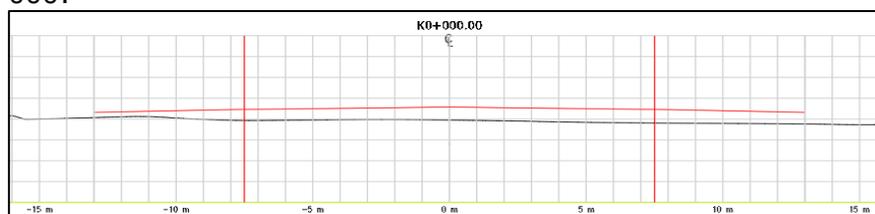


Fuente: Aerocivil

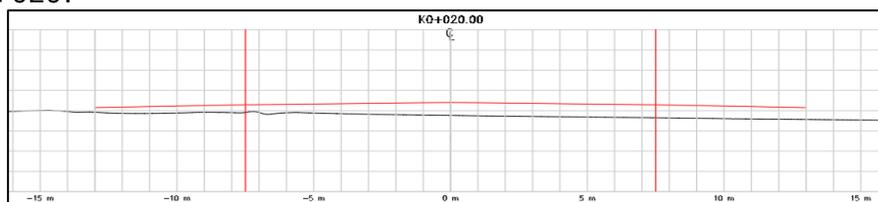
A partir de los anteriores parámetros se define el perfil de diseño de la calle de rodaje "Alpha", considerando requisitos de drenaje se diseña con bombeos configurados con pendientes del -1.5%, los siguientes Infogramas y cuadro de elemento detallan el diseño:

Infograma 39. Sección tipo de la calle de rodaje "A" y franjas de seguridad de 29 m.

Abscisa K0+000:



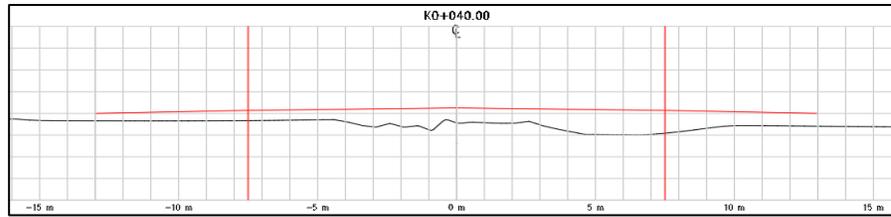
Abscisa K0+020:



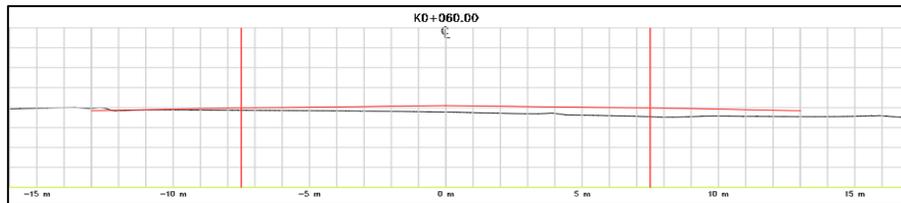
¹³ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.11.2. "Anchura de las franjas de las calles de rodaje"

¹⁴ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.11.4. "Nivelación de las franjas de las calles de rodaje"

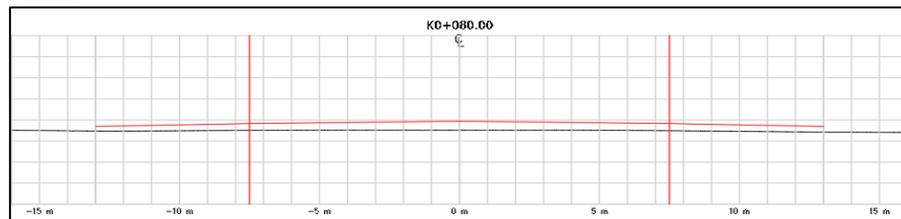
Abscisa K0+040:



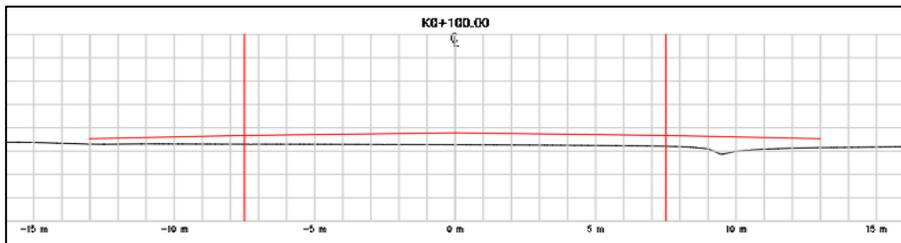
Abscisa K0+060:



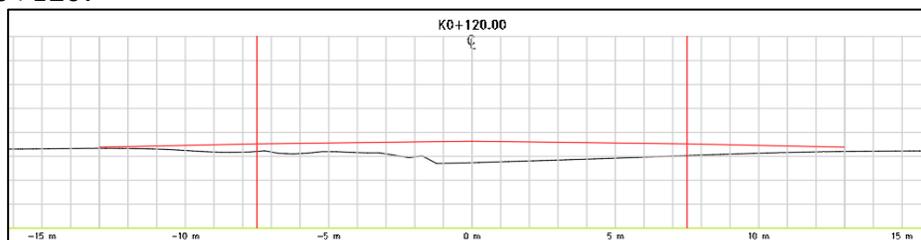
Abscisa K0+080:



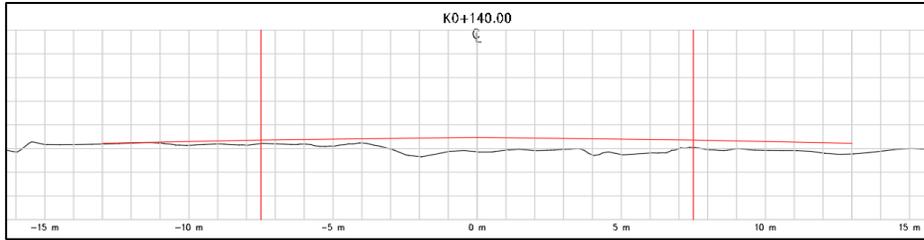
Abscisa K0+100:



Abscisa K0+120:



Abscisa K0+140:



Abscisa K0+160:



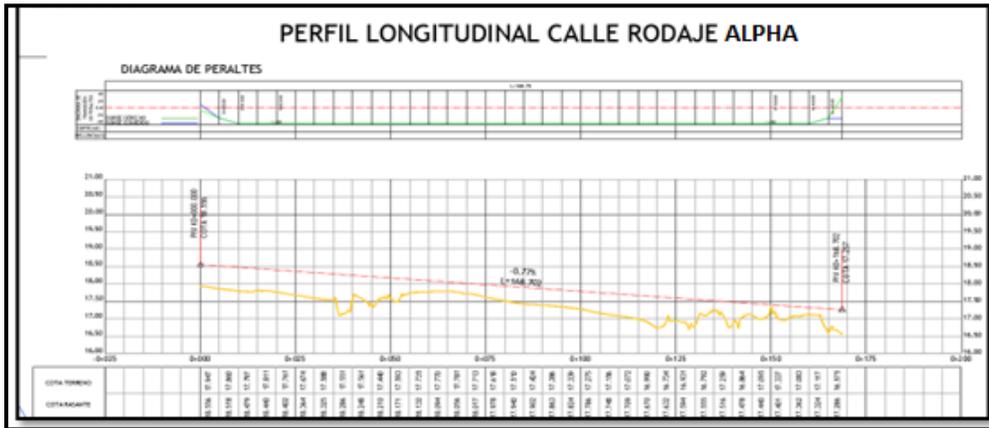
Fuente: Aerocivil

Ver plano 19.0 SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE ALPHA K0+000 a K0+090.
 Ver plano 20.0 SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE ALPHA K0+095 a K0+168.70.

3.1.16. Diseño del perfil de la calle de rodaje "A" ALPHA y secciones transversales.

Según los parámetros expuestos anteriormente, se define el perfil de la calle de rodaje Alpha, tal como se indica en el infograma y sus elementos en la tabla 14:

Infograma 40. Perfil de diseño eje de la calle de rodaje "A".



Fuente: Aerocivil- Detalle perfil K0+00 a la K0+168.70

Ver plano 9.0 GEORREFERENCIACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL AERÓDROMO Y PERFILES CALLES DE RODAJE

La calle de rodaje Alpha longitudinalmente se caracteriza por iniciar en la cota 18.556 metros en la abscisa K0 +0.00, coordenadas Latitud 12°18´47.90449"N y Longitud 71°40´17.57360"W, hasta la cota 17.257 metros en la abscisa K0+168.70, coordenadas Latitud 12°18´53.38122"N Longitud 71°40´17.72446"W; la pendiente entre los puntos es de negativa $i=-0.77\%$ y diferencia de altura de 1.299 metros

Tabla 14. Elementos Alineamiento Vertical Calle "A".

No.	PVI Abscisa	PVI Elevación	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	A
1	K0+000.00	18.556	0.00%	-0.77%	0.00%
2	K0+168.70	17.257	-0.77%	0.0%	0.00%

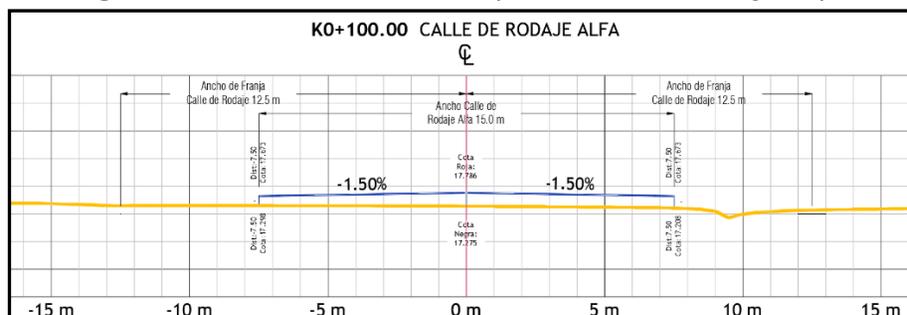
Fuente: Aerocivil.

Ver ANEXO 2.0 REPORTES CALLE DE RODAJE ALPHA

Como se puede observar en el cuadro anterior la pendiente es constante del 0.77% por lo cual no se observa consideraciones complementarias al diseño. RAC 14.3.3.9.9¹⁵ y 14.3.3.9.9.2¹⁶.

Las secciones transversales tipo de la pista corresponden a pendientes negativas de 1.5% para esta categoría RAC 14.3.3.9.9.3 para la categoría C, el siguiente infograma muestra la sección tipo.

Infograma 41. Sección transversal tipo de la calle de rodaje "Alpha".



Fuente: Aerocivil

Ver plano 11.0 SECCIONES TIPO: (I) PISTA - (II) CALLES DE RODAJE - (III) PLATAFORMA Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS

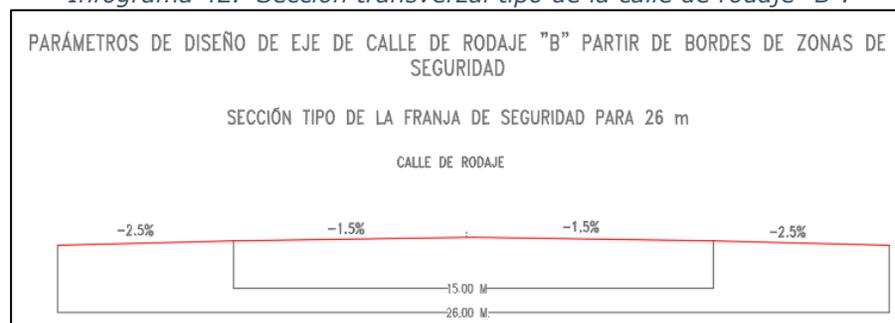
¹⁵ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.9.9. "Pendiente de las calles de rodaje"

¹⁶ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.9.9.2. "Distancia visible"

3.1.17. Criterios para el diseño altimétrico de la calle de rodaje "B".

Los parámetros para el diseño de la calle de rodaje "B" BRAVO se considera la pendiente negativa del -1.5% de las secciones transversales y la pendiente del 2.5% de las márgenes de seguridad se evalúan de 26 metros RAC 14.3.3.11.2¹⁷, respecto a la zona nivelada 25 metros RAC 14.3.3.11.4¹⁸, para la categoría C.

Infograma 42. Sección transversal tipo de la calle de rodaje "B".

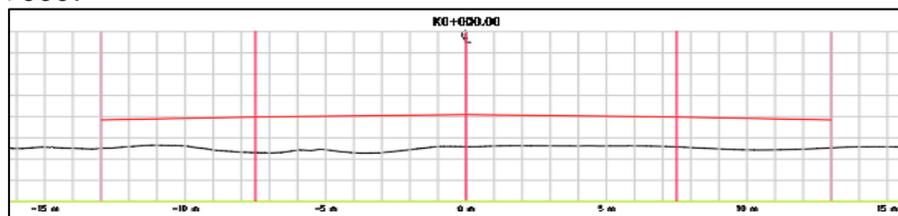


Fuente: Aerocivil

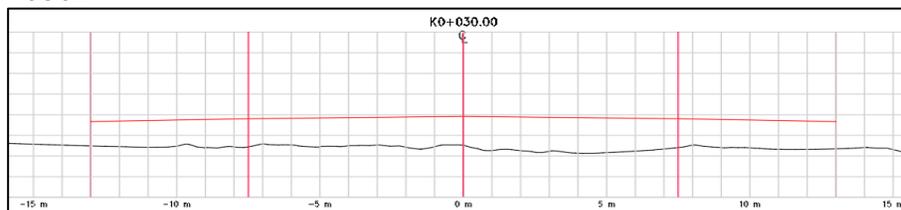
A partir de los anteriores parámetros se define el perfil de diseño de la calle de rodaje "Bravo", con pendientes del 1.5%, los siguientes Infogramas y cuadro de elemento detallan el diseño:

Infograma 43. Sección tipo de la calle de rodaje "B" y franjas de seguridad de 29 m.

Abscisa K0+000:



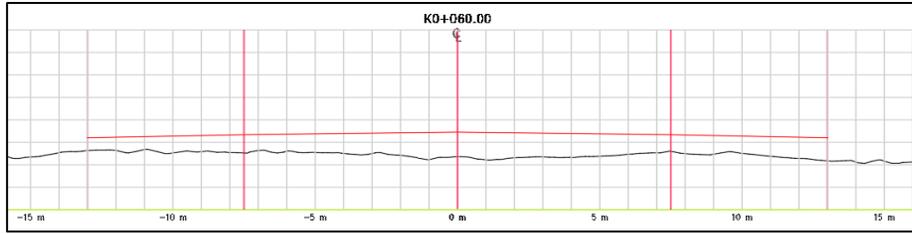
Abscisa K0+030:



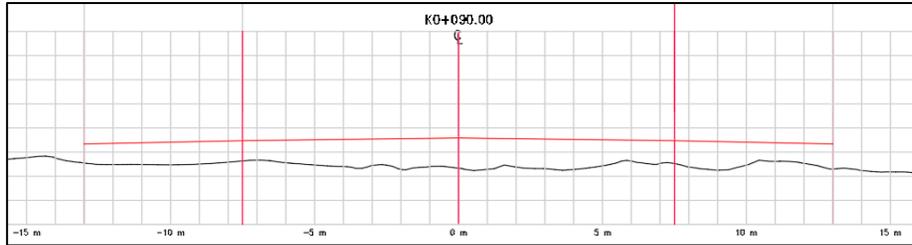
¹⁷ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.11.2. "Anchura de las franjas de las calles de rodaje"

¹⁸ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.11.4. "Nivelación de las franjas de las calles de rodaje"

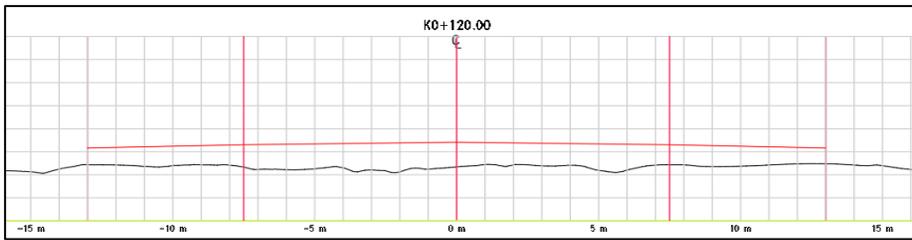
Abscisa K0+060:



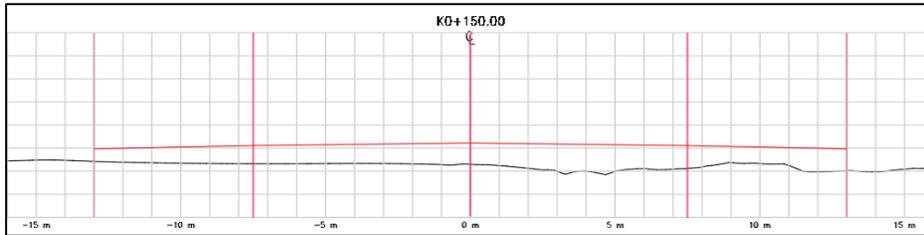
Abscisa K0+090:



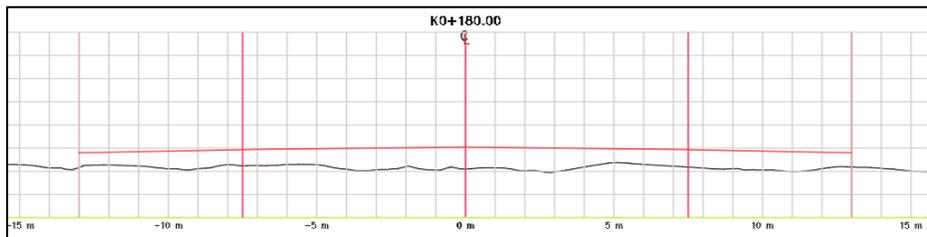
Abscisa K0+120:



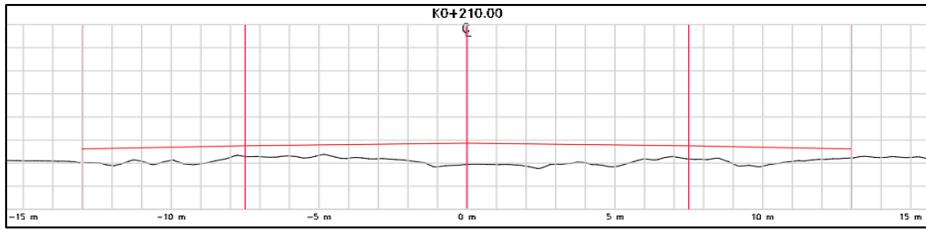
Abscisa K0+150:



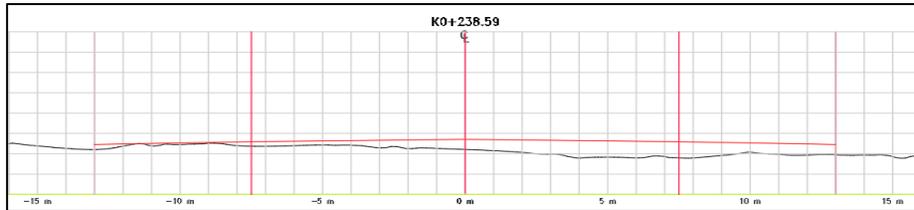
Abscisa K0+180:



Abscisa K0+210:



Abscisa K0+238.59:



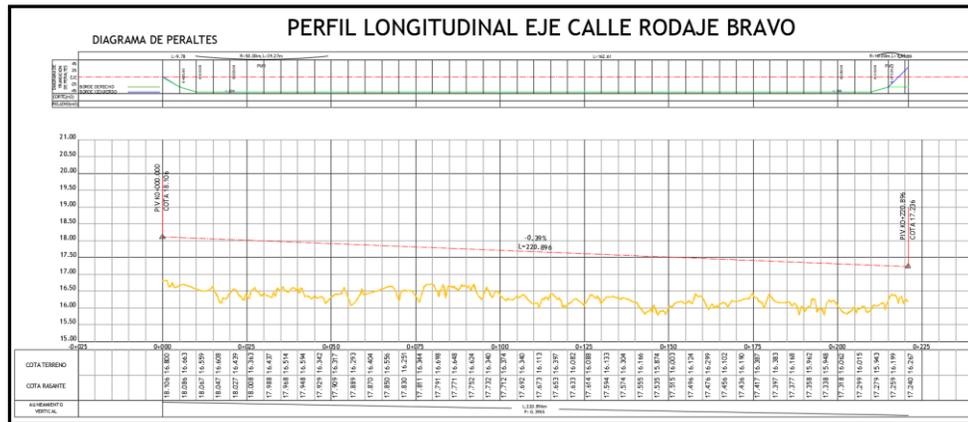
Fuente: Aerocivil

Ver plano 21.0 SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE BRAVO - K0+000 a K0+075
Ver plano 22.0 SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE BRAVO - K0+080 a K0+175
Ver plano 23.0 SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE BRAVO - K0+180 a K0+220.9

3.1.18. Diseño del perfil de la calle de rodaje "B" y secciones transversales.

A partir de los anteriores parámetros se define el perfil de diseño de pista que se observa en el siguiente infograma y sus elementos en la tabla siguiente:

- Perfil Eje de la calle de rodaje "Bravo"



Fuente: Aerocivil- Detalle de la K0.00 a la K0+238.586.

La calle de rodaje Bravo longitudinalmente se caracteriza por iniciar en la cota 18.106 metros en la abscisa K0 +0.00, hasta la cota 17.236 metros en la abscisa K0+220.90; la pendiente entre los puntos es de negativa $i = -0.39\%$ y diferencia de altura de 0.87 metros

Tabla 15. Elementos Alineamiento Vertical Calle "Bravo".

No.	PVI Abscisa	PVI Elevación	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	A
1	K0+000.00	18.106	0.00%	-0.39%	0.00%
2	K0+220.90	17.236	-0.39%	0.0%	0.00%

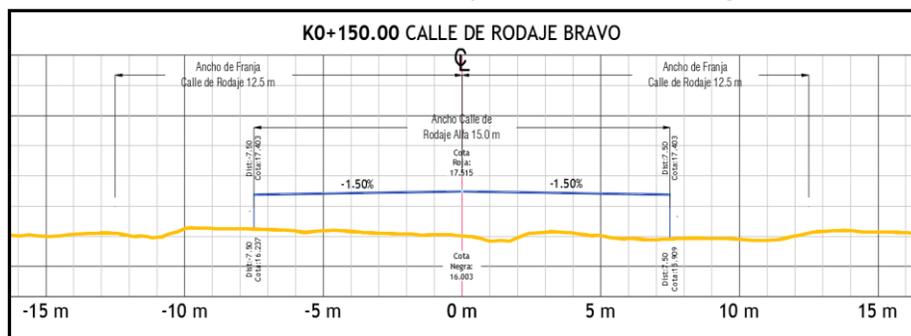
Fuente: Aerocivil.

ANEXO 3.0 REPORTES CALLE DE RODAJE BRAVO.

Como se puede observar en el cuadro anterior la pendiente es constante del 0.39% por lo cual no se observa consideraciones complementarias al diseño. RAC 14.3.3.9.9¹⁹ y 14.3.3.9.9.2.²⁰

Las secciones transversales tipo de la pista corresponden a pendientes negativas de 1.5% para esta categoría RAC 14.3.3.9.9.3 para la categoría C, el siguiente infograma muestra la sección tipo.

- Sección transversal tipo de la calle de rodaje "Bo".



Fuente: Aerocivil

Ver plano 11.0 SECCIONES TIPO: (I) PISTA - (II) CALLES DE RODAJE - (III) PLATAFORMA Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS

3.1.1. Criterios para el diseño altimétrico de la plataforma.

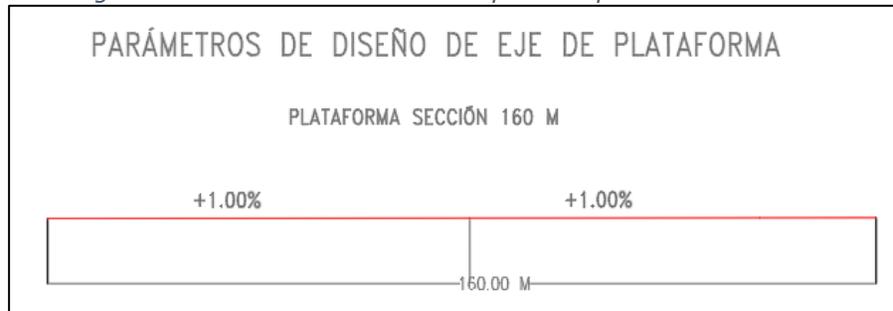
Los parámetros para el diseño de la calle de plataforma se considera los requisitos de drenaje, para lo cual la sección de 140 metros y la de sección de 160 metros se diseñan a dos aguas de pendiente 1% RAC 14.3.3.13.5.²¹

¹⁹ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.9.9. "Pendiente de las calles de rodaje"

²⁰ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.9.9.2. "Distancia visible"

²¹ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.13.5. "En un puesto de estacionamiento de aeronaves, la pendiente máxima no debería exceder del 1%."

Infograma 44. Sección transversal tipo de la plataforma aeronaves.

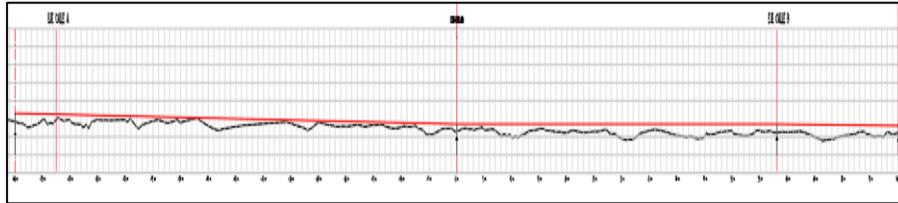


Fuente: Aerocivil

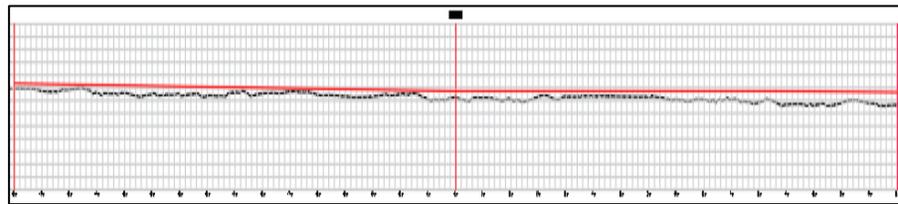
A partir de los anteriores parámetros se define el perfil de diseño de la plataforma, considerando requisitos de drenaje y de puntos de control para empalmes de las calles de rodaje Alpha y Bravo, los siguientes infogramas y cuadro de elemento detallan el diseño:

Infograma 45. Sección tipo de la plataforma.

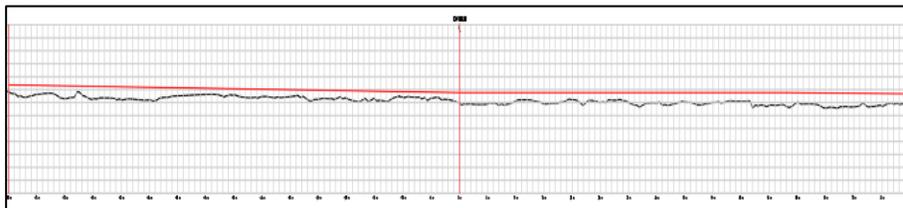
Abscisa K0+000:



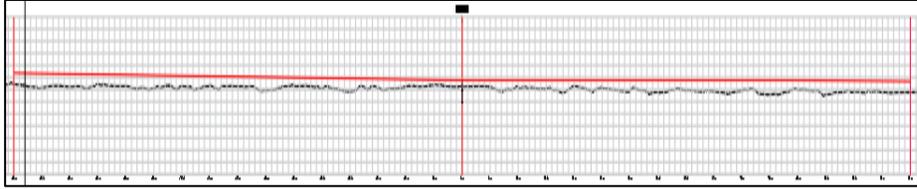
Abscisa K0+030:



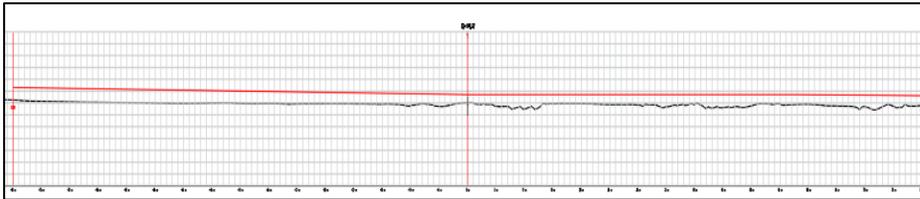
Abscisa K0+060:



Abscisa K0+090:



Abscisa K0+140:



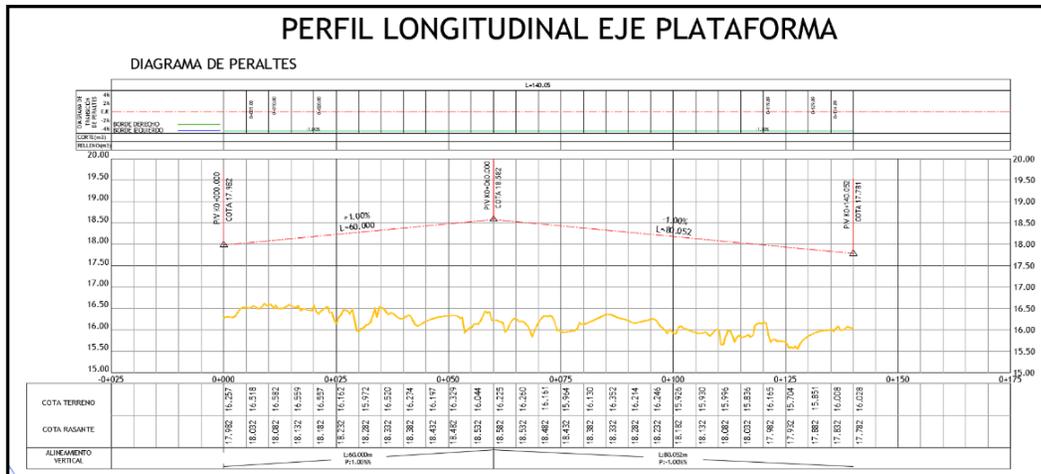
Fuente: Aerocivil.

Ver plano 24.0 SECCIONES TRASVERSALES DE PLATAFORMA K0+000 a K0+060.
Ver plano 25.0 SECCIONES TRASVERSALES PLATAFORMA K0+070 a K0+130.
Ver plano 26.0 SECCIONES TRASVERSALES PLATAFORMA K0+139.89 a K0+140.5

3.1.2. Diseño del perfil de la plataforma y secciones transversales.

A partir de los anteriores parámetros se define el perfil de diseño de pista que se observa en el siguiente infograma y sus elementos en la tabla siguiente:

Infograma 46. Perfil de diseño eje de la plataforma.



Fuente: Aerocivil- Detalle de la K0.00 a la K0+140.00.

Ver Plano 10.0 DISEÑO PLANTA PERFIL PLATAFORMA AERONAVES
Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS

Los elementos del perfil de la plataforma se relacionan en la siguiente tabla:

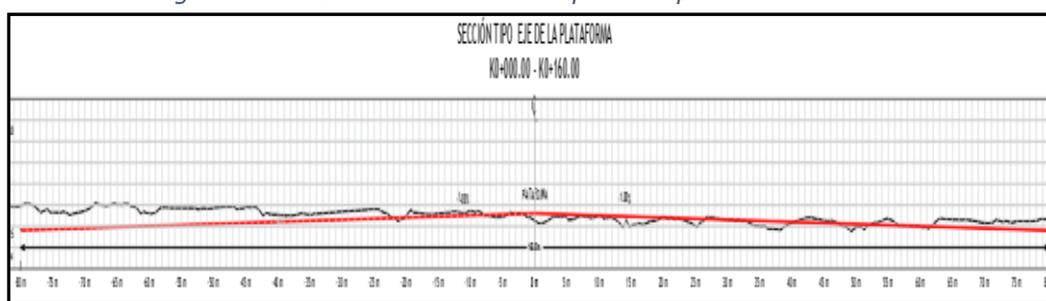
Tabla 16. Elementos del perfil de la plataforma aeronaves

ABSCISA INICIO (m)	ABSCISA FINAL (m)	Longitud (m)	PENDIENTE (%)
K0+000.000 Cota: 17.982	K0+140.052 Cota: 17.781	140.052	+1.0/-1.0%
PVI	K0+060 Cota: 18.582		

Fuente: Aerocivil – Detalle abscisa K0+00 a la K0+140.

Como se puede observar en el cuadro anterior la pendiente es constante del 1% por lo cual no se observa consideraciones complementarias al diseño. RAC 14.3.3.13.4²² y 14.3.3.13.5²³.

Infograma 47. Sección transversal tipo de la plataforma aeronaves.



Fuente: Aerocivil – Detalle k0+00 a k0+160

Ver plano 11.0 SECCIONES TIPO: (I) PISTA - (II) CALLES DE RODAJE - (III) PLATAFORMA Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS

3.1.3. Criterios para el diseño altimétrico de los puntos de parqueo de helicópteros.

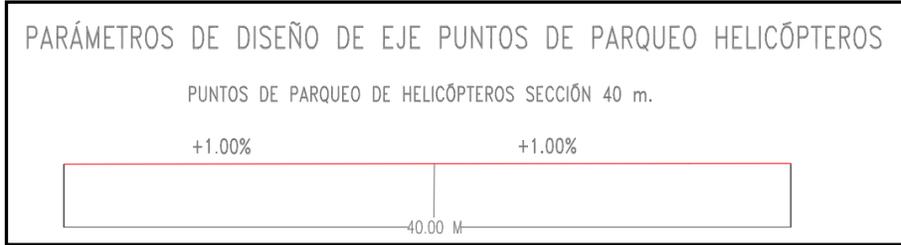
Los parámetros para el diseño de los puntos de parqueo helipuertos consideran los requisitos de drenaje, para lo cual la sección de 40 metros se deja una pendiente constante del 1% drenado hacia la pista o según otros criterios como el manejo de escorrentías superficiales, en la sección de 120 metros la pendiente es 0.00 metros.

La abscisa de este eje es la K0+080 de la plataforma, desde la abscisa 102.749 metros hasta la abscisa 222.749 metro, su sección es de 40 metros, el siguiente infograma muestra el perfil del terreno y el perfil de la rasante de diseño.

²² RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.13.4. Pendientes de las plataformas

²³ RAC 14 SECCIÓN 14.3.3.13.5. En un puesto de estacionamiento de aeronaves, la pendiente máxima

Infograma 48. Sección transversal tipo de los parqueo de los helicópteros.



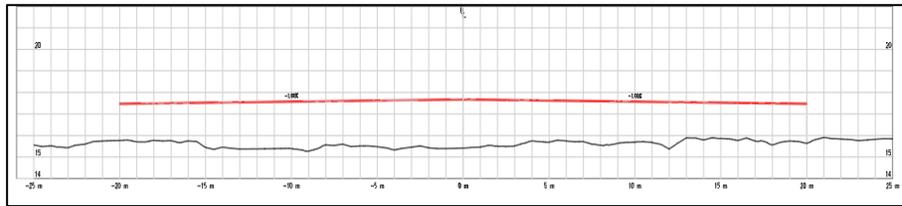
Fuente: Aerocivil

Ver plano 11.0 SECCIONES TIPO: (I) PISTA - (II) CALLES DE RODAJE - (III) PLATAFORMA Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS.

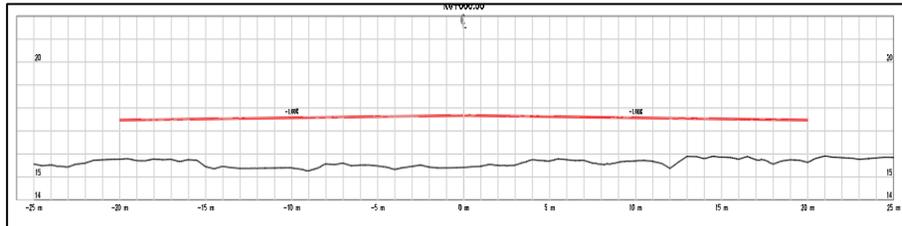
La sección tipo de los puntos de parqueo de los helicópteros en la sección de 40 metros se detalla en el siguiente infograma.

Infograma 49. Sección transversal tipo de los puntos de parqueo de helicópteros.

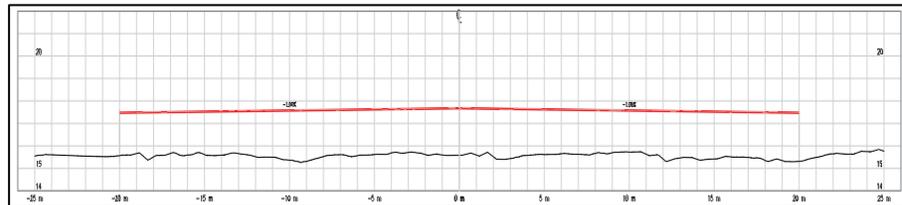
Abscisa K0+000:



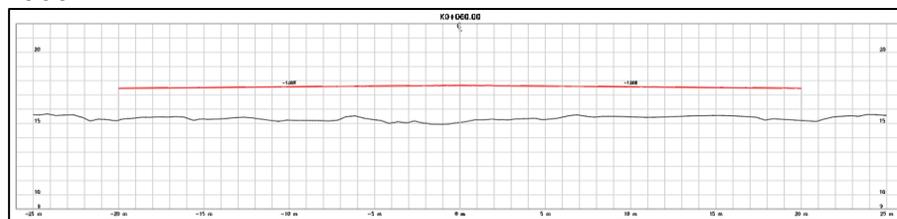
Abscisa K0+000:



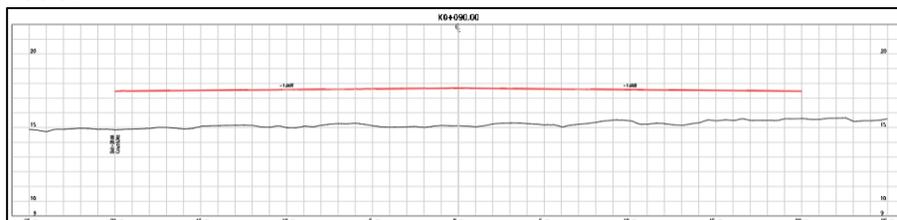
Abscisa K0+030:



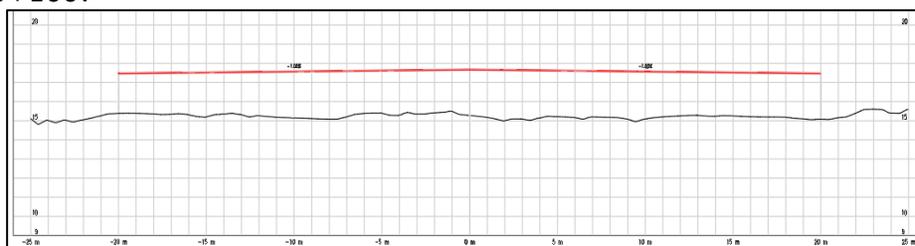
Abscisa K0+060:



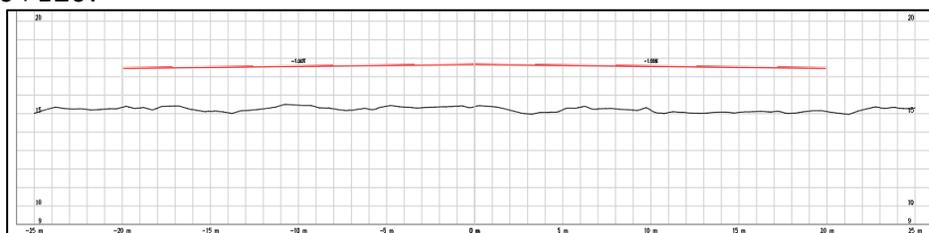
Abscisa K0+090:



Abscisa K0+100:



Abscisa K0+120:



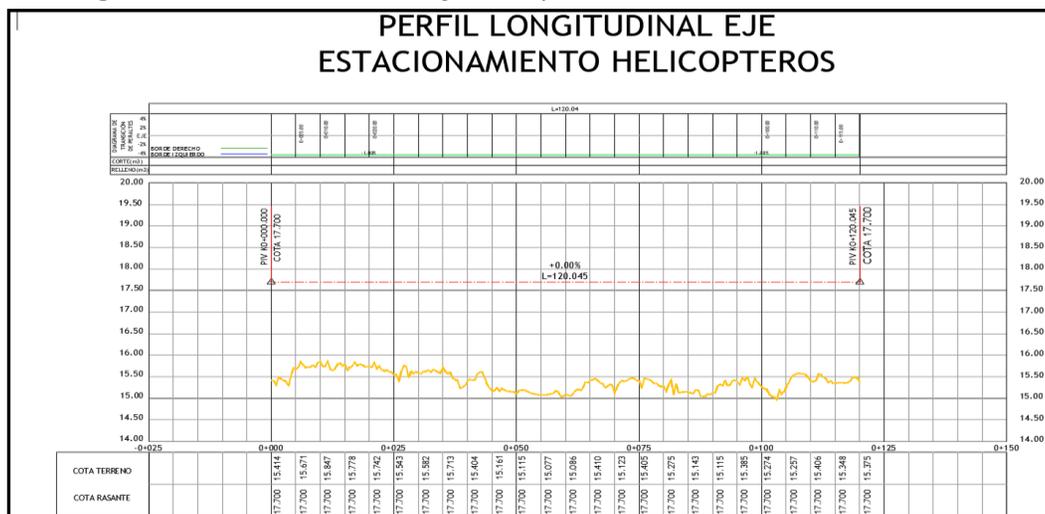
Fuente: Aerocivil

Ver plano 27.0 SECCIONES TRASVERSALES DE ESTACIONAMIENTO DE HELIPUERTOS K0+000 a K0+120

3.1.1. Diseño del perfil de los puntos de parqueo de helicópteros y secciones transversales.

A partir de los anteriores parámetros se define el perfil de diseño de pista que se observa en el siguiente infograma y sus elementos en la tabla siguiente:

Infograma 50. Perfil de diseño eje de la plataforma de la K0.00 a la K0+140.00.



Fuente: Aerocivil – Detalla k0+00 a k0+140.0.

Tabla 17. Elementos Alineamiento Vertical Parqueo de Helicópteros.

No.	PVI Abscisa	PVI Elevación	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	A
1	K0+000.00	17.700	0.00%	0.00%	0.00%
2	K0+120.05	17.700	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Aerocivil.

3.1.1. Volúmenes de corte y llenos de los elementos diseñados.

Según los parámetros topográficos, geométricos y normativos, los diseños requieren cortes y rellenos que deben compensarse y/o nivelarse con materiales de diferentes condiciones granulométricas según se identifique en el resultado de los estudios de fase III. El presente cálculo de corte y relleno está basado únicamente en el perfil de rasante, para el mismo no se analizó la estructura de rodadura de la pista, calles de rodaje, plataforma y estacionamiento de helicópteros, así como la nivelación de las franjas de seguridad.

El preciso indicar que, el cálculo volumétrico expuesto debe ser complementado y ajustado, con el resultado de los estudios en fase III que deben entregar : (i) diseño de la estructura de pavimento, (ii) materiales de fundación, (iii) nivelación de franjas de seguridad y resa, (iv) áreas de protección de obstáculos, (v) nivelación del sistema hidráulico de la pista y (vi) nivelación del proyecto y manejo de aguas para su integración a las cuencas hidrográficas presentes en el área del proyecto.

De igual exponer que los niveles altimétricos entre la rasante y el terreno se deben definir como corte y/o lleno, que posteriormente deberán ser integrados como secciones de materiales según corresponda al diseño altimétrico de los elementos del aeródromo o requisitos de manejos de agua.

En la siguiente tabla se definen los volúmenes en las condiciones informadas.

Tabla 18. Cuadro de volúmenes de corte y lleno.

ELEMENTO	ÁREA DE CORTE (m ²)	VOLUMEN DE CORTE (m ³)	ÁREA DE LLENO (m ²)	VOLUMEN DE LLENO (m ³)
PISTA	71.56	715.58	11.828.44	117.329.90
C. RODAJE Alpha	00.00	00.00	459.17	1.403.81
C. RODAJE Bravo	00.00	00.00	1.436.11	6.035.80
PLATAFORMA	00.05	00.24	8.091.50	35.980.46
PARQ. HELICÓPTEROS	00.00	00.00	2.170.68	10.424.22
Totales	71.61	715.82	23.985.9	171.174.19
Notas Técnicas:				
<ul style="list-style-type: none"> Las cantidades relacionadas corresponden al terreno existente versus diseño de rasante excluyendo la estructura de rodadura de pista y diseño altimétrico de franjas de seguridad. El consultor definido por la Entidad debe realizar reingeniería de los cálculos y diseños altimétricos evaluando geotecnia y diseño del tipo de pavimento (análisis de componentes), de tal manera de redefinir los requisitos de corte y lleno requerido y sus materiales. Ver Anexos 1,2,3,4 y 5 reportes cartera de movimiento de masas 				

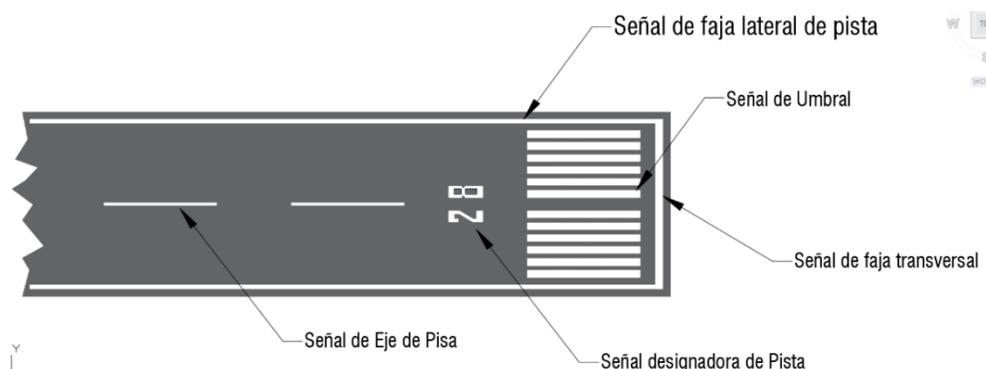
Fuente: Aeronautica Civil. Detalle de los elementos de diseño.

4. DISEÑO DE SEÑALES PARA EL AERÓDROMO EL PARAISO.

La señalización del proyecto aeródromo "El Paraíso" se diseñó de acuerdo con la clave de referencia de la pista 4C²⁴ para la operación visual e instrumentos de no precisión, de tal manera que desarrollaron los diseño para: pista, calles de rodaje y plataforma.

De igual manera hay que indicar que el diseño integra los requerimientos técnicos de la aeronave de diseño tipo A320 y similares, las consideraciones de los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC-14 en específico la sección 14.3.5.2. Señales y el Manual de diseño de aeródromos (Doc. 9157), Partes 1 y 2²⁵.

Infograma 51. Detalle general de las señales de pista.



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

Ver plano N° 28 PLANO DISEÑO GENERAL DE SEÑALES AERÓDROMO EL PARAÍSO

4.1. SEÑALES EN PISTA.

Las señales diseñadas para pista, calles de rodaje y plataforma cumplen la sección 14.3.5.2.2. Señal designadora de pista de los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC-14, para tal fin se definen sus características de la siguiente manera:

4.1.1. Franja transversal de pista.

Se implantaron franjas transversales al inicio de cada pista 10-28 y 28-10, la misma será de color blanco y su geometría es: (i) ancho= 1.8 metros y (ii) longitud=45.0 metros.

²⁴ Tabla 1- 1. Clave de referencia de aeródromo (véase 14.3.1.6.1 a 14.3.1.6.3)

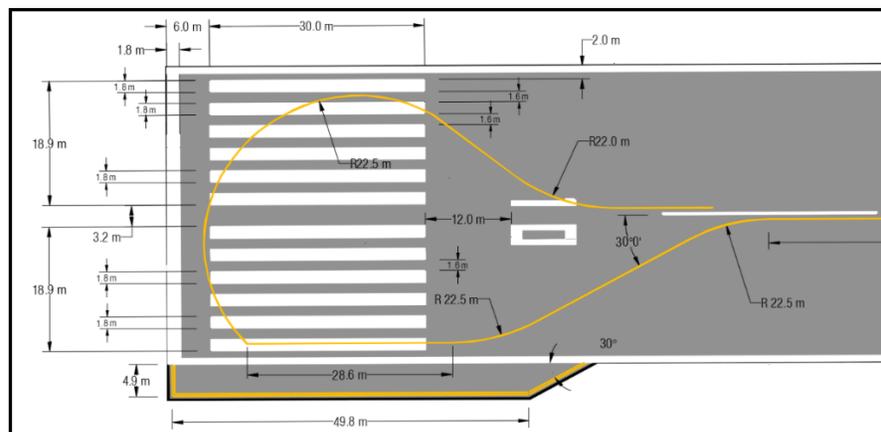
²⁵ OACI - ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

4.1.2. Fajas de señal de umbral.

En cumplimiento de los numerales los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC-14, se consideraron las secciones 14.3.5.2.4.4. Emplazamiento, y 14.3.5.2.4.5. características, para el diseño de las fajas para los umbrales de pista 10 y 28.

En función de la anchura de la pista 4C decir 45.0 metros, se diseñaron doce (12) fajas con la siguiente geométrica: (i) ancho= 1.8 metros, (ii) longitud=30 metros, (iii) separación entre fajas 1.6 metros, (iv) separación en el eje pista 3.2 metros, (v) separación del borde externo de la faja transversal 6.0 metros, la misma debe ser de color blanco²⁶.

Infograma 52. Detalle faja transversal y configuración umbral 10



Fuente: Propia Aeronautica Civil

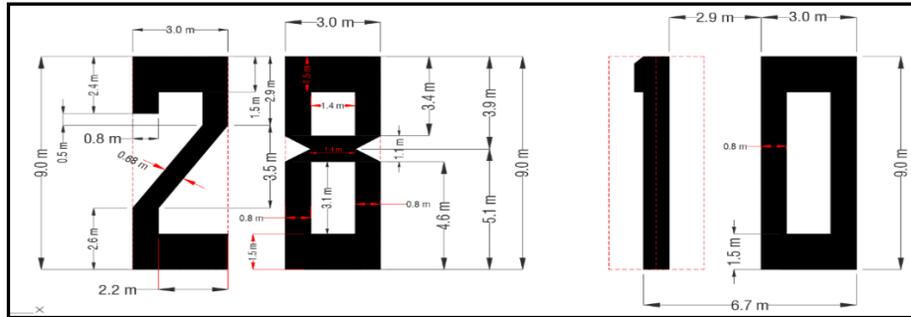
*Ver plano 31. PLANO DISEÑO UMBRALES 10- 28 AERÓDROMO EL PARAÍSO
 Ver plano 34. PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 01 -09.*

4.1.1. Designador de pista.

Los números designadores de pistas corresponde a los números 10 y 28, tal como se detalló en el numeral 3.1.7 criterios para la implantación de pista, los números designadores de pista deben tener la forma y proporciones indicadas en la figura 5-3, según lo expuesto los números tendrán altura de 9 metros, y se ubicarán a 12 metros medidos desde el borde externo de las fajas de umbral de pista.

²⁶ Figura 5-2. Señales de designación de pista, de eje y umbral

Infograma 53. Numeros Designadores de pista.



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

Ver Plano 34. PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 01 -09.

Ver plano 31. PLANO DISEÑO UMBRALES 10- 28 AERÓDROMO EL PARAÍSO.

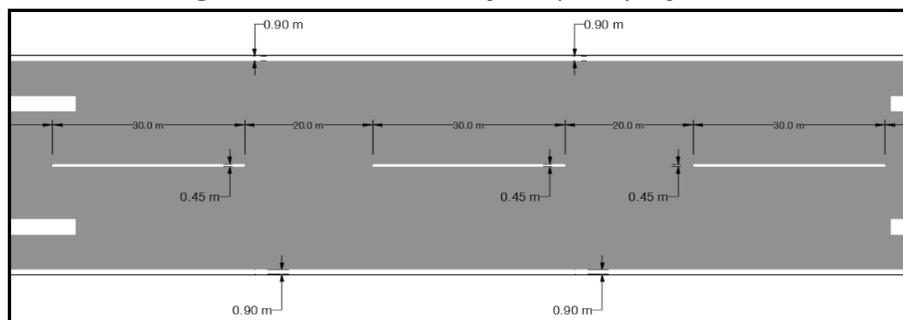
4.1.2. Señal de Faja Lateral de pista.

Se implementaron dos (2) fajas laterales de pista, en cumplimiento de las secciones: (i) 14.3.5.2.7. Señal de faja lateral de pista y (ii) 14.3.5.2.7.5. Características. Una señal de faja lateral de pista deberá tener una anchura total de 0,90m en las pistas con anchura de 30m o más y 0.45 m en las pistas más estrechas.”.

4.1.3. Señales de Eje de pista.

Se diseñaron fajas de eje de pista en cumplimiento de la sección 14.3.5.2.3.2. las mismas se ubicaron a lo largo del eje de la pista entre las señales designadoras de pista 10 y 28, tal como se indica en la Figura 5-2 de los Reglamentos Aéreos de Colombia. Las fajas se dispusieron uniformemente espaciadas, la geométrica de las mismas se caracteriza por contar con una la longitud de un trazo de 30 metros e intervalos de 20.0 metros, donde los no son menores de 50m ni mayor de 75m.

Infograma 54. Señales de eje de pista y faja lateral.



Fuente: Aeronáutica Civil.

Ver plano 29. PLANO DISEÑO SEÑALES DE EJE DE PISTA AERÓDROMO EL PARAÍSO.

Ver plano 34. PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 01 -09.

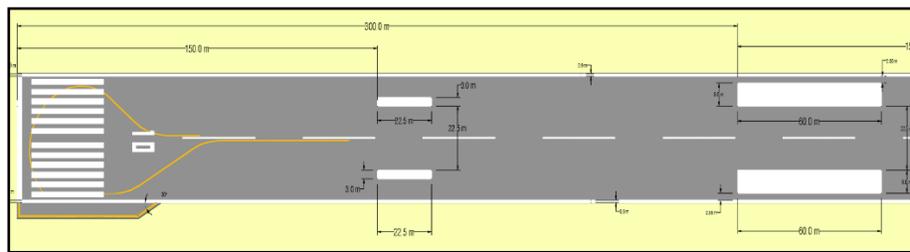
4.1.4. Señales toma de contacto.

El diseño dispone de cuatro (4) pares de señales dobles de color blanco en cada una de las dos pistas (10-28 y 28-10), la geométrica de las señales corresponde a: (i) longitud= 22.5 metros, (ii) ancho= 3.0 metros, (iii) separación entre borde internos de las señales de 22.5 metros las señales serán de color blanco, tal como lo establece los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC-14 en la sección 14.3.5.2.6.3. Emplazamiento y características

4.1.1. Señal de visado.

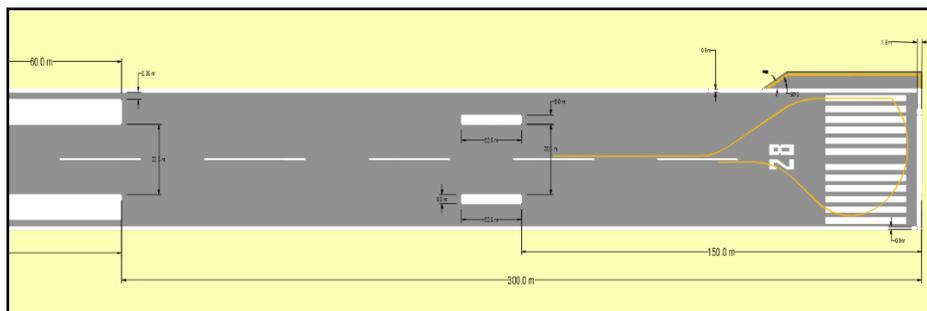
Se integro en los diseños dos (2) señales de punto de visado para las dos (2) pistas, la ubicación de las mismas cumple con las consideraciones del numeral 14.3.5.2.5. Señal de punto de visada y la tabla 5-1. Emplazamiento y dimensiones de la señal de punto de visada de los Reglamentos Aéreos de Colombina.

Infograma 55. Señal de barras de toma de contacto umbral 10.



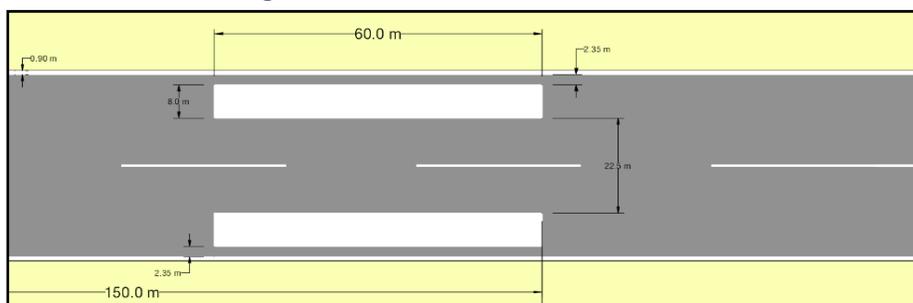
Fuente: Aeronáutica Civil

Infograma 56. Señal de barras de toma de contacto y punto visado umbral 28



Fuente: Aeronáutica Civil

Infograma 57. Señal de barras de Visado.



Fuente: Aeronáutica Civil.

Ver plano 30. PLANO SEÑALES TOMA CONTACTO - PUNTO VISADO.

4.2. SEÑALES EN CALLES DE RODAJE.

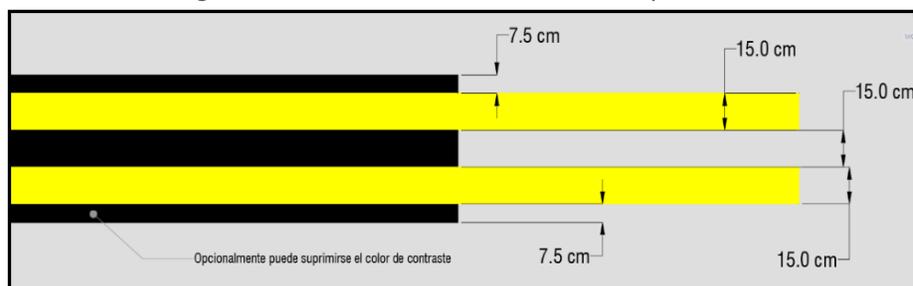
Las señales en calles de rodaje en lo general corresponden a franjas de color amarillo, las misma se dispondrá para las calles de rodaje Alpha y Bravo.

4.2.1. Señal borde de calle de rodaje.

Corresponde a dos líneas continuas de color amarillo, al borde de la calle, colocadas a 10,5 metros respecto a los bordes externos, de sección 0,15 metros, estas señales se componen por secciones rectas en su longitud y secciones curvas en los ingresos a la pista o a otras calles de rodaje.

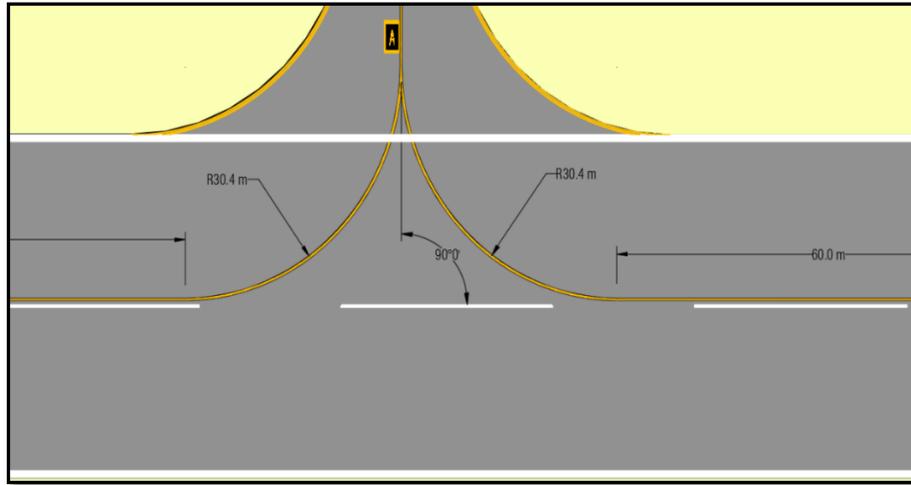
La conexión de las calles de rodaje se define de la siguiente manera: (i) calle de rodaje Alpha, empalme en ángulo de 90°, radio de 30.4 metros, distancia entre los bordes externos 15.0 metros; (ii) calle de rodaje Bravo, empalme en ángulo de 45°, radio interno de 30.4 metros y radio externo 80.0 metros, distancia entre los bordes externos 15.0 metros. (ver plano de diseño).

Infograma 58. Detalle señal de borde de plataforma.



Fuente: Aeronáutica Civil

Infograma 59. Detalle señales calle de rodaje Alpha



Fuente: Aeronáutica Civil

Ver plano 33. PLANO DISEÑO SEÑALES CALLES DE RODAJE ALPHA Y BRAVO.

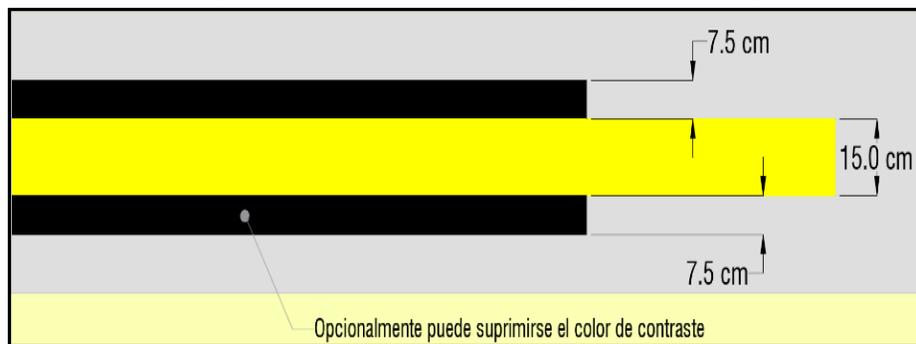
Ver plano 32. PLANO DISEÑO SEÑALES DE PLATAFORMA DE AERONAVES.

Ver plano 35. PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 10 -18

4.2.2. Señal eje de calle de rodaje.

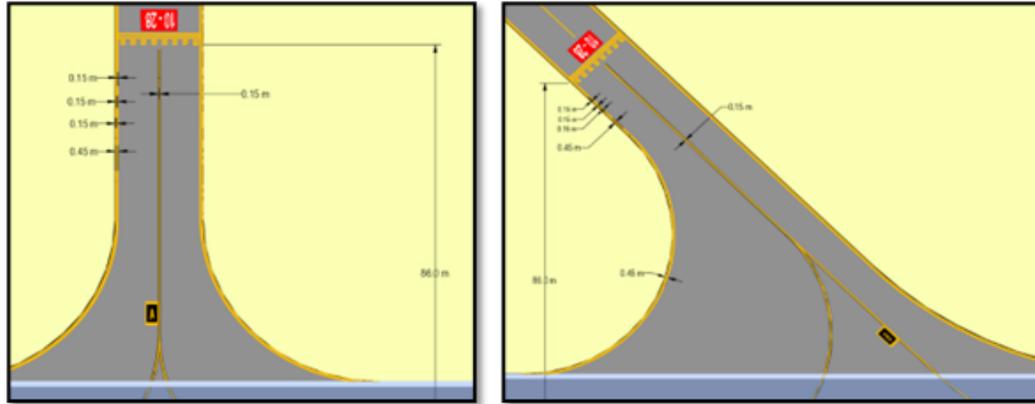
Es una línea de color amarillo continua de 0.15 metros de ancho, conformada por secciones rectas y sección circulares, las secciones circulares o de giro corresponden a radios establecidos para el diseño geométrico. En la pista las señales de eje de calle de rodaje ingresan en la pista en la curva de ingreso de la calle de rodaje y a partir de la tangencia de la curva 22.0 metros más.

Infograma 60. Detalle señal de eje calle de rodaje



Fuente: Aeronáutica Civil.

Infograma 61. Detalle de señales barra eje calle de rodaje Alpha y Bravo.



Fuente: Aeronáutica Civil

Ver plano 33. PLANO DISEÑO SEÑALES CALLES DE RODAJE ALPHA Y BRAVO.

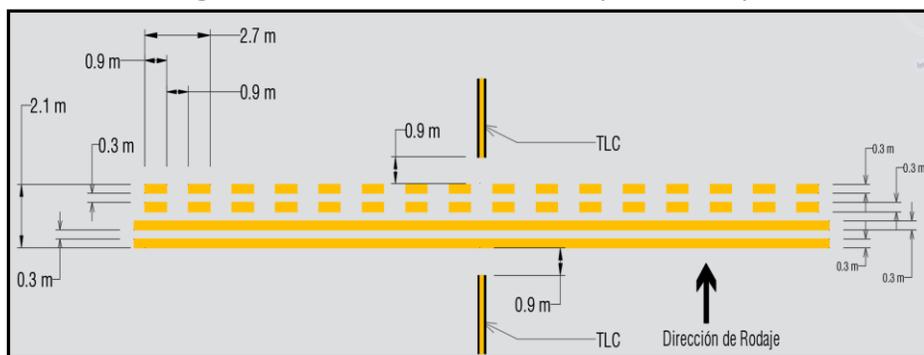
Ver plano 35. PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 10 -18

4.2.3. Señal punto de espera.

Se colocará dos fajas continuas de 0.30 metros, separadas 0.30 metros, y dos grupos de barras de 0.90 metros por 0.30 metros, separadas 0.90 metros, conformado cuatro secciones, estas señales serán de color amarillo y su ubicación corresponde al borde de la zona de seguridad de la pista, para el caso a 40 metros de distancia. Estas señales deben ir hasta el borde de las señales de borde de calle de rodaje.

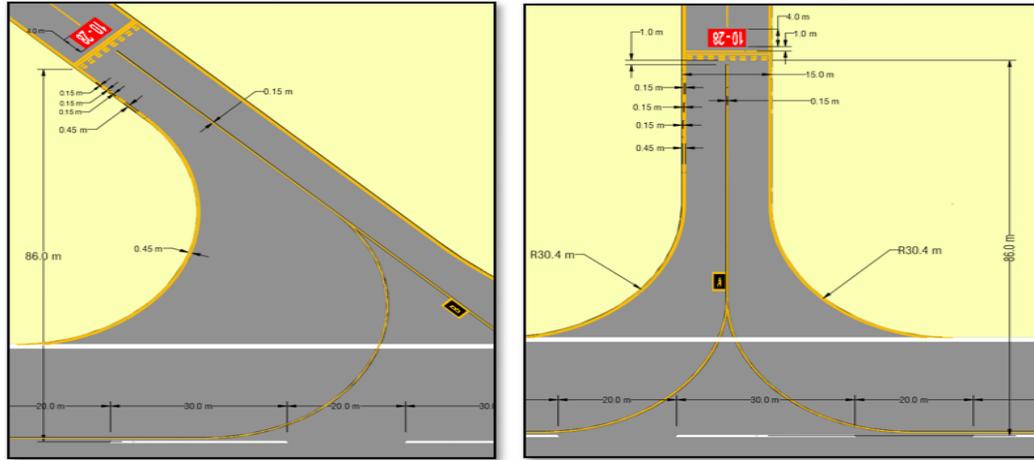
En los lugares donde se ubique los puntos de espera se interrumpirá la señal eje de pista 0.90 metros antes de la señal y después de la señal.

Infograma 62. Detalle de señales de punto de espera



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

Infograma 63. Ubicación puntos de espera Calles de Rodaje Alpha y Bravo
Calle de Rodaje Bravo Calle de Rodaje Alpha



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

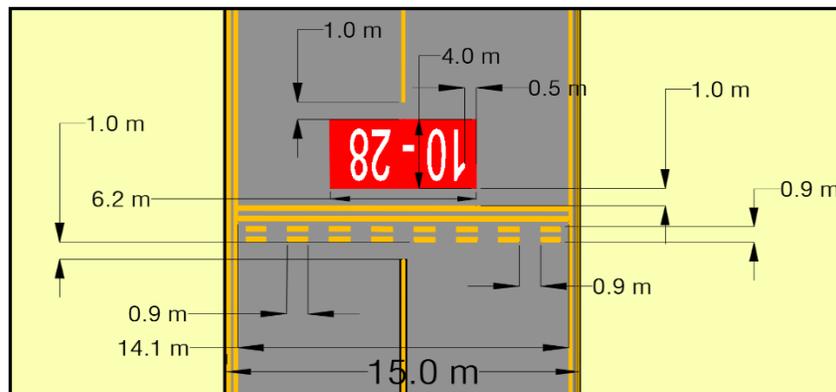
Ver plano 33. PLANO DISEÑO SEÑALES CALLES DE RODAJE ALPHA Y BRAVO.

Ver plano 35. PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 10 -18.

4.2.4. Señales de instrucción obligatoria.

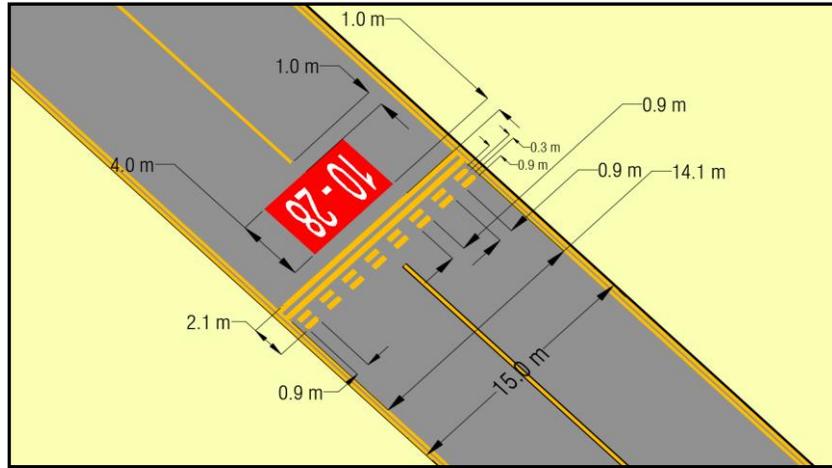
Se instalarán este tipo de señales en las calles de rodaje Alpha y Bravo, estas señales, corresponderán a los números de la pista **10-28**. Las características de la señal se indican a continuación: (i) el cuadro donde estarán los designadores será de altura=5.0 metros, separación de caracteres al borde del cuadro 0.5 metros en todo su perímetro, ancho= 6.2 metros y color rojo; (ii) designadores de pista serán de: altura=4.0 metros, color blanco. Los demás detalles de ubicación e integración con las señales de calle de rodaje se describen en el numeral 14.3.5.2.16. "Señal con instrucciones obligatorias" y "Figura 5-9 Señal con instrucciones obligatorias" de los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC-14

Infograma 64. Detalle señal punto de espera Calle de Rodaje Alpha



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

Infograma 65. Detalle señal punto de espera Calle de Rodaje Bravo

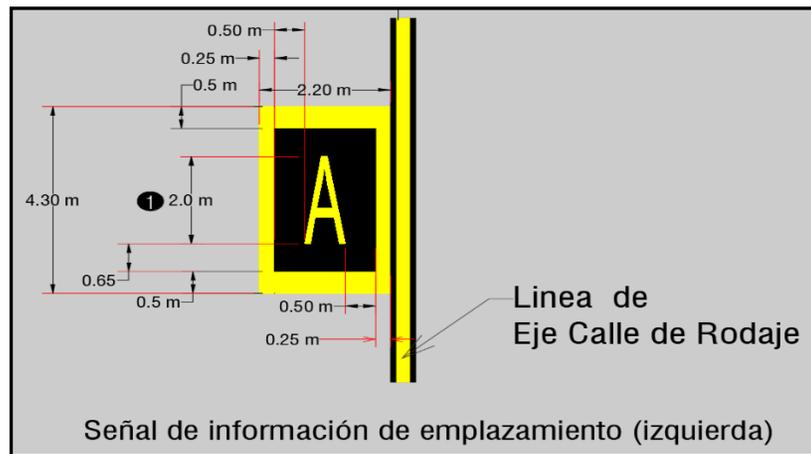


Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

4.2.5. Señales de emplazamiento.

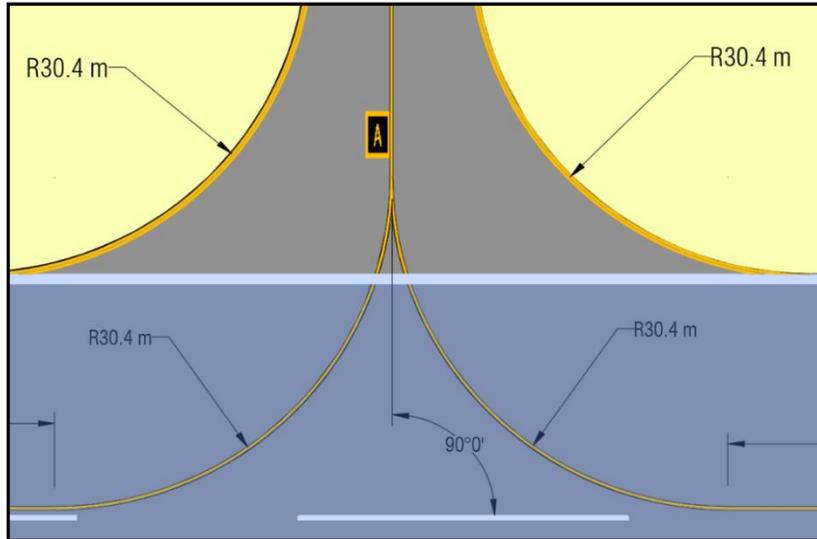
Se instalarán señales de emplazamiento en las calles de rodaje A, B y plataforma. Las mismas tendrán las siguientes características: (i) rectángulo de altura 4.30 metros, anchura 2.20 metros, reborde amarillo con las dimensiones de 0.5 metros y 0.25 metros, fondo color negro; (ii) letra de altura de 2.0 metros y color amarillo; (iii) ubicación costado izquierdo de la línea de eje de calle de rodaje según lo indica el plano de señalización.

Infograma 66. Detalle de señales de instrucción de emplazamiento.



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

Infograma 67. Ubicación de señal de emplazamiento calle de rodaje Alpha

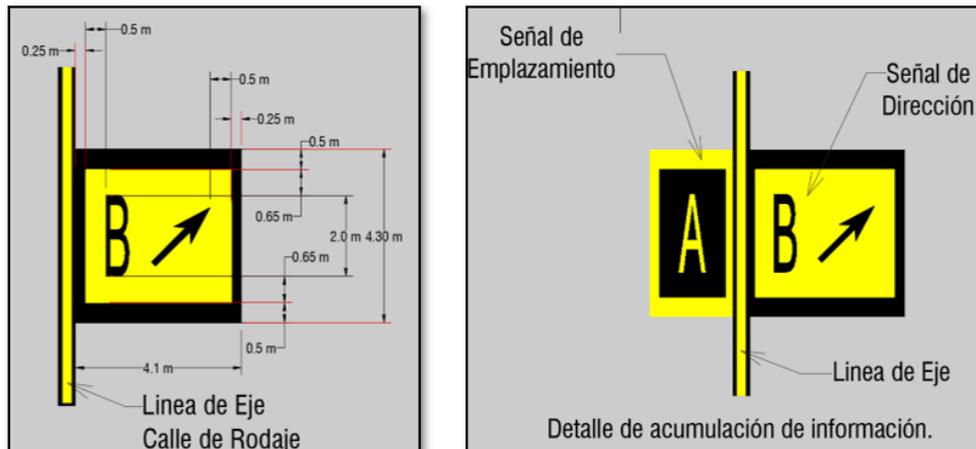


Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

4.2.6. Señales de información.

Se instalarán señal de información cuando la operación así lo requiera dirección, la mismas se ubicarán en las partes rectas antes de la curva de ingreso a una calle de rodaje identificando la calle que se encontrará según la dirección de recorrido según lo indique los planos de señalización. Las mismas tendrán las siguientes características: (i) rectángulo de altura 4.30 metros, anchura 4.10 metros, reborde negro con las dimensiones de 0.5 metros y 0.25 metros como lo indica el infograma, fondo color amarillo; (ii) letra de altura de 2.0 metros y color negro acompañado de flecha.

Infograma 68. Detalle de señal de dirección y acumulación de señales.



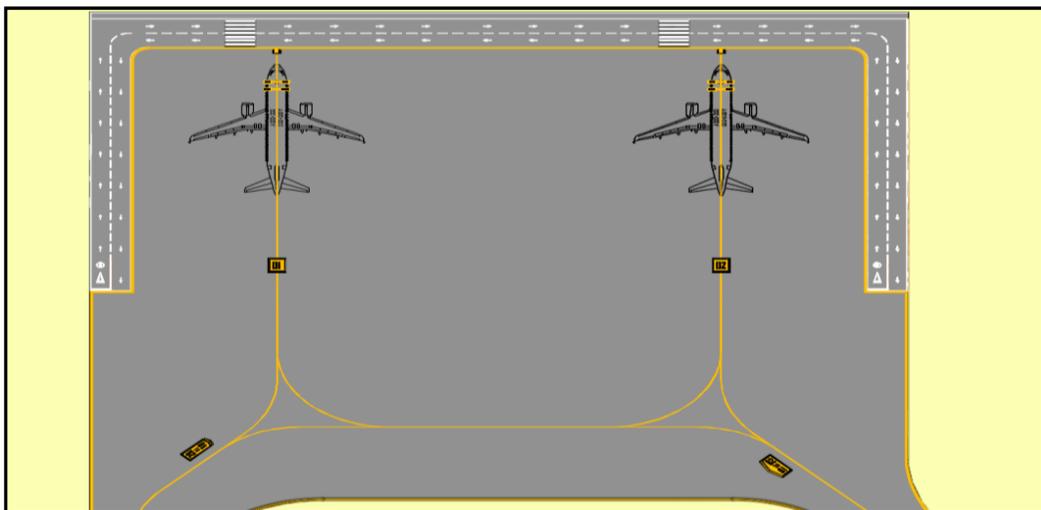
Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

4.2.7. Señal de Direccionamiento de Aeronaves.

Se diseñaron dos (2) señales de dirección de estacionamiento de aeronaves en proximidad de las calles de rodaje Alpha y bravo, las señales expresaran informaciones numéricas de los puestos de estacionamiento, las mismas se localizaron a una distancia de 2.00 metros al final del radio de giro del eje de entrada a la calle de rodaje y a 2.00 m paralelo al eje de esta.

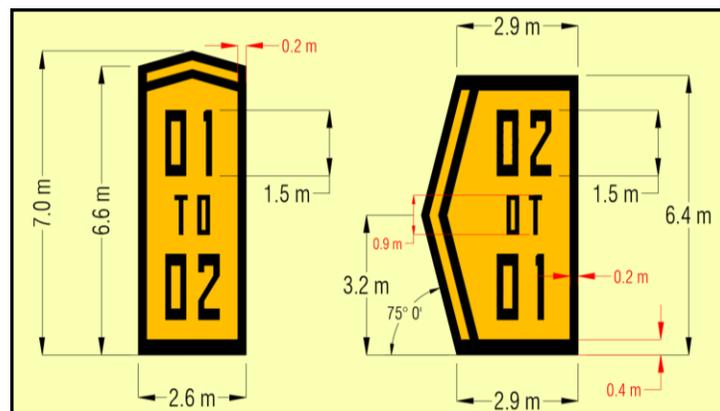
De igual manera hay que indicar que la señal deberá emplazarse una línea de parada en ángulo recto con respecto a la barra de alineamiento de eje, que sea visible a través del asiento izquierdo del puesto de pilotaje en el punto de parada previsto.

Infograma 69. Ubicación de las señales de Dirección de Aeronaves



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

Infograma 70. Detalle señales de Dirección Rodajes Alpha y Bravo



Fuente: Propia Aeronáutica Civil.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El proyecto de aeródromo "El Paraíso" se encuentra próximo al aeródromo "Puerto Bolívar" de operación del Cerrejón con una separación entre ejes de 35.62 kilómetros aproximadamente, el hecho en comento establece que tanto la Secretaria de Servicios a la Navegación Aérea en coordinación con la Director de Operaciones a la Navegación Aérea desarrollen estudios complementarios de: (i) seguridad operacional, (ii) caracterización de obstáculos, (iii) densidad de tráfico de la zona y (iv) evaluación y cálculos de cumplimiento de los numerales 14.3.3.1.11.2 Distancias mínimas entre aeródromos y pistas, 14.3.3.1.11.3. Evaluación de Seguridad Operacional y 14.3.4.1. Superficies limitadoras de obstáculos.
2. Para la fase III de estudios de detalle se recomienda realizar posicionamiento geodésico de puntos control y materialización dentro del área del proyecto del aeródromo "El Paraíso" de por lo menos cuatro (4) pares de puntos de control geodésico de control horizontal y vertical indicando la información correspondiente a: (i) coordenadas geográficas en sistema WGS84, (ii) coordenadas planas en el sistema origen Único Nacional ó Magna Sirgas origen central, proyección transversal de Mercator (iii) elevación y cota para cada uno de los puntos, (iv) el procedimiento de posicionamiento debe cumplir con las indicaciones del Instituto Geográfico Agustín Codazzi resolución 1468 de 2021²⁷, (v) la ubicación de los puntos debe garantizar la inter visibilidad entre los pares de puntos y la seguridad de los mismos, (vi) materialización en concreto e impronta de identificación para todos los puntos.
3. Los diseños geométricos y altimétricos aeronáuticos presentados, deben ser convalidados con el resultado del estudio en fase III para los productos derivados de los análisis geotécnicos, hidráulicos, hidrogeológicos, atmosféricos, ambientales y evaluación de obstáculos. En caso de ser necesario y por motivo de seguridad operacional los diseños pueden ser ajustados, previa socialización y concertación con el panel de expertos que asigne la Entidad.
4. El proyecto aeródromo "En Paraíso" ubicado en el corregimiento de Bahía Honda municipio de Uribia, esta dimensionado y configurado para una clasificación CUATRO CHARLIE (**4C**). No obstante, los componentes geométricos aeronáuticos tales como pista, distancia entre calles de rodaje, plataforma, dimensionamiento de zonas de seguridad y cerramientos, pueden ser reconfigurados y ajustados para cumplir con las especificaciones

²⁷ **Resolución 1468 de 29 de septiembre de 2021 del IGAC** "Por medio de la cual se establecen los lineamientos técnicos mínimos requeridos en la materialización, medición y administración de vértices geodésicos para su integración a la Red Geodésica Nacional de la República de Colombia"

de los Reglamentos Aéreos de Colombia para un aeródromo de clasificación cuatro **Delta (4D)**; para tal fin se debe ampliar la pista a 3000 metros hacia el costado oriental del umbral 10.

5. En el caso que la Entidad requiera ampliar la pista del Aeródromo “El Paraíso” para que la longitud del campo de referencia de la pista sea de 3000 metros y reclasificar el aeródromo a cuatro **Delta (4D)**; para tal fin, se recomienda ajustar tanto el diseño geométrico y altimétrico de: (i) pista umbral 10, (ii) zonas de seguridad, (iii) franja de seguridad umbral 10, (iv) resaca para el sector del umbral 10, (v) alineamiento vertical y (vi) superficie limitadora de obstáculos de todo el proyecto. La condición expuesta establece hacer movimiento y reconfiguración del terreno en alturas entre 5.0 y 10.0 metros de elevación, condición técnica que genera un escenario de reingeniería de los estudios para la fase III en especial los estudios geotécnicos, hidráulicos, hidrogeológicos y ambientales.
6. En el caso que sea viable ampliar la pista a 3000 metros y se cumpla con el contexto normativo del Ministerio de Ambiente, no se recomienda realizar intervenciones en la aproximación del umbral 28. En razón que, para dicho sector se ubica configuración montañosa con altura promedio de 81.5 metros de altura en una proximidad 3.6 kilómetros, tal como se expuso en el numeral “3.1.8 Superficie limitadora de obstáculos” del presente informe.
7. Los diseños propuestos establecen realizar rellenos con materiales seleccionados, clasificados y evaluados según las normas de pavimentos para aeronaves. El hecho establece que se deben valorar con rigurosidad las condiciones atmosféricas y ambientales del área del proyecto mediante monitoreos de temperatura, humedad, brillo solar, vientos, calidad del aire y ensayos físico químicos del agua; los parámetros expuestos establecen rutas críticas para: (i) obtención de materiales, (ii) logística de transporte y almacenamiento, (iii) métodos constructivos y manejo de materiales y (iv) criterios en el cálculo de la superficie de pavimento entre los principales aspectos.

6. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.

- Se recomienda implementar un protocolo de localización y replanteo topográfico, de tal manera de garantizar continuo control topográfico y altimétrico del proyecto, generando una red de puntos de control vertical con el fin mantener un control riguroso al diseño vertical en especial de las cotas de corte, o lleno de los materiales objeto de construcción, para cumplimiento de las secciones geométricas definidas por el diseño.
- En el caso que se defina que la estructura de rodadura de pista sea pavimento rígido ó withetopping, se debe prestar especial cuidado al manejo de juntas de construcción de pavimento tanto longitudinal como transversal, para su densificación y nivelación, acorde con la norma FAA de pavimentos flexibles.
- Para la colocación de asfalto se recomienda el uso de pavimentadoras autonivelantes para el control de los niveles del pavimento, se recomienda complementando lo anterior en los carriles de pavimentación, el uso de guías maestras e hilos previamente nivelados, para este control.
- En las actividades de pavimentación se deberá tener en cuenta de realizar las transiciones necesarias entre el elemento en pavimentación y la calles o calles de rodaje aledañas con el fin de mantener la operación de estas calles, lo anterior debe ser parte de los planes de trabajo de cada jornada de pavimentación.
- En la nivelación de las zonas de seguridad, se recomienda el control de escorrentía entre las zonas de trabajo y los descoles naturales, se debe controlar que no ingrese materiales arrastrados por la escorrentía a las obras hidráulicas que se generen producto de las obras de ingeniería.
- Con respecto a la instalación de señales o marcas en el pavimento, es conveniente el uso de los solventes de la pintura recomendados por la norma FAA P620, para evitar daños prematuros en el pavimento.

7. LIMITACIONES DE LOS DISEÑOS GEOMÉTRICOS.

1. Los diseños geométricos realizados tienen como referencia el levantamiento topográfico realizado por la Fuerza Aero Espacial de Colombia, por lo tanto, la precisión de los diseños es directamente proporcional con la calidad de los datos cartográficos entregados, sin embargo, esto no significa que los diseños presentados en esta circunstancia no sean ejecutables, y deberá entonces evaluarse la diferencia en volúmenes.
2. El diseño de señalización en plataforma de parqueo de aeronaves se debe ajustar a los análisis de operación y combinación de aeronaves que la Entidad contrate, de tal manera de lograr: operación autónoma de las aeronaves, bajos niveles de consumo de combustible, seguridad de las operaciones y cumplimiento de los Reglamentos Aéreos de Colombia RAC-14
3. La implantación de los diseños geométrico y altimétrico responde a los límites geográficos referenciados en el polígono suministrado por la Oficina de Gestión, tal como fue analizado en el numeral 3.1.7 Criterios para la implantación de la pista, acápite (a) Polígono de Referencia Diálogo Social y Cultural Con Las Comunidades.

Tabla 19. Caracterización polígono socioambiental y cultural.

Nº Punto	LATITUD	LONGITUD
1	12°19'6.55"N	71°41'29.45"O
2	12°19'12.02"N	71°39'7.66"O
3	12°18'39.68"N	71°39'7.94"O
4	12°18'35.99"N	71°41'27.22"O
ÁREA = 409 Has + 0146 m²		

Fuente: Aeronáutica Civil. (WGS 84). - Oficina de Gestión de Proyectos.

4. Las secciones tipo presentadas y sus cantidades de obra son teóricas y producto de la diferencia entre el diseño geométrico y la topografía existente, por lo tanto, el constructor debe prestar especial cuidado en cumplir con las cotas de diseño en corte y llenos para control de estos volúmenes y secciones.
5. Los materiales para utilizar, sus espesores, calidades y descripción, corresponden al diseño de pavimentos, por lo tanto, lo aquí referido es descriptivo de este diseño, y por lo tanto cualquier diferencia que se relacione con materiales o procesos constructivos, se deberá consultar en el diseño estructural, o de considerarlo necesario al diseñador de pavimentos.

6. En caso de presentarse diferencias entre cotas existentes y cotas de diseño que modifiquen el diseño en alguna de sus partes, se deberá consultar al diseñador geométrico, en estos casos.

Tabla 20. Listado de planos.

N°	CÓDIGO PLANO	NOMBRE PLANO	NOMBRE DEL ARCHIVO
1	2024-01-22 - 05-SKPA -001	PLANO DISEÑO GEOMÉTRICO DEL AERÓDROMO EL PARAÍSO	1.0_ Diseño Geometrico
2	2024-01-22 - 05-SKPA -002	PLANO DISEÑO GEOMÉTRICO DEL AERÓDROMO VS ANÁLISIS ALTIMÉTRICO	1.1_LocalizacionAproximacion
3	2024-01-22 - 05-SKPA -003	DISEÑO PLANTA PERFIL GENERAL DEL AERÓDROMO "EL PARAÍSO"	2.0 DISENO_PLANTA_PERFIL (2.1-2.2-2.3-2.4-2.5)
4	2024-01-22 - 05-SKPA -004	DETALLE PLATA PERFIL EJE PISTA K0+000 - K0+400	2.0 DISENO_PLANTA_PERFIL (2.1-2.2-2.3-2.4-2.5)
5	2024-01-22 - 05-SKPA -005	DETALLE PLATA PERFIL EJE PISTA K0+400 - K0+880	2.0 DISENO_PLANTA_PERFIL (2.1-2.2-2.3-2.4-2.5)
6	2024-01-22 - 05-SKPA -006	DETALLE PLATA PERFIL EJE PISTA K0+880 - K1+350	2.0 DISENO_PLANTA_PERFIL (2.1-2.2-2.3-2.4-2.5)
7	2024-01-22 - 05-SKPA -007	DETALLE PLATA PERFIL EJE PISTA K1+350 - K1+840	2.0 DISENO_PLANTA_PERFIL (2.1-2.2-2.3-2.4-2.5)
8	2024-01-22 - 05-SKPA -008	DETALLE PLATA PERFIL EJE PISTA K1+840 - K2+200	2.0 DISENO_PLANTA_PERFIL (2.1-2.2-2.3-2.4-2.5)
9	2024-01-29 - 05-SKPA -009	GEORREFERENCIACIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL AERÓDROMO Y PERFILES CALLES DE RODAJE	2.6 PLANTA_PERFIL_GEOMETRIA (2.6-27)
10	2024-01-29 - 05-SKPA -010	DISEÑO PLANTA PERFIL PLATAFORMA AERONAVES Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS	2.6 PLANTA_PERFIL_GEOMETRIA (2.6-27)
11	2024-01-30 - 05-SKPA -011	SECCIONES TIPO: (I) PISTA - (II) CALLES DE RODAJE - (III) PLATAFORMA Y ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS	2.8 DisenoSeccionesTipo

12	2024-02-09 - 05-SKPA -012	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PISTA K0+000 a K0+220	2.9_formato Secciones_transversalesPISTA
13	2024-02-09 - 05-SKPA -013	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PISTA K0+210 a K0+370	2.9_formato Secciones_transversalesPISTA
14	2024-02-09 - 05-SKPA -014	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PISTA K0+380 a K0+600	2.9_formato Secciones_transversalesPISTA
15	2024-02-09 - 05-SKPA -015	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PISTA K0+610 a K0+870	2.9_formato Secciones_transversalesPISTA
16	2024-02-09 - 05-SKPA -016	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PISTA K0+880 a K1+090	2.9_formato Secciones_transversalesPISTA
17	2024-02-09 - 05-SKPA -017	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PISTA K1+100 a K1+320	2.9_formato Secciones_transversalesPISTA
18	2024-02-09 - 05-SKPA -018	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PISTA K1+330 a K2+200	2.9_formato Secciones_transversalesPISTA
19	2024-02-09 - 05-SKPA -019	SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE ALPHA - K0+000 a K0+090	2.10_Secciones_transversales_Ca lleAlpha
20	2024-02-09 - 05-SKPA -020	SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE ALPHA K0+095 a K0+168.70	2.10_Secciones_transversales_Ca lleAlpha
21	2024-02-09 - 05-SKPA -021	SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE BRAVO - K0+000 a K0+075	2.11_Secciones_transversales_Ca lleBravo
22	2024-02-09 - 05-SKPA -022	SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE BRAVO - K0+080 a K0+175	2.11_Secciones_transversales_Ca lleBravo
23	2024-02-09 - 05-SKPA -023	SECCIONES TRASVERSALES CALLE DE RODAJE BRAVO - K0+180 a K0+220.9	2.11_Secciones_transversales_Ca lleBravo
24	2024-02-09 - 05-SKPA -024	SECCIONES TRASVERSALES DE LA PLATAFORMA K0+000 a K0+060	2.12_Secciones_transversales_Pla taformaAeronaves
25	2024-02-09 - 05-SKPA -025	SECCIONES TRASVERSALES PLATAFORMA AERONAVES - K0+070 a K0+130	2.12_Secciones_transversales_Pla taformaAeronaves
26	2024-02-09 - 05-SKPA -026	SECCIONES TRASVERSALES PLATAFORMA AERONAVES - K0+139.89 a K0+140.5	2.12_Secciones_transversales_Pla taformaAeronaves

27	2024-02-09 - 05-SKPA -027	SECCIONES TRASVERSALES DE ESTACIONAMIENTO DE HELIPUERTOS K0+000 a K0+120	2.13_Seciones_transversales_PlataformaHelicopteros
28	2024-02-14 - 05-SKPA -028	PLANO DISEÑO GENERAL DE SEÑALES AERÓDROMO EL PARAÍSO	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)
29	2024-02-14 - 05-SKPA -029	PLANO DISEÑO SENALES DE EJE DE PISTA AERÓDROMO EL PARAÍSO	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)
30	2024-02-14- 05-SKPA -030	PLANO SEÑALES TOMA CONTACTO - PUNTO VISADO	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)
31	2024-02-14 - 05-SKPA -031	PLANO DISEÑO UMBRALES 10-28 AERÓDROMO EL PARAÍSO	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)
32	2024-02-14 - 05-SKPA -032	PLANO DISEÑO SEÑALES DE PLATAFORMA DE AERONAVES	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)
33	2024-02-14 - 05-SKPA -033	PLANO DISEÑO SEÑALES CALLES DE RODAJE ALPHA Y BRAVO	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)
34	2024-02-14- 05-SKPA -034	PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 01 -09	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)
35	2024-02-14 - 05-SKPA -035	PLANO DETALLES DE SEÑALES EN PISTA N° 10 -18	3.0_Disenio_Senalizacion (3.1-3.2-3.3-3.4-3.5-3.6-3.7)

Tabla 21. Listado de Anexos..

- ANEXO 1.0 REPORTES PISTA
- ANEXO 2.0 REPORTES CALLE DE RODAJE A
- ANEXO 3.0 REPORTES CALLE DE RODAJE B
- ANEXO 4.0 REPORTES PLATAFORMA
- ANEXO 5.0 REPORTES HELIPUERTOS
- ANEXO 6.0 MODELO DIGITAL DEL PROYECTO.