

APOYO EN EL DISEÑO, EVALUACION, DIAGNÓSTICO Y ELABORACION DE
PROYECTOS EN LA JEFATURA DEL GRUPO DE INSPECCION DE
AEROPUERTOS DE LA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE LA
AERONAUTICA CIVIL EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.

JOHAN ANDRES GUTIERREZ VEGA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
PAMPLONA
2015

APOYO EN EL DISEÑO, EVALUACION, DIAGNÓSTICO Y ELABORACION DE
PROYECTOS EN LA JEFATURA DEL GRUPO DE INSPECCION DE
AEROPUERTOS DE LA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE LA
AERONAUTICA CIVIL EN LA CIUDAD DE BOGOTA D.C.

JOHAN ANDRES GUTIERREZ VEGA

Trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial presentado como
requisito para optar al título de ingeniero civil

Director
MANUEL ANTONIO CONTRERAS MARTINEZ
Director de programa Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
PAMPLONA
2015

Nota de Aceptación

Director de trabajo de grado
Ing. MANUEL ANTONIO
CONTRERAS MARTINEZ

Jurado

Jurado

Pamplona 1 de diciembre de 2015

Dedico este trabajo a mis padres,
mis profesores y a todo aquel que
influyó en mi formación como
profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primera medida a Dios, a mis padres por el invaluable apoyo y en gran manera al director del presente trabajo, ingeniero Manuel Antonio Contreras y a mi tutor de práctica, ingeniero Carlos Mauricio Guevara.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	19
2. OBJETIVOS.....	20
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3. MARCO TEÓRICO	21
3.1 SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS.....	21
3.2 GUÍAS PARA LA PUBLICACIÓN DE PLANOS DE AERÓDROMO	27
3.3 DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA PISTA TOLEMAIDA.....	29
3.4 PLANES DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA.	54
3.5 GUÍAS PARA DEMARCACIÓN DE PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA ZONA DE MOVIMIENTO DE AERONAVE.....	56
3.6 PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS.....	58
4.1 MATERIALES.....	60
4.2 METODOLOGÍA.....	60
5. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	67
5.1 DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO AEROPORTUARIO.....	67
5.2 GUÍAS PARA LA PUBLICACIÓN DE PLANOS DE AERÓDROMO	84
5.3 DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AERODROMO DE TOLEMAIDA.....	98
5.4 EVALUAR EL ESTADO DE SUPERFICIE DE PAVIMENTOS.....	100
5.5 SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTÁCULOS.....	104
5.6 GUÍAS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	106
5.7 EVALUACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO.....	108
5.8 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.	
5.8.1 ESTUDIO OPERACIONAL DE AERONAVES CATEGORÍA ECHO	125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132

BIBLIOGRAFÍA.....136
ANEXOS.....138

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos.....	28
Tabla 2. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos.....	29
Tabla 3. Coordenadas de Cabeceras.....	69
Tabla 4. Características físicas previstas para el aeropuerto.....	70
Tabla 5. Rasante de diseño pista principal aeropuerto Hacaritama.....	71
Tabla 6. Tipo de trenes de aterrizaje de las aeronaves.....	79
Tabla 7. Tráfico aéreo del aeropuerto Hacaritama.....	81
Tabla 8. Salidas equivalentes anuales correspondiente a la aeronave de diseño.....	82
Tabla 9. Características físicas de la pista.....	87
Tabla 10. Distancias declaradas.....	87
Tabla 11. Características físicas de la pista.....	88
Tabla 12. Distancias declaradas.....	88
Tabla 13. Características físicas de la pista.....	89
Tabla 14. Distancias declaradas.....	90
Tabla 15 Características físicas de la pista.....	90
Tabla 16. Distancias declaradas.....	91
Tabla 17. Características físicas de la pista.....	92
Tabla 18. Distancias declaradas.....	92
Tabla 19. Características físicas de la pista.....	93

Tabla 20. Distancias declaradas.....	93
Tabla 21. Características físicas de la pista.....	94
Tabla 22. Distancias declaradas.....	94
Tabla 23. Características físicas de la pista.....	95
Tabla 24. Distancias declaradas.....	96
Tabla 25. Características físicas de la pista.....	96
Tabla 26. Distancias declaradas.....	97
Tabla 27. Características físicas de la pista.....	97
Tabla 28. Distancias declaradas.....	98
Tabla 29. Características físicas de la pista.....	99
Tabla 30. Distancias declaradas.....	99
Tabla 31. Características físicas de la pista.....	100
Tabla 32. Distancias declaradas.....	100
Tabla 33. Tipo de pavimento para determinar el ACN – PCN.....	105
Tabla 34. Categoría de resistencia del terreno de fundación.....	105
Tabla 35. Categoría de presión máxima permisible de los neumáticos.....	106
Tabla 36. Método de evaluación.....	106
Tabla 37. Características por tipo de pavimentos.....	109
Tabla 38. Distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista.....	129
Tabla 39. Operaciones aéreas año 2014 aeropuerto Eldorado.....	129
Tabla 40. Porcentaje de operaciones año 2014 aeropuerto Eldorado.....	130

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Porcentaje de operaciones por categoría de aeronave.....	130

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Superficies limitadoras de obstáculos.....	24
Figura 2. Superficies limitadoras de obstáculos.....	25
Figura 3. Fisura longitudinal.....	32
Figura 4. Fisura transversal.....	32
Figura 5. Fisura longitudinal en junta de construcción.....	34
Figura 6. Fisura transversal en junta de construcción.....	34
Figura 7. Fisuras por reflexión de juntas en placas de concreto.....	35
Figura 8. Fisura en medialuna.....	35
Figura 9. Fisuras de borde.....	36
Figura 10. Fisuras en bloque.....	37
Figura 11. Piel de cocodrilo.....	39
Figura 12. Fisuración por deslizamiento de capas.....	40
Figura 13. Fisuración incipiente.....	41
Figura 14. Ondulación.....	42
Figura 15. Abultamiento.....	43
Figura 16. Hundimiento.....	44
Figura 17. Ahuellamiento.....	45
Figura 18. Descascaramiento.....	46
Figura 19. Bache.....	47

Figura 20. Parche.....	48
Figura 21. Desgaste superficial.....	49
Figura 22. Pérdida de agregado.....	50
Figura 23. Pulimento del agregado.....	51
Figura 24. Cabezas duras.....	51
Figura 25. Exudación.....	52
Figura 26. Surcos.....	53
Figura 27. Corrimiento vertical de la berma.....	54
Figura 28. Separación de la berma.....	54
Figura 29. Afloramiento de finos.....	55
Figura 30. Afloramiento de agua.....	56
Figura 31. Estructura del pavimento de la pista principal del aeropuerto Hacaritama.....	83
Figura 32. Memorias cálculo estructura de la pista principal del aeropuerto Hacaritama..	84
Figura 33. Estructura recomendada de pavimento.....	85
Figura 34. Software COMFAA de la Federal Aviation Administration.....	103
Figura 35. Superficie limitadora de obstáculos, Aeropuerto Eldorado 2.....	107
Figura 36. Localización Estudio operacional Mike 2.....	131
Figura 37. Detalle BOING 747-400.....	132
Figura 38. Detalle BOING 747-800.....	132

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Registro fotográfico seminario ALACPA.....	138
Anexo B. Registro fotográfico inspección Tolemada.....	140

GLOSARIO

AERÓDROMO: Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

AERÓDROMO CERTIFICADO: Aeródromo que ha sido objeto de inspección y en consecuencia, se le ha emitido a su explotador la correspondiente certificación, previa comprobación de los requisitos técnicos establecidos en esta parte de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

AEROPUERTO: Todo aeródromo especialmente equipado y usado regularmente para pasajeros y/o carga y que a juicio de la UAEAC, posee instalaciones y servicios de infraestructura aeronáutica suficientes para ser operado en la aviación civil.

ALTURA ELIPSOIDAL (ALTURA GEODÉSICA). La altura relativa al elipsoide de referencia, medida a lo largo de la normal elipsoidal exterior por el punto en cuestión.

ALTURA ORTOMÉTRICA. Altura de un punto relativa al geoide, que se expresa generalmente como una elevación sobre el nivel medio del mar (MSL).

ÁREAS DEL AERÓDROMO: Un aeródromo está integrado por el lado aire y lado tierra.

a. **LADO AIRE:** Está compuesto por el área de movimiento de aeronaves, pistas, calles de rodaje, taxeos, hangares y plataformas, cuyo objeto es facilitar la operación de aeronaves y que por su naturaleza el ingreso a esas áreas está sujeto a restricción y/o control del explotador del aeródromo.

b. **LADO TIERRA:** Está compuesta por los edificios, parqueaderos, instalaciones, dispuestos para los usuarios internos o externos del aeropuerto, se dividen en:

1. **ÁREAS PÚBLICAS:** Son edificios, instalaciones y servicios dispuestos para el uso del público en general sin restricción en su ingreso.

2. **ÁREA RESTRINGIDA:** Son edificios, instalaciones y servicios exclusivas a aquellas personas, mercancías y/o vehículos que dispongan de autorización otorgada por el explotador del aeropuerto que habilite su ingreso.

- a. CALLE DE ACCESO AL PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVE. La parte de una plataforma designada como calle de rodaje y destinada a proporcionar acceso a los puestos de estacionamiento de aeronaves solamente.
- b. CALLE DE RODAJE EN LA PLATAFORMA. La parte de un sistema de calles de rodaje situada en una plataforma y destinada a proporcionar una vía para el rodaje a través de la plataforma.
- c. CALLE DE SALIDA RÁPIDA. Calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo agudo y está proyectada de modo que permita a los aviones que aterrizan virar a velocidades mayores que las que se logran en otras calles de rodaje de salida y logrando así que la pista esté ocupada el mínimo tiempo posible.

LONGITUD DEL CAMPO DE REFERENCIA DEL AVIÓN. La longitud de campo mínima necesaria para el despegue con el peso máximo homologado de despegue al nivel del mar, en atmósfera tipo, sin viento y con pendiente de pista cero, como se indica en el correspondiente manual de vuelo del avión, prescrito por la autoridad que otorga el certificado.

MARGEN O BERMA. Banda de terreno que bordea un pavimento, tratada de forma que sirva de transición entre ese pavimento y el terreno adyacente

MOVIMIENTO. Unidad de Medida que incluye un despegue y un aterrizaje.

NÚMERO DE CLASIFICACIÓN DE AERONAVES (ACN). Cifra que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento, para determinada categoría normalizada del terreno de fundación.

NÚMERO DE CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS (PCN). Cifra que indica la resistencia de un pavimento para utilizarlo sin restricciones.

OBJETO FRANGIBLE. Objeto de poca masa diseñado para quebrarse, deformarse o ceder al impacto, de manera que represente un peligro mínimo para las aeronaves.

OBSTÁCULO. Todo objeto fijo o móvil, (tanto de carácter temporal como permanente) que esté situado en un área destinada al movimiento de las aeronaves en tierra o que sobresalga de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo.

ONDULACIÓN GEOIDAL (N). Es la distancia del geoide por encima (positiva) o por debajo (negativa) del elipsoide matemático de referencia. (WGS - 84 / SISTEMA GEODESICO MUNDIAL – 84).

PISTA. Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves.

PLATAFORMA. Área definida, en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, abastecimiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

PLATAFORMA DE VIRAJE EN LA PISTA. Una superficie definida en el terreno de un aeródromo adyacente a una pista con la finalidad de completar un viraje de 180° sobre la pista.

PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVE. Área designada en una plataforma, destinada al estacionamiento de una aeronave.

PUNTO DE REFERENCIA DE AERÓDROMO. Punto cuya situación geográfica designa al aeródromo.

REFERENCIA (DATUM). Toda cantidad o conjunto de cantidades que pueda servir como referencia o base para el cálculo de otras cantidades.

REFERENCIA GEODÉSICA. Conjunto mínimo de parámetros requerido para definir la ubicación y orientación del sistema de referencia local con respecto al sistema/marco de referencia mundial.

SERVICIO DE DIRECCIÓN EN LA PLATAFORMA. Servicio proporcionado para regular las actividades y el movimiento de aeronaves y vehículos en la plataforma.

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD OPERACIONAL. Sistema para la gestión de la seguridad operacional en los aeródromos que incluye la estructura orgánica, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y las disposiciones para que un explotador de aeródromo ponga en práctica los criterios de seguridad operacional de un aeródromo, integrándolo al sistema nacional y que permite controlar los riesgos y utilizar los aeródromos en forma segura.

UMBRAL. Comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.

UMBRAL DESPLAZADO. Umbral que no está situado en el extremo de la pista.

VÍA DE VEHÍCULOS. Un camino de superficie establecido en el área de movimiento destinado a ser utilizado exclusivamente por vehículos.

ZONA DESPEJADA DE OBSTÁCULOS (OFZ). Espacio aéreo por encima de la superficie de aproximación interna, de las superficies de transición interna, de la superficie de aterrizaje interrumpido y de la parte de la franja limitada por esas superficies, no penetrada por ningún obstáculo fijo salvo uno de masa ligera montado sobre soportes frangibles necesario para fines de navegación aérea.

ZONA DE PARADA. Área rectangular definida en el terreno situado a continuación del recorrido de despegue disponible, preparada como zona adecuada para que puedan pararse las aeronaves en caso de despegue interrumpido.

ZONA LIBRE DE OBSTÁCULOS. Área rectangular definida en el terreno o en el agua y bajo control de la Autoridad Aeronáutica, designada o preparada como área adecuada sobre la cual un avión puede efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura especificada.

RESUMEN

Este trabajo se basa en la ejecución de tareas desarrolladas en la oficina del Grupo de Inspección de Aeropuertos de la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, basadas en las actividades cotidianas que allí se realizan; dichas tareas se deben llevar a cabo por un profesional de la ingeniería del perfil del autor del presente trabajo.

Las actividades principales que se ejecutaron se basan en los diseños de aeródromos, tanto en la parte geométrica como en la estructural, además de la evaluación de planes de mantenimiento de infraestructura aeroportuaria, la elaboración de guías para la publicación de planos de aeródromo de los aeropuertos internacionales de Colombia para la oficina del Servicio de Información Aeronáutica (AIS) y la evaluación del estado de superficie de pavimentos y número de clasificación de pavimentos (PCN), mediante la utilización del software COMFAA de la Federal Aviation Administration, para los aeropuertos y aeródromos establecidos.

Sumado a lo anterior, se presentan actividades que en la planificación inicial no se tenían presentes pues son trabajos que van surgiendo en el camino y se deben realizar de manera profesional y metódica, debido a su relevancia dentro de la entidad, para los concesionarios y las otras entidades involucradas. Tal es el caso del trabajo que se realizó en el aeropuerto internacional El Dorado donde se ejecutó un estudio operacional de aeronaves categoría Echo sobre la proyección de la calle de rodaje MIKE II y también el diseño de la superficie limitadora de obstáculos para el proyecto del aeropuerto EL DORADO 2.

PALABRAS CLAVE: Aeropuerto, Aeródromo, FAARFIELD, COMFAA, Superficie limitadora de obstáculos, Aeronave, pavimentos, PCN, PCI, Plano de aeródromo, estudio operacional.

1. INTRODUCCIÓN

La práctica de la cual se desprende este trabajo hace referencia a actividades que se ejecutan dentro de la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, todas como es evidente, desarrolladas en los aeropuertos del territorio nacional y sus zonas de influencia.

Las labores desempeñadas tienen como característica principal utilizar las herramientas y conocimientos adquiridos como profesional en formación de la ingeniería civil para servir como apoyo en labores de diseño y evaluación de proyectos de ingeniería en la Aeronáutica Civil.

El siguiente trabajo es de gran importancia gracias a las numerosas tareas que se realizan en forma continua y periódica en la entidad, pues se plantean y ejecutan soluciones a aspectos puntuales que requerían del trabajo de un ingeniero civil en la oficina de inspección de aeropuertos de la entidad, tales como los diseños de las estructuras de pavimentos de ciertos aeródromos, diseños de superficies limitadoras de obstáculos, diagnósticos de patologías presentes en pistas de aterrizaje, estudios operacionales, evaluación de guías de planos de aeródromos, entre otros.

Si bien en el presente trabajo se plantean aspectos a nivel profesional, existe una profunda aplicación desde el punto de vista académico, gracias a los aportes que se obtienen desde el interior de la entidad, basados en la experiencia de sus funcionarios y numerosos convenios para la capacitación del personal que labora allí; es el caso de seminarios y cursos de actualización de los cuales el autor del presente trabajo pudo obtener créditos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Ejecutar las actividades propuestas y planteadas como Ingeniero Civil en formación en la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE LA AERONAUTICA CIVIL, en la DIRECCIÓN DE DESARROLLO, GRUPO DE INSPECCIÓN DE AEROPUERTOS de manera correcta y responsable cumpliendo con las expectativas iniciales y cada uno de los objetivos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la superficie limitadora de obstáculos para el proyecto del aeropuerto EL DORADO 2.
- Elaborar guías para la publicación de planos de aeródromo de los aeropuertos de Colombia para la oficina del Servicio de Información Aeronáutica (AIS)
- Diagnosticar el estado superficial de la pista principal aeródromo Tolemaida.
- Realizar evaluación de planes de mantenimiento de infraestructura aeroportuaria.
- Ejecutar las guías para la demarcación de proyectos de señalización horizontal en la zona de movimiento de aeronaves para los aeropuertos que se requieran en el periodo de la práctica.
- Evaluar el estado de superficie de pavimentos y número de clasificación de pavimentos (PCN), mediante la utilización del software COMFAA de la Federal Aviation Administration, para los aeropuertos y aeródromos establecidos.
- Diseñar la estructura de pavimento aeroportuario mediante la implementación del software FAARFIELD de la Federal Aviation Administration para el aeródromo Hacaritama ubicado en el municipio de Aguachica, Cesar.

3. MARCO TEÓRICO

La totalidad de acciones a ejecutar que se relacionen de manera directa o indirecta con los aeropuertos, aeródromos o su zona de influencia deben realizarse con base en la normatividad vigente colombiana, esta normatividad es el reglamento aeronáutico colombiano RAC en su parte décimo cuarta o RAC 14, allí se establecen los requisitos y demás exigencias o condiciones técnicas que deben cumplir todos los aeródromos, aeropuertos y helipuertos abiertos a la operación pública y privada en la República de Colombia, independientemente del explotador u operador, o de cualquier arreglo contractual que ampare su explotación.

El RAC 14 es por excelencia la normatividad de los ingenieros para proyectos de infraestructura y diseño aeroportuario, la gran mayoría de las actividades a desarrollar en este trabajo, por no decir la totalidad, deben regirse específicamente bajo este reglamento, siendo las referencias más relevantes las siguientes:

3.1 SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS

Como se relaciona a continuación, el RAC 14 dispone de una completa descripción sobre el diseño, configuración y características de las superficies limitadoras de obstáculos en el numeral 14.3.4.1, el cual se transcribe a continuación para su conocimiento:

“14.3.4.1. Superficies limitadoras de obstáculos

El Proyectista, diseñador o explotador de un aeropuerto destinado a la operación pública, se asegurará de establecer y mantener libres de toda perturbación las superficies limitadoras de obstáculos.

14.3.4.1.1. Superficie cónica. *Superficie de pendiente ascendente y hacia fuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna.*

14.3.4.1.2. *Los límites de la superficie cónica comprenderán:*

- a. Un borde inferior que coincide con la periferia de la superficie horizontal interna; y*
- b. Un borde superior situado a una altura determinada sobre la superficie horizontal interna.*

14.3.4.1.3. *La pendiente de la superficie cónica se medirá en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna correspondiente.*

14.3.4.1.4. Superficie horizontal interna. Superficie situada en un plano horizontal sobre un aeródromo y sus alrededores.

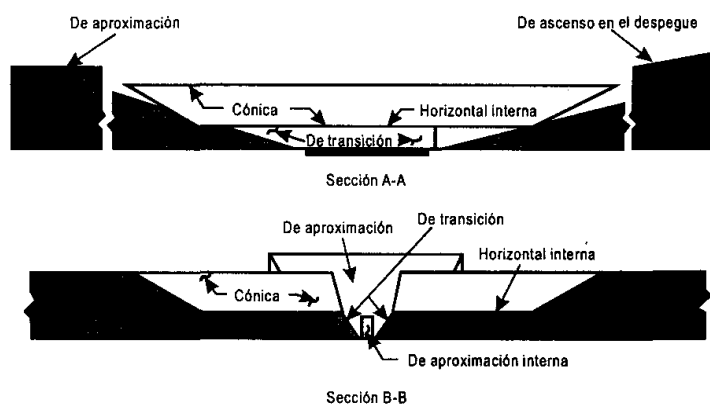
14.3.4.1.5. El radio o límites exteriores de la superficie horizontal interna se medirán desde el punto o puntos de referencia que se fijan con este fin.

14.3.4.1.6. La altura de la superficie horizontal interna se medirá por encima del punto de referencia para la elevación que se fije con este fin.

14.3.4.1.7. Superficie de aproximación. Plano inclinado o combinación de planos anteriores al umbral

14.3.4.1.8. Características. Los límites de la superficie de aproximación serán:

- Un borde interior de longitud especificada, horizontal y perpendicular a la prolongación del eje de pista y situado a una distancia determinada antes del umbral;
- Dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de pista;
- Un borde exterior paralelo al borde interior; y
- Las superficies mencionadas variarán cuando se realicen aproximaciones con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva. Específicamente, los dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de la derrota con desplazamiento lateral, con desplazamiento o en curva.



14.3.4.1.9. La elevación del borde interior será igual a la del punto medio del umbral.

Figura 1. Superficies limitadoras de obstáculos

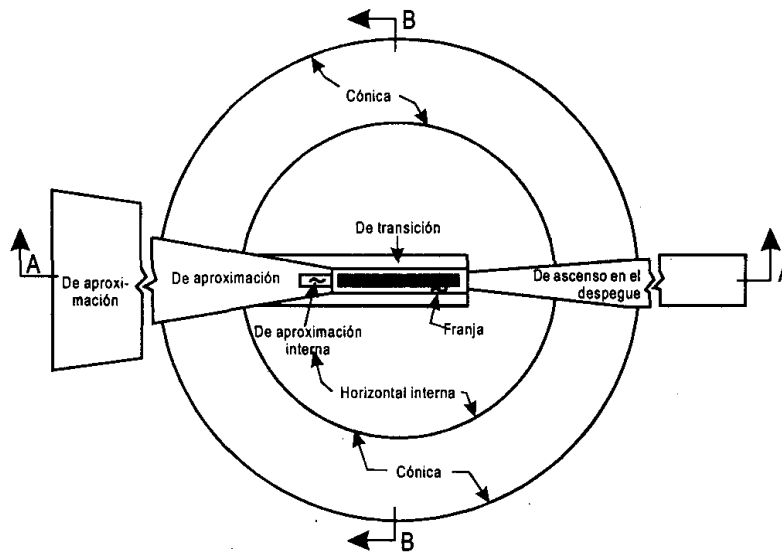


Figura 2. Superficies limitadoras de obstáculos

14.3.4.1.11. Superficie de aproximación interna. Porción rectangular de la superficie de aproximación inmediatamente anterior al umbral.

14.3.4.1.12. Características. Los límites de la superficie de aproximación interna serán:

- Un borde interior que coincide con el emplazamiento del borde interior de la superficie de aproximación pero que posee una longitud propia determinada;
- Dos lados que parten de los extremos del borde interior y se extienden paralelamente al plano vertical que contiene el eje de pista; y
- Un borde exterior paralelo al borde interior.

14.3.4.1.13. Superficie de transición. Superficie compleja que se extiende a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia afuera hasta la superficie horizontal interna.

14.3.4.1.14. Características. Los límites de una superficie de transición serán:

- Un borde inferior que comienza en la intersección del borde de la superficie de aproximación con la superficie horizontal interna y que se extiende siguiendo el borde de la superficie de aproximación hasta el borde interior de la superficie de aproximación y desde allí, por toda la longitud de la franja, paralelamente al eje de pista; y
- Un borde superior situado en el plano de la superficie horizontal interna.

14.3.4.1.15. La elevación de un punto en el borde inferior será:

- A lo largo del borde de la superficie de aproximación: igual a la elevación de la superficie de aproximación en dicho punto; y
- A lo largo de la franja: igual a la elevación del punto más próximo sobre el eje de la pista o de su prolongación.

14.3.4.1.16. La pendiente de la superficie de transición se medirá en un plano vertical perpendicular al eje de la pista.

14.3.4.1.17. Superficie de transición interna. Superficie similar a la superficie de transición que incluye la pista.

14.3.4.1.18. Características. Los límites de la superficie de transición interna serán:

- a. Un borde inferior que comience al final de la superficie de aproximación interna y que se extienda a lo largo del lado de la superficie de aproximación interna hasta el borde interior de esta superficie; desde allí a lo largo de la franja paralela al eje de pista hasta el borde interior de la superficie de aterrizaje interrumpido y desde allí hacia arriba a lo largo del lado de la superficie de aterrizaje interrumpido hasta el punto donde el lado corta la superficie horizontal interna; y
- b. Un borde superior situado en el plano de la superficie horizontal interna.

14.3.4.1.19. La elevación de un punto en el borde inferior será:

- a. A lo largo del lado de la superficie de aproximación interna y de la superficie de aterrizaje interrumpido: igual a la elevación de la superficie considerada en dicho punto; y
- b. A lo largo de la franja: igual a la elevación del punto más próximo sobre el eje de pista o de su prolongación.

14.3.4.1.20. La pendiente de la superficie de transición interna se medirá en un plano vertical perpendicular al eje de pista.

14.3.4.1.21. Superficie de aterrizaje interrumpido. Plano inclinado situado a una distancia especificada después del umbral, que se extiende entre las superficies de transición internas.

14.3.4.1.22. Características. Los límites de la superficie de aterrizaje interrumpido serán:

- a. Un borde interior horizontal y perpendicular al eje de pista, situado a una distancia especificada después del umbral;
- b. Dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en un ángulo determinado del plano vertical que contiene el eje de pista; y
- c. Un borde exterior paralelo al borde interior y situado en el plano de la superficie horizontal interna.

14.3.4.1.23. *La elevación del borde interior será igual a la del eje de pista en el emplazamiento del borde interior.*

14.3.4.1.24. *La pendiente de la superficie de aterrizaje interrumpido se medirá en el plano vertical que contenga el eje de la pista.*

14.3.4.1.25. Superficie de ascenso en el despegue. *Plano inclinado u otra superficie especificada situada más allá del extremo de una pista o zona libre de obstáculos.*

14.3.4.1.26. Características. *Los límites de la superficie de ascenso en el despegue serán:*

- a. Un borde interior, horizontal y perpendicular al eje de pista situado a una distancia especificada más allá del extremo de la pista o al extremo de la zona libre de obstáculos, cuando la hubiere, y su longitud excede a la distancia especificada;*
- b. Dos lados que parten de los extremos del borde interior y que divergen uniformemente, con un ángulo determinado respecto a la derrota de despegue, hasta una anchura final especificada, manteniendo después dicha anchura a lo largo del resto de la superficie de ascenso en el despegue; y*
- c. Un borde exterior horizontal y perpendicular a la derrota de despegue especificada.*

PISTAS DE ATERRIZAJE

- a. Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente*
- b. Longitud variable*
- c. Distancia hasta el extremo de la franja*
- d. distancia desde el extremo de la pista, si esta es menor*
- e. Cuando la letra de clave sea F [Columna (3) de la Tabla 1], la anchura se aumentará a 155m.*

Superficies y dimensiones ^a	Aproximación visual				Aproximación que no sea de precisión			Aproximación de precisión		
	Número de clave				Número de clave			Categoría I		Categoría II o III
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
CÓNICA										
Pendiente	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
HORIZONTAL INTERNA										
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radio	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
APROXIMACIÓN INTERNA										
Anchura	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m ^e	120 m ^e
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Longitud	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	2,5%	2%	2%
APROXIMACIÓN										
Longitud del borde interior	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distancia desde el umbral	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera sección										
Longitud	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Pendiente	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	2%	2%	2,5%	2%	2%
Segunda sección										
Longitud	—	—	—	—	—	3 600 m ^b	3 600 m ^b	12 000 m	3 600 m ^b	3 600 m ^b
Pendiente	—	—	—	—	—	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%
Sección horizontal										
Longitud	—	—	—	—	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b	—	8 400 m ^b	8 400 m ^b
Longitud total	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
DE TRANSICIÓN										
Pendiente	20%	20%	14,3%	14,3%	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
DE TRANSICIÓN INTERNA										
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	40%	33,3%	33,3%
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUPTO										
Longitud del borde interior	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m ^e	120 m ^e
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	^c	1 800 m ^d	1 800 m ^d
Divergencia (a cada lado)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	4%	3,33%	3,33%

Tabla 1. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

14.3.4.1.27. La elevación del borde interior será igual a la del punto más alto de la prolongación del eje de pista entre el extremo de ésta y el borde interior; o a la del punto más alto sobre el suelo en el eje de la zona libre de obstáculos, cuando exista ésta.

14.3.4.2.8.1. Las alturas y pendientes de las superficies no serán superiores, ni sus otras dimensiones inferiores, a las que se especifican en la [Tabla 4 -1](#), excepto en el caso de la sección horizontal de la superficie de aproximación.

14.3.4.2.9. La superficie de aproximación será horizontal a partir del punto en el que la pendiente de 2.5% corta, tomándose el que sea más alto.

- a. Un plano horizontal a 150m por encima de la elevación del umbral; o
- b. El plano horizontal que pasa por el numeral superior de cualquier objeto que determine la altitud/altura de franqueamiento de obstáculos (OCA/H);

PISTAS DESTINADAS AL DESPEGUE

Superficie y dimensiones¹	Número de clave		
	1	2	3 o 4
(1)	(2)	(3)	(4)
DE ASCENSO EN EL DESPEGUE			
<i>Longitud del borde interior</i>	60M	80M	180M
<i>Distancia desde el extremo de la pista²</i>	30m	60m	60m
<i>Divergencia (a cada lado)</i>	10%	10%	12.5%
<i>Anchura final</i>	380 m	580 m	1200m 1800m ³
<i>Longitud</i>	1600 m	2500 m	15000 m
<i>Pendiente</i>	5%	4%	2%□
¹ Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente ² Superficie de ascenso en el despegue comienza en el extremo de la zona libre de obstáculos si la longitud de ésta excede de la distancia especificada.			

Tabla 2. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

3.2 GUÍAS PARA LA PUBLICACIÓN DE PLANOS DE AERÓDROMO DE LOS AEROPUERTOS DE COLOMBIA PARA LA OFICINA DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN AERONÁUTICA (AIS)

La publicación de información Aeronáutica de Colombia (AIP) tiene como objeto principal satisfacer las necesidades nacionales e internacionales de intercambio de información aeronáutica de carácter permanente que es esencial para la

navegación aérea. Dicha publicación ha de presentarse en forma que facilite su utilización en vuelo.

La Publicación de Información Aeronáutica de Colombia (AIP- Colombia) contendrá, en tres partes, con secciones y subsecciones de referencia uniforme que permitan hacer electrónicamente el almacenamiento y extracción ordinarios de datos, información actualizada relativa a los puntos que en el Apéndice 1 aparecen en tipo romano y en el orden en que figuran los mismos, a menos que la Autoridad Aeronáutica lo prevea de otro modo para facilitar su utilización operacional en vuelo, caso en el cual deberá incluirse un índice adecuado. Podrá tener una parte adicional que condense los elementos más importante de las tres anteriores, para facilitar su consulta en vuelo.

La Publicación de Información Aeronáutica incluirá en la Parte 1 Generalidades (GEN):

- a) La designación o identificación de las dependencias de la Autoridad Aeronáutica responsables de las instalaciones, servicios o procedimientos de navegación aérea de las que trata la AIP.
- b) las condiciones generales en las cuales se pueden utilizar internacionalmente los servicios o instalaciones.
- c) una lista de diferencias importantes entre los reglamentos y métodos nacionales del Colombia y las correspondientes normas, métodos recomendados y procedimientos de la OACI, en forma tal que permita al usuario distinguir fácilmente entre los requisitos en el Estado colombiano y las disposiciones pertinentes de la OACI.
- d) la elección hecha por la Autoridad Aeronáutica del Estado colombiano, en cada caso importante en que las normas, métodos recomendados y procedimientos de la OACI prevean una opción.

Especificaciones generales:

La Publicación de Información Aeronáutica (AIP–Colombia) será completa y contendrá un índice.

Si se hiciera necesario, debido a su tamaño o por conveniencia, publicar la AIP en dos o más partes o volúmenes, cada uno de ellos deberá indicar que el resto de la información se encuentra en otras partes u otros volúmenes.

La Publicación de Información Aeronáutica (AIP –Colombia) se fechará y en caso de que se publiquen hoja sueltas sustituibles, se fechará cada página. La fecha, que consistirá del día, mes (por su nombre) y año será la de la publicación, o bien la fecha efectiva de la información y el número del envío.

A fin de que los usuarios mantengan al día la serie de publicaciones de información aeronáutica AIP, se publicará frecuentemente una lista de verificación que contenga la fecha de cada página. El número de página o título de la carta y la fecha de la lista de verificación aparecerán en la propia lista.

En cada página de la publicación de información aeronáutica se anotará para indicar claramente:

- a) La publicación de información aeronáutica de que se trata; (AIP- Colombia)
- b) La Designación de la Unidad Administrativa Espacial de Aeronáutica Civil, como entidad que hace la publicación;
- c) Los números de las páginas o títulos de las cartas;
- d) El grado de confianza que merece la información si ésta es dudosa.

3.3 DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA PISTA PRINCIPAL DEL MUNICIPIO DE TOLEMAIDA.

Para poder realizar un diagnóstico, se deben tener claros cuales pueden ser los daños que puede llegar a presentar una estructura en pavimento flexible, además de presentar un informe sobre el estado actual de la pista, se deben presentar las causas y posible solución a los daños existentes.

Con base en el manual del INVIAS para pavimento flexible, los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en cinco categorías:

Fisuras, Deformaciones, Pérdida de capas estructurales, Daños superficiales y Otros daños.

Dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diversos factores, algunos de los cuales se han establecido mediante la revisión bibliográfica, y otros mediante evaluación de campo y ensayos de laboratorio. A continuación se presenta la definición de cada uno de estos deterioros, sus severidades (clasificadas en Baja, Media y Alta), la forma de medir el daño y las unidades de medida, sus posibles causas y la evolución probable, todo ello acompañado de un registro fotográfico que permite al lector tener una idea más clara de los daños que se pueden encontrar durante una inspección visual típica. La abreviatura con la cual se registrará cada tipo de daño en el formato de campo aparece entre paréntesis.

3.3.1 FISURAS

3.3.1.1 Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT). Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado. La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes.

Figura 3 Fisura longitudinal (FL, Unidad de medida: m)



Figura 4 Fisura transversal (FT, Unidad de medida: m)



Las causas más comunes a ambos tipos de fisuras, son:

- Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler¹, o al envejecimiento del asfalto, ocurre ante bajas temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30°).
- Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por grietas o juntas existentes en placas de concreto hidráulico subyacentes.

- Para la conformación de Fisuras Longitudinales: Fatiga de la estructura, usualmente se presenta en las huellas del tránsito.
- Para la conformación de Fisuras Transversales: Pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante; riego de liga insuficiente o ausencia total; espesor insuficiente de la capa de rodadura.

Severidades:

- Baja: Abertura de la fisura menor que 1 mm, cerrada o con sello en buen estado.
- Media: Abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden existir algunas fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos y pueden presentar desportillamientos leves; existe una alta probabilidad de infiltración de agua a través de ellas.
- Alta: Abertura de la fisura mayor que 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos, puede causar movimientos bruscos a los vehículos.

Unidad de medición: Se miden en metros (m). Es posible determinar el área de afectación por este deterioro en metros cuadrados (m²) multiplicando la longitud total de fisuras por un ancho de referencia establecido en 0,6 m, esto para los fines del análisis del área total afectada (ver Capítulo 3).

Cuando en una misma fisura existan diferentes severidades, de ser posible se reportará la longitud correspondiente a cada severidad, de lo contrario se reportará la longitud total de la fisura con el mayor nivel de severidad presente.

Cuando existan varias fisuras muy cercanas, se reportará el área total afectada en metros cuadrados (m²), de ser posible por severidad, de lo contrario, asignando a toda el área la mayor severidad encontrada.

Las fisuras diagonales se clasifican dentro de la categoría de fisuras transversales.

Evolución probable: Piel de cocodrilo, desintegración, descascaramientos, asentamientos longitudinales o transversales (por el ingreso del agua), fisuras en bloque.

3.3.1.2 Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT). Corresponden a fisuras longitudinales o transversales generadas por la mala ejecución de las juntas de construcción de la carpeta asfáltica o de las juntas en zonas de ampliación. Se localizan generalmente en el eje de la vía, coincidiendo con el ancho de los carriles,

zonas de ensanche y en zonas de unión entre dos etapas de colocación de pavimento asfáltico.

Figura 5. Fisura longitudinal en junta de construcción (FCL, Unidad de medida: m)



Causas:

- Carencia de ligante en las paredes de la junta.
- Deficiencia en el corte vertical de las franjas construidas con anterioridad.
- Deficiencias de compactación en la zona de la junta.
- Unión entre materiales de diferente rigidez.

Figura 6. Fisura transversal en junta de construcción (FCT, Unidad de medida: m)



Severidades y Unidad de medición: Aplican los mismos criterios mencionados para fisuras longitudinales y transversales.

Evolución probable: Pérdida de agregado, descascaramientos, asentamientos longitudinales o transversales, piel de cocodrilo, desportillamientos.

3.3.1.3 Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT). Este tipo de daño se presenta cuando existe una capa de concreto asfáltico sobre

placas de concreto rígido; tales fisuras aparecen por la proyección en superficie de las juntas de dichas placas, en cuyo caso presentan un patrón regular, o también cuando existen grietas en las placas de concreto rígido que se han reflejado hasta aparecer en la superficie presentando un patrón irregular.

Figura 7. Fisuras por reflexión de juntas en placas de concreto (FJL o FJT, Unidad de medida: m)



Causas: Son generadas por los movimientos de las juntas entre las placas de concreto rígido o de los bloques formados por las grietas existentes en éste, debido a los cambios de temperatura y de humedad. Generalmente no se atribuyen a las cargas de tránsito, aunque éstas pueden provocar fisuración en las zonas aledañas incrementando la severidad del daño.

Severidades y Unidad de medición: Aplican los mismos criterios que para fisuras longitudinales y transversales.

Evolución probable: Fisuras en bloque, descascaramientos, baches.

3.3.1.4 Fisuras en medialuna (FML). Son fisuras de forma parabólica asociadas al movimiento de la banca por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos.

Figura 8. Fisura en medialuna (FML, Unidad de medida: m²)



Causas: En general, este tipo de fisuras se producen por inestabilidad de la banca o por efectos locales de desecación, aunque entre otras causas se pueden mencionar las siguientes:

- Falla lateral del talud en zonas de terraplén.
- Falla del talud en zonas de corte a media ladera.
- Ausencia o falla de obras de contención de la banca.
- Desecación producida por la presencia de árboles cerca al borde de la vía.
- Consolidación de los rellenos que acompañan las obras de contención.

Severidades: Aplica el criterio establecido para fisuras longitudinales y transversales.

Unidad de medición: Se debe registrar el área que abarca la media luna en metros cuadrados (m²), correspondiente a la longitud de vía afectada multiplicada por el ancho de afectación de la fisura, asignando el grado de severidad correspondiente. Si en la zona también se presenta un hundimiento es necesario reportar su flecha máxima y anotar en las aclaraciones que está relacionado con la fisura en medialuna.

También se debe registrar si la fisura afecta la berma o la cuneta. Para el análisis del área afectada solo se incluyen en el cálculo los daños en el pavimento.

Evolución probable: Ampliación del proceso (aumento del área afectada), aumento del hundimiento, pérdida de la banca.

3.3.1.5 Fisuras de borde (FBD). Corresponden a fisuras con tendencia longitudinal a semicircular localizadas cerca del borde de la calzada, se presentan principalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel entre la berma y la calzada.

Generalmente se localizan dentro de una franja paralela al borde, con ancho de hasta 0,6 m.

Figura 9. Fisuras de borde (FBD, Unidad de medida: m)



Causas: La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0,3 m a 0,6 m del borde de la calzada.

Severidades y unidad de medición: Aplican los mismos criterios que para fisuras longitudinales y transversales.

Evolución probable: Desprendimiento del borde o descascaramiento.

3.3.1.6 Fisuras en bloque (FB). Cuando se presenta este tipo de daño la superficie del asfalto es dividida en bloques de forma aproximadamente rectangular. Los bloques tienen lado promedio mayor que 0,30 m.

Este deterioro difiere de la piel de cocodrilo en que esta última aparece en áreas sometidas a carga, mientras que los bloques aparecen usualmente en áreas no cargadas. Sin embargo, es usual encontrar fisuras en bloque que han evolucionado en piel de cocodrilo por acción del tránsito. Por otra parte, la piel de cocodrilo generalmente está formada por bloques con más lados y ángulos agudos.

Figura 10. Fisuras en bloque (FB, Unidad de medida: m²)



Causas:

- La fisuración en bloque es causada principalmente por la contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, lo cual se traduce en ciclos de esfuerzo - deformación sobre la mezcla. La presencia de este tipo de fisuras indica que el asfalto se ha endurecido significativamente, lo cual sucede debido al envejecimiento de la mezcla o al uso de un tipo de asfalto inadecuado para las condiciones climáticas de la zona.
- Reflejo de grietas de contracción provenientes de materiales estabilizados utilizados como base.

- Combinación del cambio volumétrico del agregado fino de la mezcla asfáltica con el uso de un asfalto de baja penetración.

Severidades:

- Baja: Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras de abertura menor que 1 mm, cerradas o con sello, no presentan desportillamiento en los bordes.
- Media: Bloques definidos por fisuras de abertura entre 1 mm y 3 mm, o con sello fallado, que pueden o no presentar desportillamiento en los bordes.
- Alta: Bloques bien definidos por fisuras de abertura mayor que 3 mm, que pueden presentar un alto desportillamiento en los bordes.

Unidad de medición: Se registra el área de superficie de pavimento afectada en metros cuadrados (m²). Puede existir un área en la que se presenten diferentes severidades, caso en el que se registra el área correspondiente a cada una, de ser posible, o de lo contrario se registra toda el área afectada y se asigna el mayor grado de severidad. También es posible que este tipo de daño se combine con pieles de cocodrilo, caso en el que se debe registrar cada daño por separado.

Evolución probable: Piel de cocodrilo, descascaramientos.

3.3.1.7 Piel de cocodrilo (PC). Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como una o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de un cocodrilo. Tales piezas tienen por lo general un diámetro promedio menor que 30 cm. La piel de cocodrilo ocurre generalmente en áreas que están sometidas a cargas de tránsito, sin embargo, es usual encontrar este daño en otras zonas donde se han generado deformaciones en el pavimento que no están relacionadas con la falla estructural (por tránsito o por deficiencia de espesor de las capas) sino con otros mecanismos como por ejemplo problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, falta de compactación de las capas, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, entre otras. Este tipo de daño no es común en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido.

Causas: La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- Espesor de estructura insuficiente.
- Deformaciones de la subrasante.

- Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).
- Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.
- Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
- Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).
- Reparaciones mal ejecutadas, deficiencias de compactación, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.

Todos estos factores pueden reducir la capacidad estructural o inducir esfuerzos adicionales en cada una de las capas del pavimento, haciendo que ante el paso del tránsito se generen deformaciones que no son admisibles para el pavimento que se pueden manifestar mediante fisuración.

Figura 11. Piel de cocodrilo (PC, Unidad de medida: m²)



Severidades:

- Baja: Serie de fisuras longitudinales paralelas (pueden llegar a tener aberturas de 3 mm), principalmente en la huella, que no presentan desportillamiento, con pocas o ninguna conexión entre ellas y no existe evidencia de bombeo.
- Media: Las fisuras han formado un patrón de polígonos pequeños y angulosos, que pueden tener un ligero desgaste en los bordes y aberturas entre 1 mm y 3 mm, sin evidencia de bombeo.
- Alta: Las fisuras han evolucionado (apertura mayor que 3 mm), se presenta desgaste o desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos o se mueven ante el tránsito, incluso llegando a presentar descascaramientos y bombeo.

Unidad de medición: Se reporta el área afectada en metros cuadrados (m²). Cuando en un área se combinen varias severidades y no sea fácil diferenciar las áreas correspondientes a cada una, se reporta el área completa asignándole la mayor severidad que se presente.

Evolución probable: Deformaciones, descascaramientos, baches.

3.3.1.8 Fisuración por deslizamiento de capas (FDC). Corresponden a fisuras en forma de semicírculo o medialuna, con curvaturas definidas de acuerdo con la fuerza de tracción que produce la llanta sobre el pavimento (al acelerar o frenar). Este tipo de fisuras se genera por acción del arranque o frenado de los vehículos lo que conlleva a que la superficie del pavimento se deslice y se deforme. Usualmente aparecen en zonas montañosas, en curvas o en intersecciones.

Figura 12. Fisuración por deslizamiento de capas (FDC, Unidad de medida: m²)



Causas: Estas fisuras se presentan usualmente cuando existe una mezcla en la superficie de baja resistencia o por la escasa adherencia entre las capas superficiales de la estructura del pavimento. Se pueden generar ante el paso de tránsito muy pesado y muy lento, en zonas de frenado y acelerado de los vehículos.

Otras causas pueden ser:

- Espesores de carpeta muy bajos.
- Alto contenido de arena en la mezcla asfáltica.
- Exceso de ligante o presencia de polvo durante la ejecución del riego de liga.
- Carencia de penetración de la imprimación en bases granulares

Severidades: El nivel de severidad asignado será similar al de las fisuras longitudinales y transversales, teniendo en cuenta además lo siguiente:

- Baja: Abertura máxima de las fisuras menor que 1 mm.
- Media: Abertura máxima de las fisuras entre 1 mm y 3mm, pueden existir agrietamientos alrededor de las fisuras, con aberturas menores a 1 mm.

- Alta: Abertura máxima de las fisuras mayor a 3 mm, pueden existir agrietamientos entre las fisuras y en la zona aledaña, con aberturas mayores que 1 mm.

Unidad de medición: Se debe reportar el área afectada por este tipo de deterioro en metros cuadrados (m²) con la mayor severidad presente.

Evolución probable: Descascaramientos, baches, hundimientos, abultamientos.

3.3.1.9 Fisuración incipiente (FIN). La fisuración incipiente corresponde a una serie de fisuras contiguas y cerradas, que generalmente no se interceptan. Suelen afectar el concreto asfáltico de manera superficial. Por ser daños muy leves no poseen niveles de severidad asociados.

Figura 13. Fisuración incipiente (FIN, Unidad de medida: m²)



Causas:

- Diferencia de temperatura entre la mezcla y el medio ambiente en el momento de la colocación (temperatura ambiente baja).
- Lluvia durante la colocación del concreto asfáltico.

Unidad de medición: Se registra el área afectada en metros cuadrados (m²), no tiene grados de severidad asociados.

Evolución probable: Piel de cocodrilo de pequeños bloques, pérdida de agregados, fisuras en bloque.

3.3.2 DEFORMACIONES

3.3.2.1 Ondulación (OND). También conocida como corrugación o rizado, es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento,

generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito, con longitudes entre crestas usualmente menores que 1,0 m.

Figura 14. Ondulación (OND, Unidad de medida: m²)



Causas: La ondulación es una deformación plástica de la capa asfáltica, debido generalmente a una pérdida de estabilidad de la mezcla en climas cálidos por mala dosificación del asfalto, uso de ligantes blandos o agregados redondeados. Muchos de los casos suelen presentarse en las zonas de frenado o aceleración de los vehículos.

Otra causa puede estar asociada a un exceso de humedad en la subrasante, en cuyo caso el daño afecta toda la estructura del pavimento. Además también puede ocurrir debido a la contaminación de la mezcla asfáltica con finos o materia orgánica.

Bajo este contexto, las causas más probables son:

- Pérdida de estabilidad de la mezcla asfáltica.
- Exceso de compactación de la carpeta asfáltica.
- Exceso o mala calidad del asfalto.
- Insuficiencia de triturados (caras fracturadas).
- Falta de curado de las mezclas en la vía.
- Acción del tránsito en zonas de frenado y estacionamiento.
- Deslizamiento de la capa de rodadura sobre la capa inferior por exceso de riego de liga.

Severidades:

- Baja: Profundidad máxima menor que 10 mm, causa poca vibración al vehículo, la cual no genera incomodidad al conductor.
- Media: Profundidad máxima entre 10 mm y 20 mm, causa una mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Alta: Profundidad máxima mayor que 20 mm, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

Unidad de medición: La ondulación se mide en metros cuadrados (m²) de área afectada.

Evolución probable: Exudación, ahuellamiento.

3.3.2.2 Abultamiento (AB). Este deterioro se asigna a los “abombamientos” o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento. Pueden presentarse bruscamente ocupando pequeñas áreas o gradualmente en áreas grandes, acompañados en algunos casos por fisuras.

Figura 15. Abultamiento (AB, Unidad de medida: m²)



Causas: Se generan principalmente por la expansión de la subrasante o en capas de concreto asfáltico colocado sobre placas de concreto rígido, el cual se deforma al existir presiones bajo la capa asfáltica (como las generadas por procesos de bombeo).

También puede corresponder a una ondulación localizada, generada por las mismas causas indicadas en el numeral 3.2.1.

Severidades y unidad de medición: Aplican los mismos criterios establecidos para la ondulación.

Evolución probable: Fisuración, desprendimientos, exudación, ahuellamiento.

3.3.2.3 Hundimiento (HUN). Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua pues se puede producir hidropneumático. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, o pueden tener forma de medialuna, en cualquier caso, el reporte del daño debe incluir en las aclaraciones. La orientación o la forma del hundimiento, si es fácilmente identificable en campo.

Figura 16. Hundimiento (HUN, Unidad de medida: m2)



Causas: Existen diversas causas que producen hundimientos las cuales están asociadas con problemas que en general afectan toda la estructura del pavimento:

- Asentamientos de la subrasante.
- Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén o en las zonas de acceso a obras de arte o puentes.
- Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares.
- Diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.
- Deficiencias de compactación de rellenos en zanjas que atraviesan la calzada.
- Inestabilidad de la banca.
- Circulación de tránsito muy pesado.

Severidades:

- Baja: Profundidad menor que 20 mm, causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor.
- Media: Profundidad entre 20 mm y 40 mm, causa mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Alta: Profundidad mayor que 40 mm, causa vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

Unidad de medición: Se cuantifica el área afectada en metros cuadrados (m2).

Evolución probable: Fisuración, desprendimientos, movimientos en masa.

3.3.2.4 Ahuellamiento (AHU). El ahuellamiento es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración.

Un ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidroplaneo por almacenamiento de agua.

Figura 17. Ahuellamiento (AHU, Unidad de medida: m²)



Causas: El ahuellamiento ocurre principalmente debido a una deformación permanente de alguna de las capas del pavimento o de la subrasante, generada por deformación plástica del concreto asfáltico o por deformación de la subrasante debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de cargas.

La deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a aumentar en climas cálidos, y también puede darse por una compactación inadecuada de las capas durante la construcción, por el uso de asfaltos blandos o de agregados redondeados. Además, la falla estructural del pavimento puede manifestarse con daños de este tipo debido a una deficiencia de diseño, la cual se manifiesta cuando la vía está sometida a cargas de tránsito muy altas.

Severidades:

- Baja: Profundidad menor que 10 mm.
- Media: Profundidad entre 10 mm y 25 mm.
- Alta: Profundidad mayor que 25 mm.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) de área afectada, asignando la severidad de acuerdo con la zona de mayor profundidad.

Evolución probable: Piel de cocodrilo, desprendimientos.

3.3.3 PÉRDIDA DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA

3.3.3.1 Descascaramiento (DC). Este deterioro corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes.

Figura 18. Descascaramiento (DC, Unidad de medida: m2)



Causas:

- Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.
- Riego de liga deficiente.
- Mezcla asfáltica muy permeable.

Severidades:

- Baja: Profundidad menor que 10 mm.
- Media: Profundidad entre 10 mm y 25 mm.
- Alta: Profundidad mayor que 25 mm.

Unidad de medición: Se registra el área afectada para cada severidad en metros cuadrados (m2).

Evolución probable: piel de cocodrilo, bache.

3.3.3.2 Baches (BCH). Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentran los ojos de pescado que corresponden a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes bien definidos que resultan de una deficiencia localizada en las capas estructurales.

Causas: Este tipo de deterioro puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y la falla del pavimento. Este deterioro ocurre siempre como evolución de otros daños, especialmente de piel de cocodrilo. También es consecuencia de algunos defectos constructivos (por ejemplo, carencia de penetración de la imprimación en bases granulares) o de una deficiencia de

espesores de capas estructurales. Puede producirse también en zonas donde el pavimento o la subrasante son débiles.

Figura 19. Bache (BCH, Unidad de medida: m²)



Severidades: Se pueden clasificar por profundidad, así:

- Baja: profundidad de afectación menor o igual que 25 mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.
- Media: profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm, deja expuesta la base.
- Alta: profundidad de afectación mayor que 50 mm, que llega a afectar la base granular.

Unidad de medición: Se miden en metros cuadrados (m²) de área afectada, registrando la mayor severidad existente.

Evolución probable: Destrucción de la estructura.

3.3.3.3 Parche (PCH). Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel de concreto asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (acueducto, gas, etc.).

A pesar de que dicha área puede no presentar daños en el momento de la inspección, es necesario reportar su extensión porque indica la existencia de un deterioro anterior. Aunque para el registro de los daños en el formato de campo estas intervenciones se reportan como parches, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo del espesor parcial o total de concreto asfáltico, ésta se conoce como parcheo.

- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo parcial o total de granulares, ésta se conoce como bacheo.

Figura 20. Parche (PCH, Unidad de medida: m²)



Causas: Las causas del deterioro propio del parche pueden establecerse teniendo en cuenta el tipo de daño que presente. Sin embargo, pueden estar asociadas principalmente a:

- Procesos constructivos deficientes.
- Progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parcheo (cuando la intervención fue inadecuada para solucionar el problema).
- Deficiencias en las juntas.
- Propagación de daños existentes en las áreas aledañas al parche.

Severidades:

- Baja: El parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.
- Media: El parche presenta daños de severidad baja o media y deficiencias en los bordes.
- Alta: El parche está gravemente deteriorado, presentan daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²). Para el reporte del daño es necesario anotar el área del parche y cuando éste sea muy grande y no presente afectación en toda su longitud, se reporta además el área afectada en la parte del formato correspondiente al área de reparación; también debe anotarse en las aclaraciones el tipo de daños presentes en el parche y en las zonas aledañas a él, si éstas últimas están afectadas.

Evolución probable: De acuerdo con la naturaleza del daño. Sin embargo, puede existir una aceleración del deterioro general del pavimento.

3.3.4 DAÑOS SUPERFICIALES

3.3.4.1 Desgaste superficial (DSU). Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida de ligante y mortero. Suele encontrarse en las zonas por donde transitan los vehículos. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito.

Figura 21. Desgaste superficial (DSU, Unidad de medida: m2)



Causas: El desgaste superficial generalmente es un deterioro natural del pavimento, aunque si se presenta con severidades medias o altas a edades tempranas puede estar asociado a un endurecimiento significativo del asfalto.

Puede generarse también por las siguientes causas:

- Falta de adherencia del asfalto con los agregados.
- Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla.
- Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito.

Severidades:

- Baja: Cuando la superficie ha perdido su textura uniforme y se muestra ligeramente áspera o rugosa, con irregularidades hasta de 3 mm aproximadamente.
- Media: Cuando la profundidad de las irregularidades es mayor de 3 mm y llega a 10 mm. Se observan las partículas de agregado grueso, y se siente la vibración y una diferencia de sonido de las llantas al transitar sobre el pavimento.
- Alta: Si en la superficie ha comenzado a producirse la desintegración superficial de la capa de rodadura y se presentan desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m2).

Evolución probable: Pérdida de agregado.

3.3.4.2 Pérdida de agregado (PA). Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Este tipo de daño es común en tratamientos superficiales, caso en el que pueden aparecer estrías en la dirección del riego y debe ser reportado como surcos (ver subsección 4.4.6).

Figura 22. Pérdida de agregado (PA, Unidad de medida: m²)



Causas:

- Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales.
- Problemas de adherencia entre agregado y asfalto.
- Uso de agregados contaminados con finos o agregados muy absorbentes.
- Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asfáltico.
- Endurecimiento significativo del asfalto.
- Deficiencia de compactación de la carpeta asfáltica.
- Contaminación de la capa de rodadura con aceite, gasolina y otros.

Severidades:

- Baja: Los agregados gruesos han comenzado a desprenderse y se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15 m.
- Media: Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.
- Alta: Existe desprendimiento extensivo de agregados finos y gruesos con separaciones menores a 0.05 m, haciendo la superficie muy rugosa y se observan agregados sueltos.

Unidad de medición: Se registra el área afectada de acuerdo con la severidad predominante, en metros cuadrados (m²).

Evolución probable: Descascaramientos, aumento de la permeabilidad de la estructura, exudación.

3.3.4.3 Pulimento del agregado (PU). Este daño se evidencia por la presencia agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, en ambos casos se puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.

Figura 23. Pulimento del agregado (PU, Unidad de medida: m²)



Causas: La causa de este tipo de daño radica en una baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimento (un ejemplo de esto son las calizas).

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) y no tiene ningún grado de severidad asociado.

3.3.4.4 Cabezas duras (CD). Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, que puede llegar a aumentar la rugosidad del pavimento, provocando ruido excesivo para el conductor.

Figura 24. Cabezas duras (CD, Unidad de medida: m²)



Causas:

- Uso de agregados gruesos con tamaño inadecuado.
- Distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas.
- Segregación de los agregados durante su manejo en obra.
- Heterogeneidad en la dureza de los agregados.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) y no tiene ningún grado de severidad asociado.

3.3.4.5 Exudación (EX). Este tipo de daño se presenta con una película o afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa. Es un proceso que puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.

Figura 25. Exudación (EX, Unidad de medida: m²)



Causas: La exudación se genera cuando la mezcla tiene cantidades excesivas de asfalto haciendo que el contenido de vacíos con aire de la mezcla sea bajo; sucede especialmente durante épocas o en zonas calurosas. También puede darse por el uso de asfaltos muy blandos o por derrame de ciertos solventes.

Severidades: Puede clasificarse de acuerdo con el espesor de la película de asfalto exudado (teniendo en cuenta qué tanto se ha cubierto los agregados superficiales):

- Baja: La exudación se hace visible en la superficie, aunque en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.
- Media: Apariencia característica, con exceso de asfalto libre que conforma una película que cubre parcialmente los agregados, con frecuencia localizada en las huellas del tránsito; se torna pegajoso en los climas cálidos.
- Alta: Presencia de una cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, lo que le da un aspecto húmedo de intensa coloración negra y se torna pegajoso en los climas cálidos.

Unidad de medición: Este tipo de daños es medido en metros cuadrados (m²) de acuerdo a la severidad.

3.3.4.6 Surcos (SU). Corresponde a franjas o canales longitudinales donde se han perdido los agregados de la mezcla asfáltica.

Figura 26. Surcos (SU, Unidad de medida: m²)



Causas: En tratamientos superficiales se da por distribución transversal defectuosa del ligante bituminoso o del agregado, lo cual genera el desprendimiento de los agregados; en concreto asfáltico está relacionado con la erosión producida por agua en zonas de alta pendiente.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) y no tiene ningún grado de severidad asociado.

Evolución probable: Pérdida de agregado, descascaramiento, bache.

3.3.5 OTROS DAÑOS

Además de los daños definidos hasta el momento existen otros que pueden aparecer como consecuencia de los primeros, conocidos como afloramientos, los cuales ocurren principalmente debido a la presencia o infiltración de agua en la estructura.

De otra parte, se debe tener en cuenta que la berma puede presentar cualquiera de los daños mencionados hasta aquí, en cuyo caso se reporta el daño encontrado adicionando una B a la sigla del daño correspondiente; además, también pueden existir daños asociados con problemas en la junta entre el pavimento y la berma.

Tanto los afloramientos como los daños en la junta pavimento – berma se definen a continuación.

3.3.5.1 Corrimiento vertical de la berma (CVB). Corresponde a una diferencia de elevación entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma. Permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento, provocando su deterioro.

Figura 27. Corrimiento vertical de la berma (CV, Unidad de medida: m)



Causas: Generalmente sucede cuando existen diferencias entre los materiales de la berma y el pavimento o por el bombeo del material de base en la berma. También puede estar asociado con problemas de inestabilidad de los taludes aledaños.
Severidades:

- Bajo: Desplazamiento menor que 6 mm.
- Medio: Desplazamiento entre 6 mm y 25 mm.
- Alto: Desplazamiento mayor que 25 mm.

Unidad de medición: Este tipo de daño se cuantifica en longitud afectada (m).

3.3.5.2 Separación de la berma (SB). Indica el incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y la berma. Este daño permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento provocando su deterioro.

Figura 28. Separación de la berma (SB, Unidad de medida: Longitud)



Causas: Generalmente está relacionada con el movimiento de la berma debido a problemas de inestabilidad de los taludes aledaños o con la ausencia de liga entre calzada y berma cuando se construyen por separado.

Severidades:

- Baja: Abertura menor que 3 mm.
- Media: Abertura entre 3 mm y 10 mm.
- Alta: Abertura mayor que 10 mm.

Unidad de medición: Este tipo de daño se cuantifica en longitud afectada (m).

Evolución probable: Puede presentar hundimientos y fisuras de borde.

3.3.5.3 Afloramiento de finos (AFI). Este afloramiento corresponde a la salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas, cuando circulan sobre ellas las cargas de tránsito. La presencia de manchas o de material acumulado en la superficie cercana al borde de las grietas indica la existencia del fenómeno. Se encuentra principalmente en pavimentos semirrígidos (con base estabilizada).

Figura 29. Afloramiento de finos (AFI, Unidad de medida: número de veces que se presenta)



Causas: ausencia o inadecuado sistema de subdrenaje, exceso de finos en la estructura.

Severidades: no tiene grado de severidad definido.

Unidad de medición: dado que el afloramiento de finos siempre se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de finos.

Evolución probable: piel de cocodrilo, descascaramientos, baches.

3.3.5.4 Afloramiento de agua (AFA). Presencia del líquido en la superficie del pavimento en instantes en los cuales no hay lluvia.

Figura 30. Afloramiento de agua (AFA, Unidad de medida: m)



Causas: ausencia o inadecuado sistema de subdrenaje, filtración de aguas.

Severidades: no tiene grado de severidad definido.

Unidad de medición: se mide en metros (m) cuando no tiene otro daño asociado, sin embargo, cuando el afloramiento se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de agua.

Evolución probable: piel de cocodrilo, descascaramientos, baches.

3.4 PLANES DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA.

El Plan de Mantenimiento está basado en el Manual de Servicios Aeroportuarios (Doc. 9137 de OACI) y consiste en determinar, para cada instalación, los periodos entre revisiones y actuaciones idénticas sucesivas.

En el Plan de Mantenimiento se incluyen el cronograma de actividades y las Horas/Hombre necesarias para cada tarea, lo que da lugar a la plantilla necesaria de personal. Dado que hay tareas que requieren una gran especialización y que obligarían a tener una plantilla de técnicos muy cualificados con poca carga de trabajo, estas tareas se propone efectuarlas mediante subcontratación con empresas del sector.

Por lo tanto, la plantilla de técnicos propuesta debe ser capaz de afrontar una gran variedad de tareas dentro de un campo determinado, aunque no las domine totalmente. Esto es suficiente para resolver con éxito los problemas que vayan a presentarse en las instalaciones aeroportuarias.

El Plan de Mantenimiento permitirá, a medio plazo, conseguir una mayor calificación del personal, mediante la supervisión constante y sistemática de las variables que intervienen en los procesos de cada campo concreto y mediante un programa permanente de formación, para lo que será necesario contar con las documentaciones técnicas actualizadas de cada instalación.

Sobre Ingeniería: Por razones de normalización, informaciones técnicas, modularidad, facilidad de mantenimiento, etc.

Sobre Instalaciones: Ya que una instalación mal diseñada y/o montada va a tener una repercusión permanente en el rendimiento de los sistemas, en su índice de averías y en el coste de mantenimiento posterior.

En el desarrollo del Plan de Mantenimiento se fijarán los equipos de prueba y las herramientas y medios necesarios para efectuar las tareas especificadas. Los periodos entre revisiones se han fijado de acuerdo con las recomendaciones de OACI y FAA, en función de la categoría y tipo de operaciones que tienen lugar en los diferentes aeropuertos y con las condiciones locales "reales".

3.4.1 ASPECTOS RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO

3.4.1.1 CONDICIONES DE PISTA

Las condiciones superficiales de la pista juegan un papel extremadamente importante en lo relacionado con la seguridad de las operaciones aéreas, ya que la pista es la instalación aeroportuaria con la cual la aeronave establece el primer contacto con el suelo al aterrizar y el último contacto, al despegar. En estas situaciones, el control direccional de la aeronave depende mucho de las condiciones superficiales del pavimento y, en particular, de las características de rozamiento de la pista. Estas características pueden estar seriamente afectadas ante la presencia de contaminantes que actúan como agentes intermediarios entre el tren de aterrizaje y el pavimento. Son ejemplo de contaminantes, el agua, partículas sueltas, aceite, etc. Algunos contaminantes pueden ser fácilmente removidos de la pista, mientras que el agua, en su estado líquido o sólido, al precipitarse por fenómenos meteorológicos, es bastante difícil evitar que actúe sobre las condiciones superficiales del pavimento.

3.4.1.2 FRANJAS DESNIVELADAS

Las franjas de desnivelamiento pueden presentarse dentro del área de la pista (la pista parte de la franja) como en las áreas colindantes. Cabe notar que algunos de los accidentes ocurrieron por el choque del tren de aterrizaje con el resalto del pavimento durante una aproximación demasiado corta. Las estructuras de concreto, tales como las utilizadas para los sistemas eléctricos y de drenaje también pueden constituir resaltos, ya que debido a las fallas de la construcción de la estructura, o a que el terreno colindante no está lo suficientemente compactado para resistir el peso de las aeronaves que eventualmente se salgan de la pista. Además, las condiciones del terreno blando en esa área puede también causar la ruptura del tren de aterrizaje y el descontrol direccional de la aeronave.

3.4.1.3 FALTA DE SEÑALIZACIÓN O INFORMACIÓN

El mantenimiento de las ayudas visuales, así como la provisión de señales, particularmente cuando se procesan los trabajos de construcción o de mantenimiento en el área de movimiento de aeronaves es de suma importancia para evitar accidentes. De igual modo, el suministro de la información sobre las condiciones especificadas en el aeródromo a ser proporcionadas por los encargados del mantenimiento o de obras a los órganos de información aeronáutica y tránsito aéreo y los encargados de los servicios de rampa del aeródromo evita accidentes. La expedición de los NOTAM debe ser efectuada en tiempo oportuno, de modo que la tripulación de vuelo tenga previo conocimiento de las condiciones existentes en el aeródromo antes de la respectiva planificación del vuelo.

3.4.1.4 PRESENCIA DE MATERIALES SUELTOS

La presencia de materiales sueltos tales como piedras pedazos de pavimentos, restos de mantenimientos, etc., pueden producir daños en la estructura de las aeronaves o, lo que es peor, ser ingeridas por las turbinas, o incidir en las paletas de las hélices o rotores de las aeronaves. Para evitar accidentes es necesario que se adopten prácticas de inspección diarias,

3.5 GUÍAS PARA LA DEMARCACIÓN DE PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA ZONA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES

Esta señalización permite una mejor orientación para los pilotos, controladores y personal de tierra, tanto en tierra como en el aire. La señalización horizontal de

aeropuertos es por tanto una parte fundamental para la seguridad del tráfico aéreo internacional.

La señalización horizontal de aeropuertos es de igual manera imprescindible para todos los vehículos que se ocupan del transporte de personas y mercancías en el área de maniobras y la explanada del aeropuerto. La señalización horizontal de aeropuertos señala por ejemplo donde está permitido el tránsito o donde está permitido o prohibido detenerse de forma temporal. La señalización indica además el lugar en el que las pistas pueden ser cruzadas.

La señalización horizontal de aeropuertos debe ser fácilmente reconocible por los pilotos desde el aire.

La señalización para las pistas de despegue y aterrizaje es siempre blanca. Es especialmente importante que el inicio y fin de las pistas pueda ser fácilmente reconocido por los pilotos desde el aire con ayuda de la señalización horizontal de aeropuertos. La señalización de fin de pista se conoce en el tráfico aéreo también como umbral. Para completar la señalización horizontal de aeropuertos se debe incluir siempre la designación de la pista correspondiente.

La pista y calle de rodaje, que son las pistas de unión entre las pistas de despegue y aterrizaje, se marcan con material de señalización amarillo en el ámbito de la señalización horizontal de aeropuertos. La explanada, que incluye las zonas de maniobra, descarga y mantenimiento, forma también parte de la zona de seguridad. La explanada se marca normalmente en blanco.

En la señalización horizontal de aeropuertos se emplean máquinas de señalización especialmente diseñadas para ello. Para la señalización horizontal de aeropuertos se establecen unos requisitos especialmente altos. Esto se aplica sobre todo a la capacidad de resistencia de los materiales de señalización que se usan en las pistas de despegue y aterrizaje. Estos están sometidos a un desgaste especialmente alto.

Las máquinas de señalización especiales, que se emplean en la señalización horizontal de aeropuertos, deben trabajar de manera extremadamente fiable, eficiente y rentable. En muchas ocasiones se deben cerrar para este propósito secciones enteras del aeropuerto e incluso pistas de despegue y aterrizaje. Por tanto, un trabajo rápido y de alta calidad es un requisito básico.

La señalización de las pistas se introdujo a principios del siglo XX y requiere una alta precisión. Para alcanzar esta exactitud máxima se requiere de una electrónica de señalización parcial o totalmente automática.

3.6 PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS

Un pavimento es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos, o cualquier otra carga móvil, durante el periodo de tiempo para el cual ha sido diseñado.

Cuando existe un incremento del tráfico o se ha superado el periodo de diseño de un pavimento es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, los cuales por lo general se presentan por la pérdida de elasticidad del pavimento.

3.6.1 EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al transitar, esto significa que la plataforma debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada.

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

3.6.1.1 IMPORTANCIA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

3.6.2 METODO DEL PCI (Pavement Condition Index)

El método de evaluación de pavimento PCI (Pavement Condition Index), fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos en 1978.

El método P.C.I. para pavimentos de aeropuertos, carreteras y estacionamientos ha sido ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por diversas agencias como por ejemplo: la Federal Aviation Administration (FAA 1982), el U.S. Department of Defence (U.S. Air Force 1981 y U.S Army 1982), la American Public Work Association (APWA 1984), etc. Además, el PCI para aeropuertos ha sido publicado por la ASTM como método de análisis (ASTM 1983) ((ASTM1983).

3.6.2.1 OBJETIVOS DEL PCI

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

- Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

Los insumos utilizados en el desarrollo del presente trabajo son:

Computador Portátil
Memoria USB
Software FAARFIELD
Software COMFAA
Software AUTOCAD 2015
Software Google Earth
Software MAGNA PRO 3.0
Software AIRPLAN
Software Global Mapper

4.2 METODOLOGÍA

El objetivo general o principal de la práctica consiste en realizar correcta y satisfactoriamente las actividades planteadas en el inicio, para poder cumplir con dicho objetivo se debe contar con un plan de trabajo que consiste principalmente en tener una metodología de trabajo clara.

La metodología para cumplir todos y cada uno de los objetivos específicos planteados al inicio del documento fue la siguiente:

4.2.1 ELABORAR GUÍAS PARA LA PUBLICACIÓN DE PLANOS DE AERÓDROMO DE LOS AEROPUERTOS DE COLOMBIA PARA LA OFICINA DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN AERONÁUTICA (AIS)

Para elaborar guías para la publicación de planos de aeródromo de los aeropuertos de Colombia para la oficina del Servicio de Información Aeronáutica (AIS), se cuenta con una base de datos actualizada con toda la información física y técnica de todos los aeropuertos y aeródromos del país, en algunos casos se tuvo que tomar datos en el campo debido a que esta información no se encontraba actualizada.

Se realizaron en primera medida las guías para actualización de los 12 principales aeropuertos del país, denominados internacionales y seguidamente los de clave de referencia 2 o regionales, para terminar con los de categoría más baja.

El proyecto de actualización de información para la publicación está estructurado con unos objetivos claros, un cronograma de actividades aeropuerto por aeropuerto y una ejecución óptima y precisa de cada uno de los datos incluidos los planos de perfiles longitudinales y el plano de planta de aeropuertos elaborados en formato dwg de AUTOCAD.

Al finalizar la actualización se expusieron todos los documentos a los funcionarios de la aeronáutica civil encargados de la publicación, AIS y demás dependencias relacionadas.

4.2.2 DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO AEROPORTUARIO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE FAARFIELD DE LA FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION PARA EL AERÓDROMO HACARITAMA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR.

Para cumplir con el objetivo de diseñar la estructura de pavimento aeroportuario mediante la implementación del software FAARFIELD de la Federal Aviation Administration para el aeródromo Hacaritama ubicado en el municipio de Aguachica, Cesar, se realizó la siguiente metodología:

El método para el diseño de la estructura de pavimento del proyecto aeroportuario de Aguachica se llevó a cabo bajo el concepto de la Norma FAA (Federal Aviation Administration), la cual proporciona la metodología para el diseño estructural de pavimentos aeroportuarios. El método está hecho para diseños con aeronaves con peso bruto de despegue superior a 13600 kg o 30000 Lb y para un periodo de 20 años.

Las cargas consideradas para el diseño fue la de peso máximo de despegue, se estima que en la mayoría de los casos el peso se reparte en un 95 % en los trenes principales de la aeronave, mientras el 5% restante por el tren de nariz. Para el análisis de tráfico primero se dará unas apreciaciones generales con respecto los tipos de trenes los cuales hacen parte del análisis de tráfico.

Se designó la aeronave de diseño, la cual es aquella que se tomó como referencia para realizar los cálculos, para este proceso se tomó una base de datos con relación al número de operaciones anuales por tipo de aeronave. La selección de esta no se hizo siempre a partir de aquella que más carga proporcionó al pavimento, ya que no en todos los casos sucede que la aeronave más pesada requerirá el pavimento con mayor espesor, así que la selección se puede hacer también a partir de aquella que más operaciones realiza.

El aeropuerto de Hacaritama es un proyecto nuevo y no posee datos de operaciones por este motivo se realizó una estimación del tráfico aproximado con datos del aeropuerto del municipio de Arauca que muestra características similares con el del proyecto actual. Al asignar la aeronave de diseño se realizó una conversión de todos los trenes correspondientes a las aeronaves que se encuentren presentes, con respecto al tren de diseño.

4.2.3 EVALUAR EL ESTADO DE SUPERFICIE DE PAVIMENTOS Y NÚMERO DE CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS (PCN), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE COMFAA DE LA FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, PARA LOS AEROPUERTOS Y AERÓDROMOS ESTABLECIDOS.

Para desarrollar el objetivo de evaluar el estado de superficie de pavimentos y número de clasificación de pavimentos (PCN), mediante la utilización del software COMFAA de la Federal Aviation Administration, para los aeropuertos y aeródromos establecidos se utilizó el método recomendado para determinar pista del aeropuerto, calle de rodaje y la resistencia del pavimento con el número de clasificación de aeronaves - Número de Clasificación de pavimento, por el método (ACN -PCN). El software COMFAA es capaz de calcular números de clasificación de aeronaves de conformidad con el procedimiento de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Aunque el programa permite al usuario calcular los valores de ACN para cualquier aeronave, hay que recordar que los valores oficiales de ACN son proporcionados por el fabricante de un avión particular.

El programa se utiliza para el diseño de espesor del pavimento en el procedimiento requerido para la determinación de PCN por el método de evaluación técnica, como se describe en la FAA Asesor Circular 150 / 5335-5A "método estandarizado de presentación de informes de Pavimentos Aeroportuarios Resistencia - PCN".

Un archivo de ayuda se incluye lo que le da una breve información sobre las capacidades del programa y cómo utilizar las distintas funciones. En un informe adicional se describen los procedimientos que se utilizan para calcular resistencia y espesor del pavimento.

El archivo aviones externo contiene los trenes de aterrizaje utilizadas como ejemplos en el manual de diseño de pavimentos de la OACI – Organización de la

Aviación Civil Internacional, todo está dado en unidades de medida del sistema inglés.

4.2.4 REALIZAR EVALUACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA.

Como metodología para la realización de la evaluación de planes de mantenimiento de infraestructura aeroportuaria inicialmente se identificó cada aeropuerto por su clave de referencia, se realizó una clasificación de los mismos para así tener las principales características físicas de las instalaciones, los servicios que se prestan, la infraestructura existente y el estado en que se encontraba. Cada aeródromo y aeropuerto cuenta con características diferentes sin importar que se encuentren dentro de la misma clasificación, por ende se debe realizar para cada instalación una guía específica de mantenimiento.

Se pretendía inicialmente realizar el plan de mantenimiento para varios aeropuertos del territorio nacional, pero debido a su complejidad se implementó dicho plan de mantenimiento para el aeródromo La Francia, ubicado en el municipio de El Paso, Cesar y de propiedad de Carbones del Cesar, por solicitud del propio explotador.

Como primera medida se deben tener claras todas las características físicas del aeródromo y las especificaciones del mismo, en este caso se va a realizar un plan de mantenimiento para el lado aire del aeródromo, es decir qué tipo de procedimiento y como se debe hacer para mantener de manera óptima la vida útil de todas las estructuras que pertenecen a la zona de movimiento de aeronaves.

Esto se hace tomando cada estructura del lado aire, por ejemplo, franjas de seguridad, pista, plataforma, calles de rodaje, etc; se determina su estado actual, se toman registros y se procede a tomar decisiones respecto al mantenimiento que se debe hacer ya sea preventivo o correctivo para que esta funcione adecuadamente, teniendo en cuenta las especificaciones de los manuales de mantenimiento aeroportuarios internacionales.

4.2.4 EJECUTAR LAS GUÍAS PARA LA DEMARCACIÓN DE PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA ZONA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES PARA LOS AEROPUERTOS QUE SE REQUIERAN EN EL PERIODO DE LA PRÁCTICA.

Para realizar las guías para la demarcación de proyectos de señalización horizontal en la zona de movimiento de aeronaves para los aeropuertos que se requieran en el periodo de la práctica, se tuvieron en cuenta la totalidad de consideraciones establecidas en el Reglamento Aeronáutico Colombiano en su parte décimo cuarta (RAC 14) en el aparte de señalización donde existen especificaciones técnicas para la realización adecuada de esta tarea.

Con base en el manual de señalización horizontal de la OACI se realizaron las guías para los planos de señalización horizontal de los aeródromos requeridos; lo primero que se hizo fue identificar qué tipo de estructura era, si era una pista, una plataforma o una calle de rodaje, de acuerdo con esto se procedió a realizar la señalización específica en formato AUTOCAD, tomando las dimensiones reales de cada estructura y de cada tipo de señalización, ya que estos planos se enviarán desde el Grupo De Inspección De Aeropuertos de la Aeronáutica Civil hacia cada Aeropuerto que lo requiera para ejecutar la señalización o tenerla como referencia.

Estos planos de señalización horizontal tuvieron que ser revisados meticulosamente antes de su aprobación ya que son determinantes para la seguridad operacional de cada aeropuerto y deben estar perfectamente diseñados para evitar algún tipo de inconveniente.

Para el presente trabajo se realizaron los planos de señalización horizontal para la Pista principal y plataforma del Aeropuerto Santa Ana de Cartago, Plataforma del Aeropuerto Benito Salas de Neiva, Pista y calles de rodaje del Aeropuerto Alfredo Vásquez Cobo de Leticia, Pista del Aeropuerto Almirante Padilla de Riohacha, La plataforma del Aeropuerto León Bentley de Mitú, La pista del aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta y Pista del aeropuerto Guillermo León Valencia de Popayán.

4.2.6 DISEÑAR LA SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTÁCULOS PARA EL PROYECTO DEL AEROPUERTO EL DORADO 2.

Para realizar el diseño de la superficie limitadora de obstáculos, lo primero fue utilizar el software MAGNA SIRGAS PRO 3.0 y GLOBAL MAPPER para georreferenciar en Google Earth los ejes y franjas de seguridad de las dos pistas del proyecto del aeropuerto internacional ELDORADO 2 ubicado en los límites de los municipios de Madrid y Facatativá, Cundinamarca. Seguidamente se deben superponer los modelos básicos de una superficie limitadora de obstáculos en las pistas ya georreferenciadas, para cada una de manera independiente y diseñar de manera mecánica una superficie única, con base en las intersecciones de cada una de estas dos superficies, teniendo como prioridad los valores más críticos de altura.

Al tener el modelo geométrico ya establecido según el numeral 14.3.4.1 del RAC 14, se procedió a calcular los valores de cada pendiente, cada altura y cada elevación para dicha superficie, de allí se estableció cada zona de la superficie y se da por finalizado el diseño, que se plasma en el plano georreferenciado en Google Earth con las respectivas memorias del diseño.

4.2.7 DIAGNOSTICAR EL ESTADO SUPERFICIAL DE LA PISTA PRINCIPAL AERÓDROMO TOLEMAIDA.

El desarrollo de esta actividad comenzó necesariamente con la inspección visual del elemento estructural, en este caso la superficie de la pista principal de la Base militar del municipio de Tolemaida.

Se realizó el recorrido de la pista de 3600 metros de longitud en aproximadamente 2 horas y media, teniendo en cuenta todos los elementos pertenecientes a la pista, tales como Bermas, franjas de seguridad, pista principal, RESA, etc. se tomaron registros fotográficos de las características físicas más importantes que se observaron durante la inspección y se procedió a tomar atenta nota de las medidas y registros de medidas que se requirieron.

Ya fuera del terreno se analizó de manera visual las patologías presentes en la pista con base en la inspección que se realizó y las imágenes obtenidas.

Tomando como documento de soporte para el diagnóstico del estado de la pista, el Manual de inspección para pavimentos flexibles del INVIAS, se realizó un informe

cuidadoso y específico de cada una de las lesiones y fallas encontradas durante la inspección.

Este documento se envió al propietario o explotador, en este caso las F.F.M.M. para que ellos con este documento oficial de la autoridad aeronáutica, realicen las respectivas correcciones y mantenimientos a la estructura que se inspeccionó.

5 DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 DISEÑAR LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO AEROPORTUARIO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE FAARFIELD DE LA FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION PARA EL AERÓDROMO HACARITAMA UBICADO EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA, CESAR.

El aeropuerto se comenzó a construir a partir del diseño presentado por la Universidad de Pamplona en el año 2014, el cual contenía todos los aspectos relacionados al cumplimiento de las normas aeroportuarias.

El proyecto tiene una expectativa de construcción final de 1600 metros de longitud total de pista.

5.1.1 Posición geográfica del proyecto

Coordenadas en el sistema geodésico de referencia WGS-84.

Coordenadas de Cabeceras.					
Nombre	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		Elevación (m)
	Latitud	Longitud	Norte	Este	
Cabecera 12	8°14'57.536"	73°35'16.619"	1.404.025,72	1.053.937,81	153.620
Cabecera 30	8°14'38.979"	73°34'27.773"	1.403.457,49	1.055.433,51	168.500

Tabla 3. Coordenadas de Cabeceras

5.1.2 Características físicas previstas para el aeropuerto.

A continuación se describen las características físicas de acuerdo con los planos presentados para el proyecto y la comparación correspondiente con base en la clave de referencia que consideramos más adecuada teniendo en cuenta los elementos topográficos adyacentes.

INSTALACIONES LADO AIRE	NORMA	PROYECTO PRIMERA FASE	PROYECTO SEGUNDA FASE
Clave de referencia	2B	2B	3C
Designación	12/30	12/30	12/30
Azimut verdadero	11° 52'26"	11° 52'26"	11° 52'26"
Declinación Magnética	7° 49' W	7° 49' W	7° 49' W
Longitud de pista	Desde 800 m hasta 1.200 m (exclusive)	1600 m	1600 m
Ancho De Pista	23 m	23 m	30 m
Pendiente Longitudinal prom.	1 %	0.93 %	0.93 %
Ancho De Franja	150 m	150 m	150 m
Pendiente Transversal pista	1%	1%	1%
Pendiente Transversal franja	2.5%	2.5%	2.5%
Longitud Franja De Pista	1720 metros	1720 metros	1720 metros

Tabla 4. Características físicas previstas para el aeropuerto

5.1.2 ESTUDIOS Y DISEÑOS

5.1.2.1 Estudio geotécnico Para el estudio de suelos en pavimento se deben analizar todas las capas que debe contener la estructura mediante el estudio de suelos correspondiente.

Calidad de las capas de acuerdo a normas: una vez se tengan los resultados del estudio de suelos, se verifican con los estándares de las normas preestablecidas para cada capa, con el fin de verificar la capacidad real de soporte de la estructura y obtener el número de clasificación del pavimento PCN, y las condiciones de operación de la aeronave crítica, para determinar si se requiere un reforzamiento

Análisis de la subrasante. Además de los ensayos ya mencionados como clasificación del suelo, granulometría, densidad, capacidad de soporte CBR es necesario conocer la afectación que se puede dar por la presencia de agua, niveles freáticos, ascensión capilar, afectaciones del drenaje. Etc.

Para obtener una mayor información remitirse a los anexos donde se encontrarán los estudios de suelos correspondientes que fueron realizados.

5.1.2.2 Diseño geométrico

Se incluyen las rasantes verdaderas de diseño, las pendientes transversales que corresponden al 0.93% y la pendiente longitudinal de la pista que corresponde al 1%, las cuales se relacionan a continuación en la siguiente tabla:

EJE PISTA AEROPUERTO HACARITAMA - AGUACHICA							
RASANTE DE DISEÑO - PENDIENTE TRANSVERSAL 1%							
ABSCISA	IZQUIERDA			EJE	DERECHA		
	11,5	9	4,5	0	4,5	9	11,5
K0+000,00	153,505	153,530	153,575	153,620	153,575	153,530	153,505
K0+010,00	153,598	153,623	153,668	153,713	153,668	153,623	153,598
K0+020,00	153,691	153,716	153,761	153,806	153,761	153,716	153,691
K0+030,00	153,784	153,809	153,854	153,899	153,854	153,809	153,784
K0+040,00	153,877	153,902	153,947	153,992	153,947	153,902	153,877
K0+050,00	153,97	153,995	154,040	154,085	154,040	153,995	153,97
K0+060,00	154,063	154,088	154,133	154,178	154,133	154,088	154,063
K0+070,00	154,156	154,181	154,226	154,271	154,226	154,181	154,156

K0+080,00	154,249	154,274	154,319	154,364	154,319	154,274	154,249
K0+090,00	154,342	154,367	154,412	154,457	154,412	154,367	154,342
K0+100,00	154,435	154,460	154,505	154,550	154,505	154,460	154,435
K0+110,00	154,528	154,553	154,598	154,643	154,598	154,553	154,528
K0+120,00	154,621	154,646	154,691	154,736	154,691	154,646	154,621
K0+130,00	154,714	154,739	154,784	154,829	154,784	154,739	154,714
K0+140,00	154,807	154,832	154,877	154,922	154,877	154,832	154,807
K0+150,00	154,9	154,925	154,970	155,015	154,970	154,925	154,9
K0+160,00	154,993	155,018	155,063	155,108	155,063	155,018	154,993
K0+170,00	155,086	155,111	155,156	155,201	155,156	155,111	155,086
K0+180,00	155,179	155,204	155,249	155,294	155,249	155,204	155,179
K0+190,00	155,272	155,297	155,342	155,387	155,342	155,297	155,272
K0+200,00	155,365	155,390	155,435	155,480	155,435	155,390	155,365
K0+210,00	155,458	155,483	155,528	155,573	155,528	155,483	155,458
K0+220,00	155,551	155,576	155,621	155,666	155,621	155,576	155,551
K0+230,00	155,644	155,669	155,714	155,759	155,714	155,669	155,644
K0+240,00	155,737	155,762	155,807	155,852	155,807	155,762	155,737
K0+250,00	155,83	155,855	155,900	155,945	155,900	155,855	155,83
K0+260,00	155,923	155,948	155,993	156,038	155,993	155,948	155,923
K0+270,00	156,016	156,041	156,086	156,131	156,086	156,041	156,016
K0+280,00	156,109	156,134	156,179	156,224	156,179	156,134	156,109
K0+290,00	156,202	156,227	156,272	156,317	156,272	156,227	156,202
K0+300,00	156,295	156,320	156,365	156,410	156,365	156,320	156,295

K0+310,00	156,388	156,413	156,458	156,503	156,458	156,413	156,388
K0+320,00	156,481	156,506	156,551	156,596	156,551	156,506	156,481
K0+330,00	156,574	156,599	156,644	156,689	156,644	156,599	156,574
K0+340,00	156,667	156,692	156,737	156,782	156,737	156,692	156,667
K0+350,00	156,76	156,785	156,830	156,875	156,830	156,785	156,76
K0+360,00	156,853	156,878	156,923	156,968	156,923	156,878	156,853
K0+370,00	156,946	156,971	157,016	157,061	157,016	156,971	156,946
K0+380,00	157,039	157,064	157,109	157,154	157,109	157,064	157,039
K0+390,00	157,132	157,157	157,202	157,247	157,202	157,157	157,132
K0+400,00	157,225	157,250	157,295	157,340	157,295	157,250	157,225
K0+410,00	157,318	157,343	157,388	157,433	157,388	157,343	157,318
K0+420,00	157,411	157,436	157,481	157,526	157,481	157,436	157,411
K0+430,00	157,504	157,529	157,574	157,619	157,574	157,529	157,504
K0+440,00	157,597	157,622	157,667	157,712	157,667	157,622	157,597
K0+450,00	157,69	157,715	157,760	157,805	157,760	157,715	157,69
K0+460,00	157,783	157,808	157,853	157,898	157,853	157,808	157,783
K0+470,00	157,876	157,901	157,946	157,991	157,946	157,901	157,876
K0+480,00	157,969	157,994	158,039	158,084	158,039	157,994	157,969
K0+490,00	158,062	158,087	158,132	158,177	158,132	158,087	158,062
K0+500,00	158,155	158,180	158,225	158,270	158,225	158,180	158,155
K0+510,00	158,248	158,273	158,318	158,363	158,318	158,273	158,248
K0+520,00	158,341	158,366	158,411	158,456	158,411	158,366	158,341
K0+530,00	158,434	158,459	158,504	158,549	158,504	158,459	158,434

K0+540,00	158,527	158,552	158,597	158,642	158,597	158,552	158,527
K0+550,00	158,62	158,645	158,690	158,735	158,690	158,645	158,62
K0+560,00	158,713	158,738	158,783	158,828	158,783	158,738	158,713
K0+570,00	158,806	158,831	158,876	158,921	158,876	158,831	158,806
K0+580,00	158,899	158,924	158,969	159,014	158,969	158,924	158,899
K0+590,00	158,992	159,017	159,062	159,107	159,062	159,017	158,992
K0+600,00	159,085	159,110	159,155	159,200	159,155	159,110	159,085
K0+610,00	159,178	159,203	159,248	159,293	159,248	159,203	159,178
K0+620,00	159,271	159,296	159,341	159,386	159,341	159,296	159,271
K0+630,00	159,364	159,389	159,434	159,479	159,434	159,389	159,364
K0+640,00	159,457	159,482	159,527	159,572	159,527	159,482	159,457
K0+650,00	159,55	159,575	159,620	159,665	159,620	159,575	159,55
K0+660,00	159,643	159,668	159,713	159,758	159,713	159,668	159,643
K0+670,00	159,736	159,761	159,806	159,851	159,806	159,761	159,736
K0+680,00	159,829	159,854	159,899	159,944	159,899	159,854	159,829
K0+690,00	159,922	159,947	159,992	160,037	159,992	159,947	159,922
K0+700,00	160,015	160,040	160,085	160,130	160,085	160,040	160,015
K0+710,00	160,108	160,133	160,178	160,223	160,178	160,133	160,108
K0+720,00	160,201	160,226	160,271	160,316	160,271	160,226	160,201
K0+730,00	160,294	160,319	160,364	160,409	160,364	160,319	160,294
K0+740,00	160,387	160,412	160,457	160,502	160,457	160,412	160,387
K0+750,00	160,48	160,505	160,550	160,595	160,550	160,505	160,48
K0+760,00	160,573	160,598	160,643	160,688	160,643	160,598	160,573

K0+770,00	160,666	160,691	160,736	160,781	160,736	160,691	160,666
K0+780,00	160,759	160,784	160,829	160,874	160,829	160,784	160,759
K0+790,00	160,852	160,877	160,922	160,967	160,922	160,877	160,852
K0+800,00	160,945	160,970	161,015	161,060	161,015	160,970	160,945
K0+810,00	161,038	161,063	161,108	161,153	161,108	161,063	161,038
K0+820,00	161,131	161,156	161,201	161,246	161,201	161,156	161,131
K0+830,00	161,224	161,249	161,294	161,339	161,294	161,249	161,224
K0+840,00	161,317	161,342	161,387	161,432	161,387	161,342	161,317
K0+850,00	161,41	161,435	161,480	161,525	161,480	161,435	161,41
K0+860,00	161,503	161,528	161,573	161,618	161,573	161,528	161,503
K0+870,00	161,596	161,621	161,666	161,711	161,666	161,621	161,596
K0+880,00	161,689	161,714	161,759	161,804	161,759	161,714	161,689
K0+890,00	161,782	161,807	161,852	161,897	161,852	161,807	161,782
K0+900,00	161,875	161,900	161,945	161,990	161,945	161,900	161,875
K0+910,00	161,968	161,993	162,038	162,083	162,038	161,993	161,968
K0+920,00	162,061	162,086	162,131	162,176	162,131	162,086	162,061
K0+930,00	162,154	162,179	162,224	162,269	162,224	162,179	162,154
K0+940,00	162,247	162,272	162,317	162,362	162,317	162,272	162,247
K0+950,00	162,34	162,365	162,410	162,455	162,410	162,365	162,34
K0+960,00	162,433	162,458	162,503	162,548	162,503	162,458	162,433
K0+970,00	162,526	162,551	162,596	162,641	162,596	162,551	162,526
K0+980,00	162,619	162,644	162,689	162,734	162,689	162,644	162,619
K0+990,00	162,712	162,737	162,782	162,827	162,782	162,737	162,712

K1+000,00	162,805	162,830	162,875	162,920	162,875	162,830	162,805
K1+010,00	162,898	162,923	162,968	163,013	162,968	162,923	162,898
K1+020,00	162,991	163,016	163,061	163,106	163,061	163,016	162,991
K1+030,00	163,084	163,109	163,154	163,199	163,154	163,109	163,084
K1+040,00	163,177	163,202	163,247	163,292	163,247	163,202	163,177
K1+050,00	163,27	163,295	163,340	163,385	163,340	163,295	163,27
K1+060,00	163,363	163,388	163,433	163,478	163,433	163,388	163,363
K1+070,00	163,456	163,481	163,526	163,571	163,526	163,481	163,456
K1+080,00	163,549	163,574	163,619	163,664	163,619	163,574	163,549
K1+090,00	163,642	163,667	163,712	163,757	163,712	163,667	163,642
K1+100,00	163,735	163,760	163,805	163,850	163,805	163,760	163,735
K1+110,00	163,828	163,853	163,898	163,943	163,898	163,853	163,828
K1+120,00	163,921	163,946	163,991	164,036	163,991	163,946	163,921
K1+130,00	164,014	164,039	164,084	164,129	164,084	164,039	164,014
K1+140,00	164,107	164,132	164,177	164,222	164,177	164,132	164,107
K1+150,00	164,2	164,225	164,270	164,315	164,270	164,225	164,2
K1+160,00	164,293	164,318	164,363	164,408	164,363	164,318	164,293
K1+170,00	164,386	164,411	164,456	164,501	164,456	164,411	164,386
K1+180,00	164,479	164,504	164,549	164,594	164,549	164,504	164,479
K1+190,00	164,572	164,597	164,642	164,687	164,642	164,597	164,572
K1+200,00	164,665	164,690	164,735	164,780	164,735	164,690	164,665
K1+210,00	164,758	164,783	164,828	164,873	164,828	164,783	164,758
K1+220,00	164,851	164,876	164,921	164,966	164,921	164,876	164,851

K1+230,00	164,944	164,969	165,014	165,059	165,014	164,969	164,944
K1+240,00	165,037	165,062	165,107	165,152	165,107	165,062	165,037
K1+250,00	165,13	165,155	165,200	165,245	165,200	165,155	165,13
K1+260,00	165,223	165,248	165,293	165,338	165,293	165,248	165,223
K1+270,00	165,316	165,341	165,386	165,431	165,386	165,341	165,316
K1+280,00	165,409	165,434	165,479	165,524	165,479	165,434	165,409
K1+290,00	165,502	165,527	165,572	165,617	165,572	165,527	165,502
K1+300,00	165,595	165,620	165,665	165,710	165,665	165,620	165,595
K1+310,00	165,688	165,713	165,758	165,803	165,758	165,713	165,688
K1+320,00	165,781	165,806	165,851	165,896	165,851	165,806	165,781
K1+330,00	165,874	165,899	165,944	165,989	165,944	165,899	165,874
K1+340,00	165,967	165,992	166,037	166,082	166,037	165,992	165,967
K1+350,00	166,060	166,085	166,130	166,175	166,130	166,085	166,060
K1+360,00	166,153	166,178	166,223	166,268	166,223	166,178	166,153
K1+370,00	166,246	166,271	166,316	166,361	166,316	166,271	166,246
K1+380,00	166,339	166,364	166,409	166,454	166,409	166,364	166,339
K1+390,00	166,432	166,457	166,502	166,547	166,502	166,457	166,432
K1+400,00	166,525	166,550	166,595	166,640	166,595	166,550	166,525
K1+410,00	166,618	166,643	166,688	166,733	166,688	166,643	166,618
K1+420,00	166,711	166,736	166,781	166,826	166,781	166,736	166,711
K1+430,00	166,804	166,829	166,874	166,919	166,874	166,829	166,804
K1+440,00	166,897	166,922	166,967	167,012	166,967	166,922	166,897
K1+450,00	166,990	167,015	167,060	167,105	167,060	167,015	166,990

K1+460,00	167,083	167,108	167,153	167,198	167,153	167,108	167,083
K1+470,00	167,176	167,201	167,246	167,291	167,246	167,201	167,176
K1+480,00	167,269	167,294	167,339	167,384	167,339	167,294	167,269
K1+490,00	167,362	167,387	167,432	167,477	167,432	167,387	167,362
K1+500,00	167,455	167,480	167,525	167,570	167,525	167,480	167,455
K1+510,00	167,548	167,573	167,618	167,663	167,618	167,573	167,548
K1+520,00	167,641	167,666	167,711	167,756	167,711	167,666	167,641
K1+530,00	167,734	167,759	167,804	167,849	167,804	167,759	167,734
K1+540,00	167,827	167,852	167,897	167,942	167,897	167,852	167,827
K1+550,00	167,920	167,945	167,990	168,035	167,990	167,945	167,920
K1+560,00	168,013	168,038	168,083	168,128	168,083	168,038	168,013
K1+570,00	168,106	168,131	168,176	168,221	168,176	168,131	168,106
K1+580,00	168,199	168,224	168,269	168,314	168,269	168,224	168,199
K1+590,00	168,292	168,317	168,362	168,407	168,362	168,317	168,292
K1+600,00	168,385	168,410	168,455	168,500	168,455	168,410	168,385

Tabla 5. Rasante de diseño pista principal aeropuerto Hacaritama.

Adicionalmente a lo anterior en los anexos se observan detalladamente las longitudes, anchos, pendientes, elevaciones y posiciones geográficas finales en el plano del diseño geométrico realizado en AutoCAD y un archivo de georreferencia de extensión kmz en Google Earth y un archivo en Microsoft Excel relacionando las rasantes.

5.1.2.3 Diseño estructural

El objetivo consiste en rediseñar la estructura de pavimento para la construcción de la pista de aterrizaje del aeropuerto Hacaritama en la ciudad de Aguachica – Cesar determinando los espesores del diseño del pavimento flexible empleando la metodología FAA.





5.1.2.3.1 Análisis de tráfico.

El Método para el diseño de la estructura de pavimento del proyecto aeroportuario de Aguachica se llevó a cabo bajo el concepto de la Norma FAA (Federal Aviation Administration), la cual proporciona la metodología para el diseño estructural de pavimentos aeroportuarios. El método está hecho para diseños con aeronaves con peso bruto decolaje superior a 13600 kg o 30000 Lb y para un periodo de 20 años.

5.1.2.3.2 Cargas, tráfico y aeronave de diseño.

Las cargas consideradas para el diseño es la de peso máximo de despegue, se ha estimado que en la mayoría de los casos el pesos se reparte en un 95 % en los trenes principales de la aeronave, mientras el 5% restante por el tren de nariz.

Para el análisis de tráfico primero se dará unas apreciaciones generales con respecto los tipos de trenes los cuales hacen parte del análisis de tráfico. En seguida se presenta la tabla de trenes que expone la FAA.

Gear	Gear Designation	Airplane Example
S	 Single	Sngl Whl-45
D	 Dual	B737-100
2S	 2 Singles in Tandem	C-130
2D	 2 Duals in Tandem	B767-200


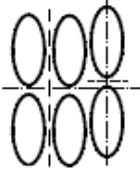
3D	 <p>3 Duals in Tandem</p>	B777-200
2T	 <p>two Triple Wheels in Tandem</p>	C-17A

Tabla 6. Tipo de trenes de aterrizaje de las aeronaves.

Se designa la aeronave de diseño, la cual es aquella que se tomara como referencia para realizar los cálculos, para este proceso se debe tener una base de datos con relación al número de operaciones anuales por tipo de aeronave. La selección de esta no se hará siempre a partir de aquella que más carga proporcionara al pavimento, ya que no en todos los casos sucede que la aeronave más pesada requerirá el pavimento con mayor espesor, así que la selección se puede hacer también a partir de aquella que más operaciones realiza.

En la siguientes tablas se muestra el volumen de tráfico aéreo a utilizar para el diseño, el aeropuerto de Hacaritama es un proyecto nuevo y no posee datos de operaciones por este motivo se realiza una estimación del tráfico aproximado con datos del aeropuerto del municipio de Arauca que muestra características similares con el del proyecto actual.

Tipo de avión	Máximo peso de despegue de la aeronave		Tipo de tren	Promedio vuelos anuales	% de vuelos	Cargas anuales por aeronave
	kg	lb				
Embraer 170	35990	79344	ruedas dobles	2880	25	103.651.200
ATR 72	19990	44070	ruedas dobles	3600	31,25	71.964.000
Airbus 318	59000	130075	ruedas dobles	2160	18,75	127.440.000
Antonov 32	27000	59526	ruedas dobles	2880	25	77.760.000
totales				11520	100	380.815.200

Tabla 7. Tráfico aéreo del aeropuerto Hacaritama

Al asignar la aeronave de diseño se deberá realizar una conversión de todos los trenes correspondientes a las aeronaves que se encuentren presentes, con respecto al tren de diseño, en este caso todas las aeronaves son de eje doble, por lo tanto no se realiza ninguna conversión.

Después se realizar otra conversión de las salidas anuales de cada aeronave a las salidas equivalentes anuales correspondientes a la aeronave de diseño, esta segunda conversión se realiza con la siguiente formula.

$$\log^{10}(R1) = \log^{10}(R2) * \left(\frac{W2}{W1}\right)^{1/2}$$

Dónde:

R1= Salidas anuales equivalentes a la aeronave de diseño.

R2 = Salidas anuales de cada aeronave expresadas en la configuración del tren de diseño.

W1= Carga por unidad de rueda de la aeronave de diseño

W2= Carga por unidad de rueda de la aeronave a calcular.

Al realizar esta conversión con todas las aeronaves se suman las salidas equivalentes anuales de cada uno, y se obtiene el total de salidas equivalentes anuales.

Tipo de avión	Salidas equivalentes al tren de diseño	Peso (lb)	Número de ruedas	Carga por rueda	Factor peso 95%	Salidas equivalentes anuales
Embraer 170	2880	79344	4	19836	18844,2	503
ATR 72	3600	44070	4	11017,5	10466,625	117
Airbus 318	2160	130075	4	32518,75	30892,8125	2160
Antonov 32	2880	59526	4	14881,5	14137,425	219
Salidas equivalentes anuales						3000

AERONAVE DE DISEÑO AIRBUS318

Tabla 8. Salidas equivalentes anuales correspondiente a la aeronave de diseño.

5.1.2.3.3. Determinación de espesores

De acuerdo con la metodología FAA y empleando la rutina de cálculo FAARFIELD, se define la siguiente alternativa de estructura de pavimento

Mejoramiento de Subrasante, Materiales granulares estabilizado con cemento y Mezcla asfáltica densa en caliente.

Alternativa:

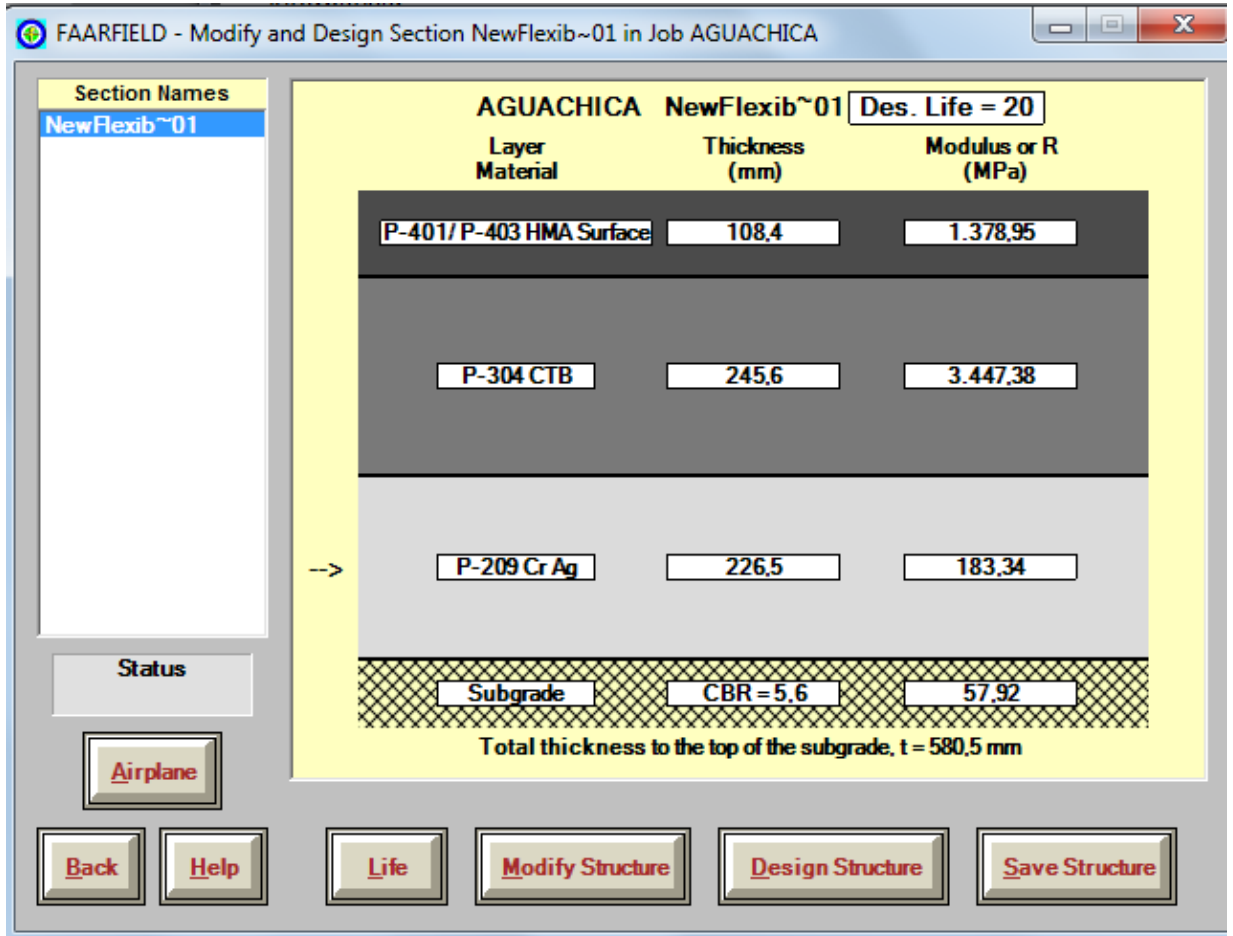


Figura 31 Estructura del pavimento de la pista principal del aeropuerto Hacaritama.

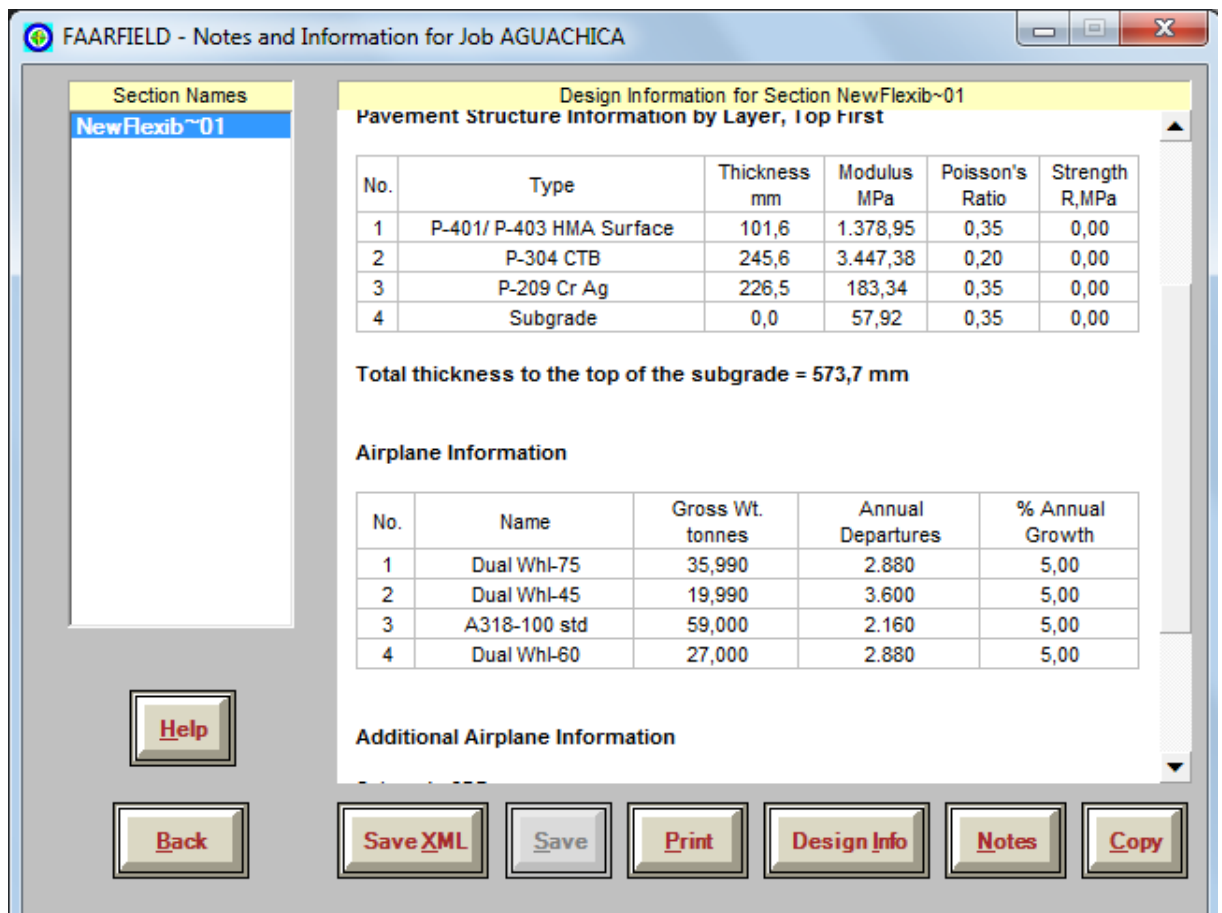


Figura 32. Memorias de cálculo de la estructura de la pista principal del aeropuerto Hacaritama.

Realizando un diseño de la estructura mediante la utilización del software FAARFIELD de la Federal Aviation Administration, se obtuvo una estructura con una capa de rodadura de 101,6 mm que estará constituida con un material P-401 – Plant Mix Bituminous Pavements (Pavimento de mezcla bituminosa) o P-403 – HMA Base Course (Base de mezcla asfáltica en caliente).

La capa base tiene un espesor de 210 mm y sugiere una base estabilizada rígida con material P-304 – Cement Treated Base Course (Base tratada con cemento).

La subbase estará constituida por un espesor de 214,8 mm y de un material tipo P-209 – Crushed Aggregate Base Course (Base de agregados triturados).

En vista de la reducida capacidad de los suelos, se hace necesario recomendar un mejoramiento de las subrasante. Se recomienda emplear un material granular tipo subbase granular P-154, el cual estará formada por partículas o fragmentos de

agregados granulares duraderos duros. Este material será mezclado o mezclado con arena fina, arcilla, polvo de piedra, u otros materiales de unión o de relleno similares producidos a partir de fuentes aprobadas. Esta mezcla debe ser uniforme y deberá cumplir con los requisitos de estas especificaciones en cuanto a la gradación, las constantes del suelo, y será capaz de ser compactado en una capa densa y estable subbase.

5.1.2.3.4 Estructura recomendada

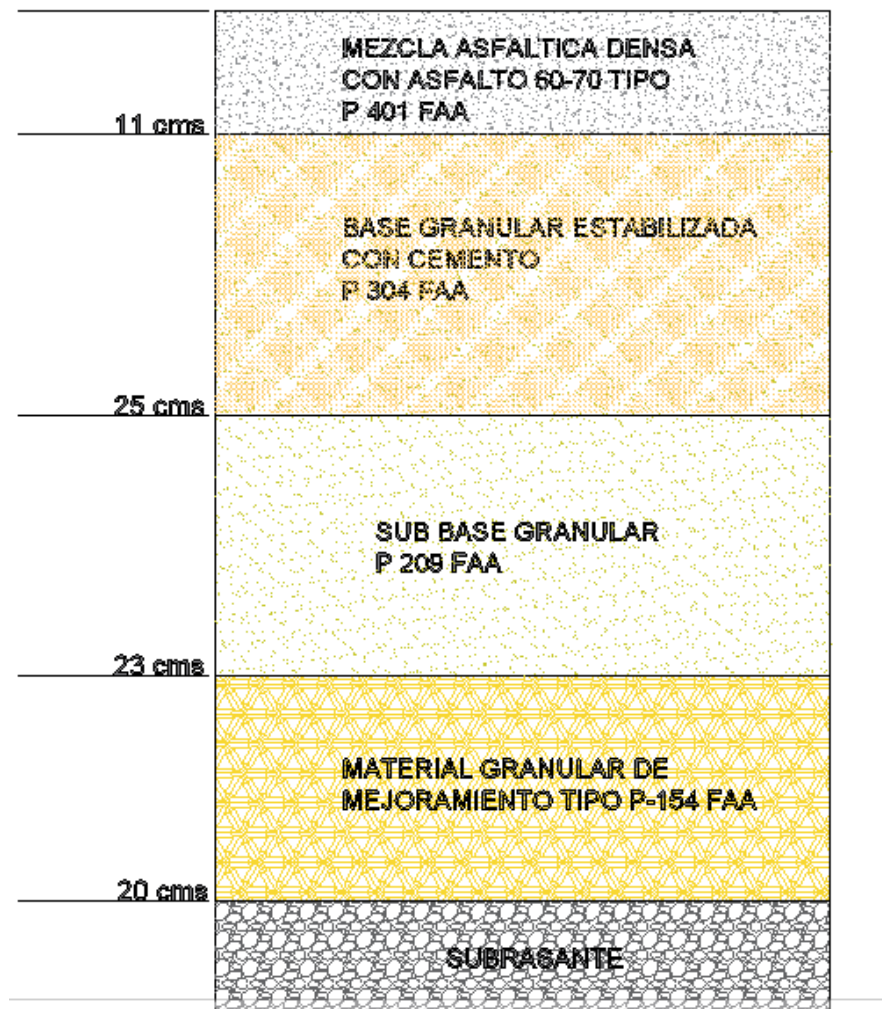


Figura 33 Estructura recomendada de pavimento.

Para una mejor observación de la estructura se anexa un plano en AutoCAD donde se encuentra el diseño del pavimento.

5.2 ELABORAR GUÍAS PARA LA PUBLICACIÓN DE PLANOS DE AERÓDROMO DE LOS AEROPUERTOS DE COLOMBIA PARA LA OFICINA DEL SERVICIO DE INFORMACIÓN AERONÁUTICA (AIS)

La información que se modificó y actualizó en los planos de aeródromo se relaciona a continuación, allí se encuentra especificada la información de cada uno de los 12 aeródromos internacionales actualizados de manera individual y todo lo anterior se condensa en cada plano que se realizó y se entregó a la oficina de publicaciones de la Aeronáutica Civil (AIS) y que se adjunta en formato PDF y DWG al presente trabajo:

5.2.1 BOGOTA

5.2.1.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 04° 42' 05.77" N 074° 08' 49.04 W
- Elevación: 2.547.49 m/ 8.360 ft.

5.2.1.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Concreto

Resistencia: PCN 61/R/D/W/T

- Calles de rodaje: Anchura: A, B, C, D, M, N, V.= 30 m

P, R, S, T, U, Z = 39 m

W, Y = 44 m

E = 65 m

- Superficie: Asfalto y concreto
Resistencia: TWY A, B, C, D, J, R, S, W, E, Y: PCN 80/F/C/W/T
TWY M, N, P, U, V: PCN 104/F/D/W/T
- Calles de rodaje acceso a puntos de estacionamiento:

Anchura: A1, A2, A3, A4 = 14m

M1, M4 = 25m

M2, W1 = 36m (categoría C o inferior)

J entre F y plataforma y puente aéreo = 36m (categoría C o inferior)

Y entre I y Y2 = 36m (hasta categoría C)

entre Z y D = 36m (categoría C o inferior)

E = 65m (categoría E o inferior)

Y

E1, E2 entre R y plataforma nacional = 36m (Categoría C o inferior)

Posiciones de comprobación: VOR: NIL

INS: A, B, C- 04° 42.1´ N 074° 09.0´W

Altímetro: Plataforma terminal, elevación 8.361 FT

Observaciones: *R Estructura rígida con pavimento flexible.

5.2.1.3. OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Sí.

RWY: 31R

Obstáculo: Línea de energía

Localización: 600m del umbral de RWY, elevación 10 m, rumbo 127°

Señalización: Iluminados

Observaciones: NIL

5.2.1.4. CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie - Resistencia- ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
13L	134	3.800 x 45	04 42 48,22 N 074 09 07,46 W	2.545,76 8.352	No	No	3.920 x 300	Asfalto PCN 104/F/D/W/T
31R	314	3.800 x 45	04 41 33,72 N 074 07 29,02 W	2.547,14 8.357	No	No		
				2.544,40				
RWY		TORA (m)		TODA (m)		ASDA (m)		LDA (m)
13L		3.800		3.800		3.800		3.800
31R		3.800		3.800		3.800		3.800
13R		3.800		4.100		3.860		3.800
31L		3.800		4.100		3.860		3.800

Tabla 9. Características físicas de la pista.

5.2.1.5. DISTANCIAS DECLARADAS

Tabla 10. Distancias declaradas.

5.2.2 BARRANQUILLA

5.2.2.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 10 53 18,85 N 074 46 54,36 W
- Elevación: 29,85 m / 98 ft

5.2.2.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Concreto
Resistencia: PCN 50/R/B/W/T
- Calles de rodaje: Anchura: A, B, C, D, E, F = 22.5 m
J = 20 m
G = 19.5 m

Superficie: Asfalto y concreto

Resistencia: PCN 50/R/B/W/T

- Posiciones de comprobación: VOR: NIL
INS: A 10 53.4 N 074 46.4 W B 10 53.5 N 074 46.7 W
Altímetro: Plataforma terminal, elevación 14 m

Observaciones: Calle de rodaje Echo entre calle de rodaje paralela Alfa y Plataforma Militar opera únicamente aviación de estado y militar.

5.2.2.3 OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Sí

RWY: 23 Obstáculo: Postes

Localización: 350 m del umbral de pista, elevación 12 m, rumbo 220°.

Señalización: Iluminados

Observaciones: NIL

5.2.2.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
05	48	3.000 x 45	10 52 45,32 N 074 47 23,06 W	29,85 / 98	No	No	3.120 x 300	Concreto de cemento (Rígido) PCN 53/R/B/W/U
23	228	3.000 x 45	10 53 59,85 N 074 46 19,19 W	16,60 / 54	No	No	3.120 x 300	

Tabla 11. Características físicas de la pista.

5.2.2.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
05	3.000	3.000	3.000	3.000
23	3.000	3.000	3.000	3.000

Tabla 12. Distancias declaradas.

5.2.3 CALI

5.1.3.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 03 32 35,10 N 076 22 54,10 W
- Elevación: 964.67 m / 3.165 ft

5.2.3.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Concreto
Resistencia: PCN 58/R/B/W/T
- Calles de rodaje: Anchura: 23 m
Superficie: Concreto
Resistencia: PCN 58/R/B/W/T
- Posiciones de comprobación: VOR: NIL
INS: NIL
- Altimetro: Plataforma terminal, elevación 960,97 m.

5.2.3.3 OBSTACULOS

- En áreas de aproximación y despegue: Sí
RWY: (1) 01
(2) 19
Obstáculo: (1) Línea de transmisión.
(2) Carretera.
Localización: (1) 3260 m del umbral 01, elevación 25,5 m, rumbo 190°.
(2) 251 m del umbral pista 19 rumbo 10°.
Observaciones: NIL

5.2.3.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-AUW
					SWY	CWY	Franja	
01	15	3.000 x 45	03 31 47,23 N 076 23 02,44 W	961,65 3.155	No	No	3.120 x 300	Hormigón Asfáltico PCN 83 F/B/W/T
19	195	3.000 x 45	03 33 23,45 N 076 22 45,74 W	964,67 3.165	No	No	3.120 x 300	

Tabla 13. Características físicas de la pista.

5.2.3.5. DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
01	3.000	3.000	3.000	3.000
19	3.000	3.000	3.000	3.000

Tabla 14. Distancias declaradas.

5.2.4 ARMENIA

5.2.4.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 04 27 06.31 N 075 45 58.22 W
- Elevación: 1236 m / 4057 FT

5.2.4.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Concreto
Resistencia: 50/R/B/X/T
- Calles de rodaje: Anchura: 25 m
Superficie: Concreto Asfáltico
Resistencia: 50/F/B/X/T
- Posiciones de comprobación: VOR: NIL
INS: NIL
Altímetro: Plataforma principal, elevación 1346 m.

5.2.4.3 OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: No

5.2.4.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
02	019	2.320 X 36	04 26 28.94 N 075 46 07.79 W	1.227 / 4.027	No	No	2.470 x 120	Asfalto PCN 50/F/B/X/T
20	199	2.320 X 36	04 27 42.42 N 075 45 50,16 W	1.236 / 4.057	No	No	2.470 x 120	

Tabla 15. Características físicas de la pista.

5.2.4.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
02	2.320	2.320	2.320	2.320
20	2.320	2.320	2.320	2.320

Tabla 16. Distancias declaradas.

5.2.5 CUCUTA

5.2.5.1 DATOS GEOGRAFICOS.

Coordenadas ARP: 10 53 18,85 N 074 46

54,36 W

Elevación: 29,85 m / 98 ft

5.2.5.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma:
 - Superficie: Concreto asfáltico
 - Resistencia: 107.000 Kg

- Calles de rodaje: Anchura: 30 m
 - Superficie: concreto asfáltico
 - Resistencia: 107.000 Kg

- Posiciones de comprobación:
 - VOR: No
 - INS: No
 - Altímetro: Plataforma terminal.

5.2.5.3. OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Sí

RWY: No

Obstáculo: Antenas

Localización: Perímetro del Aeropuerto

Observaciones: Señalizadas e iluminadas.

5.2.5.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
16	155	2.320 x 45	07 56 25,37 N 072 31 10,22 W	334,54 / 1.098	No	300 x 150	2.470 x 300	PCN 89,77/F/D/X/T
34	335	3.000 x 45	07 55 20,81 N 072 30 30,94 W	313,31 / 1.028	No	No	2.470 x 300	
02	24	1.920 x 45	07 55 04,08 N 072 30 52,46 W	319,29 / 1.048	60 x 45	160 x 150	2.290 x 150	Concreto Asfáltico 107.000 Kg
20	204	1.920 x 45	07 56 03, 82 N 072 30 34,00 W	306,29 / 1.005	60 x 45	210 x 150	2.290 x 150	

Observaciones: Aeropuerto con pistas cruzadas, debido a la configuración topográfica y a la diversidad en la dirección e intensidad del viento.

Tabla 17. Características físicas de la pista.

5.2.5.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
16	2.320	2.620	2.320	2.320
34	2.320	2.320	2.320	2.320
02	1.920	2.080	1.980	1.920
20	1.920	2.130	1.980	1.920

Tabla 18. Distancias declaradas.

5.2.6 LETICIA

5.2.6.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 04 11 30,87 S 069 56 31,93 W
- Elevación: 82,35 m / 270 ft

5.2.6.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 42/F/B/X/T
- Calles de rodaje: Anchura: 18.5 m
Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 42/F/B/X/T
- Posiciones de comprobación: VOR: No
INS: No
Altimetro: Plataforma principal.
Observaciones: NIL

5.2.6.3 OBSTACULOS

- En áreas de aproximación y despegue: Sí
RWY: 03
Obstáculo: Edificio no iluminado
Localización: 360 m del umbral de pista, elevación 13 m, rumbo 180°
Observaciones: NIL

5.2.6.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
03	29	2.010 x 40	04 12 01,21 S 069 56 43,52 W	82,35 270	No	No	2220 x 150	Asfalto PCN
21	209	2.010 x 40	04 11 00,54 S 069 56 20,32 W	79,30 260	No	No	2220 x 150	43.83/F/B/X/T

Tabla 19. Características físicas de la pista.

5.2.6.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
03	2.010	2.010	2.010	2.010
21	2.010	2.010	2.010	2.010

Tabla 20. Distancias declaradas.

5.2.7 SANTA MARTA

5.1.7.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 10 53 18,85 N 074 46 54,36 W
- Elevación: 29,85 m / 98 ft

5.2.7.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Asfalto

Resistencia: PCN 69/F/A/X/T

- Calles de rodaje: Anchura:
Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 69/F/A/X/T
- Posiciones de comprobación: VOR: No
INS: No
Altímetro: No.

5.2.7.3 OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Sí

RWY: 01/19 Obstáculo: (1) Mástil de 60 ft

(2) Banda transportadora de carbón.

Localización: (2) A 120 m del umbral 01 fuera de la trayectoria de aproximación.

Señalización: Iluminada

Observaciones: (1) Ejercer precaución en aproximación final y despegue.

5.2.7.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
01	6	1.700 x 40	11 06 43,20 N 074 13 49,70 W	2,40 7,90	No	No	1.820 x 80	Asfalto 69/F/A/X/T
19	186	1.700 x 40	11 07 38,65 N 074 13 50,90 W	6,85 22,50	No	No	1.820 x 80	

Tabla 21. Características físicas de la pista.

5.2.7.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
01	1.700	1.700	1.700	1.700
19	1.700	1.700	1.700	1.700

Tabla 22. Distancias declaradas.

5.2.8 SAN ANDRES

5.2.8.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 12 35 01,18 N 081 42 40,82 W
- Elevación: 5,61 m / 18 ft

5.2.8.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Asfalto/ Concreto
Resistencia: PCN 54/F/A/W/T
- Calles de rodaje: Anchura: 22.5 m
Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 54/F/A/W/T
- Posiciones de comprobación: VOR: NIL
INS: NIL
Altimetro: Plataforma principal, elevación 1 m.
Observaciones: NIL

5.2.8.3. OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Sí

RWY: 06 / 24

Obstáculo: (1) Carretera.

(2) Obstrucción de 20 m de altura

Localización: (1) 250 m del umbral de la pista 06, rumbo 240°.

- (1) 130 m del umbral de la pista 24, rumbo 060°.
- (2) A 64 m de los bordes laterales de la pista.

Señalización: No

5.2.8.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
06	62	2.375 x 45	12 34 41,77 N 081 43 14,60 W	6,2 / 20,35	60	No	2.495 x 128	Asfalto 98/F/A/W/T
24	242	2.375 x 45	12 35 20,72 N 081 42 06,79 W	1,4 / 4,59	No	100	2.495 x 128	

Tabla 23. Características físicas de la pista.

5.2.8.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
06	2.375	2.375	2.375	2.375
24	2.375	2.375	2.375	2.375

Tabla 24. Distancias declaradas.

5.2.9 POPAYAN

5.2.9.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 02 27 15,67 N 076 36 35,27 W
- Elevación: 1.728 m / 5.669 ft

5.2.9.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Asfalto
Resistencia: 32/F/B/X/T
- Calles de rodaje: Anchura: 25 m
Superficie: Asfalto
Resistencia: 32/F/B/X/T
- Posiciones de comprobación: VOR: No

INS: No
 Altimetro: Plataforma principal.

5.2.9.3 OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: No

5.2.9.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
08	76	1.910 x 30	02 27 05,63 N 076 37 03,39 W	1.717 5.634	No	No	2.030 x 140	Asfalto 32/F/B/X/T
26	256	1.910 x 30	02 27 25,67 N 076 36 06,91 W	1.733 5.687	No	No	2.030 x 140	

Observaciones: 1. Pendiente 0,8%.
 2. Umbral de pista 08 desplazado primeros 60 metros

Tabla 25. Características físicas de la pista.

5.2.9.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
08	1910	1910	1910	1850
26	1850	1850	1850	1850

Tabla 26. Distancias declaradas.

5.2.10 NEIVA

5.2.10.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 02 57 00,71 N 075 17 38,36 W
- Elevación: 446 m / 1.464 ft

5.2.10.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 34/F/B/X/T/
- Calles de rodaje: Anchura: 25 m
Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 34/F/B/X/T

Posiciones de comprobación: VOR: No

INS: No

Altímetro: Plataforma principal.

5.2.10.3 OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Si RWY: 20

Obstáculo: Antenas paralelas

Localización: A 130 y 400 Metros THR 20 Señalización: Luz Roja

Observaciones: 25 y 30 Metros de altura

5.2.10.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
02	19	1.688 x 40	02 56 34,05 N 075 17 45,07 W	441 / 1.447	No	No	1.980 x 150	Asfalto PCN
20	199	1.688 x 40	02 57 27,37 N 075 17 31,65 W	451 / 1.482	No	No	1.980 x 150	34/F/B/X/T

Tabla 27. Características físicas de la pista.

5.2.10.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
02	1.748	1.748	1.748	1.688
20	1.748	1.748	1.748	1.748

Tabla 28. Distancias declaradas.

5.2.11 VALLEDUPAR

5.2.11.1 DATOS GEOGRAFICOS.

- Coordenadas ARP: 10 26 06.47 N 073 14 57.83 W
- Elevación: 148 m / 485 ft

5.2.11.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma: Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 68/F/B/X/T
- Calles de rodaje: Anchura: 28 m
Superficie: Asfalto

Resistencia: PCN 68/F/B/X/T

- Posiciones de comprobación: VOR: No
INS: No
- Altimetro: Plataforma principal.

5.2.11.3 OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Sí

RWY: 20 Obstáculo: Árboles Altos

Localización: Trayectoria de Aproximación a 210 M del Umbral de Pista.

Señalización: No

Observaciones: Ejercer Precaución

En áreas de aproximación y despegue: Sí

RWY: 20 Obstáculo: Antena

Localización: 10 27 39.10 N 073 14 37.9 W

Señalización: NIL

Observaciones: Ejercer Precaución

5.2.11.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
02	17	2.100 x 30	10 25 32,67 N 073 15 03,78 W	136,24 m 446 ft	No	No	2.220 x 150	Asfalto 68/F/B/X/T
20	197	2.100 x 30	10 26 40,10 N 073 14 51,90 W	147,28 m 483 ft	No	No	2.220 x 150	

Tabla 29. Características físicas de la pista.

5.2.11.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
02	2.100	2.100	2.100	2.100
20	2.100	2.100	2.100	2.100

Tabla 30. Distancias declaradas.

5.2.12 CARTAGENA

5.2.12.1 DATOS GEOGRAFICOS

- Coordenadas ARP: 10 26 31,35 N 075 30 46,00 W
- Elevación: 2 m / 7 ft

5.2.12.2 DETALLES DEL AREA DE MOVIMIENTO

- Plataforma Primaria: Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 79/F/A/W/T
- Plataforma Secundaria: Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 77/F/A/W/T
- Calles de rodaje: Anchura: 90 m
Superficie: Asfalto
Resistencia: PCN 77/F/A/W/T
- Posiciones de comprobación: VOR: NIL
INS: 10 26.9 N 075 31.1 W
Altimetro: Plataforma terminal, elevación 1.50 m.
Observaciones: Plataforma Secundaria normalmente cerrada al movimiento de aeronaves, opera de acuerdo a necesidades del servicio.
Plataforma Secundaria sin iluminación y sin coordenadas WGS 84

5.2.12.3 OBSTACULOS

En áreas de aproximación y despegue: Sí

RWY: 19

Obstáculo: Carretera

Localización: 120 m del umbral de la pista, rumbo 360°.

Observaciones: NIL

5.2.12.4 CARACTERISTICAS FISICAS DE LA PISTA

RWY	Orientación DEG	DIM (m)	Localización THR	Elevación THR (m/FT)	Dimensiones (m)			Superficie Resistencia-ACN/PCN
					SWY	CWY	Franja	
01	9	2.540 x 45	10 25 50,20 N 075 30 48,10 W	1,85 / 6	No	No	2660 x 138	Asfalto PCN 65/F/B/X/T
19	189	2.540 x 45	10 27 12,80 N 075 30 44,80 W	1,96 / 6	No	No	2660 x 138	

Tabla 31. Características físicas de la pista.

5.2.12.5 DISTANCIAS DECLARADAS

RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
01	2.540	2.540	2.540	2.540
19	2.540	2.540	2.540	2.540

Tabla 32. Distancias declaradas.

5.3 DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE LA PISTA PRINCIPAL DEL AERODROMO DE TOLEMAIDA.

La pista 04R/22L del aeródromo de Tolemaida, fue repavimentada entre los años 2014 y 2015 y en general después de la visita realizada se evaluó lo siguiente:

5.3.1 Evaluación de las patologías.

Los pavimentos flexibles de las áreas de movimiento de los aeropuertos deben satisfacer las normas de calidad establecidas en las Especificaciones de Construcción propuestas en Los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, parte décimo cuarta y los documentos de referencia de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

El mantenimiento de dichos pavimentos pretende que el nivel de servicio de los pavimentos se mantenga constante y aun se mejore; todo esto persiguiendo los objetivos básicos: seguridad y confort en las operaciones de las aeronaves y la preservación de las inversiones efectuadas en la construcción del pavimento.

Realizada la inspección visual para evaluar las condiciones de la superficie, se identificaron los diferentes tipos de patologías en el pavimento y se vincularon a una causa.

5.3.2 Con base en los resultados obtenidos a partir de las observaciones visuales, se diagnosticó lo siguiente:

5.3.2.1 Con respecto a la mezcla.

- Algunas franjas presentan pérdida de finos
- En algunos sectores la mezcla susceptible a las filtraciones de agua y combustibles
- Diferente comportamiento de los materiales cuando se trata de la unión entre pavimentos; teniendo en cuenta que las pistas son anchas, los pegues se

realizan normalmente en periodos de tiempo diferentes, esto exige una junta constructiva bien manejada.

- La falta de ligante bituminoso, se manifiesta por el desprendimiento en algunos sectores del material pétreo más superficial, especialmente sobre las plataformas de viraje. Esta erosión es provocada por el paso de las ruedas de los aviones, además de la posible elaboración defectuosa del concreto asfáltico durante la construcción del pavimento en este sector.
- Se realizaron parcheos con arena asfalto en el sector de la cabecera 22L, los cuales recibieron exceso de material ligante que se está reflejando sobre la superficie
- Se presentan sectores sobre la pista principal con fisuramiento longitudinal
- Existen sectores con fisuramiento ramificado.

Las causas de esta patología pueden ser:

- Insuficiente compactación durante la construcción.
- Colocación de la carpeta en tiempo muy húmedo.
- Utilización de agregados sucios o desintegrables.
- Falta de asfalto en la mezcla, y/o sobrecalentamiento de la mezcla asfáltica.
- Parcheos con arena asfalto ligados de manera inadecuada.

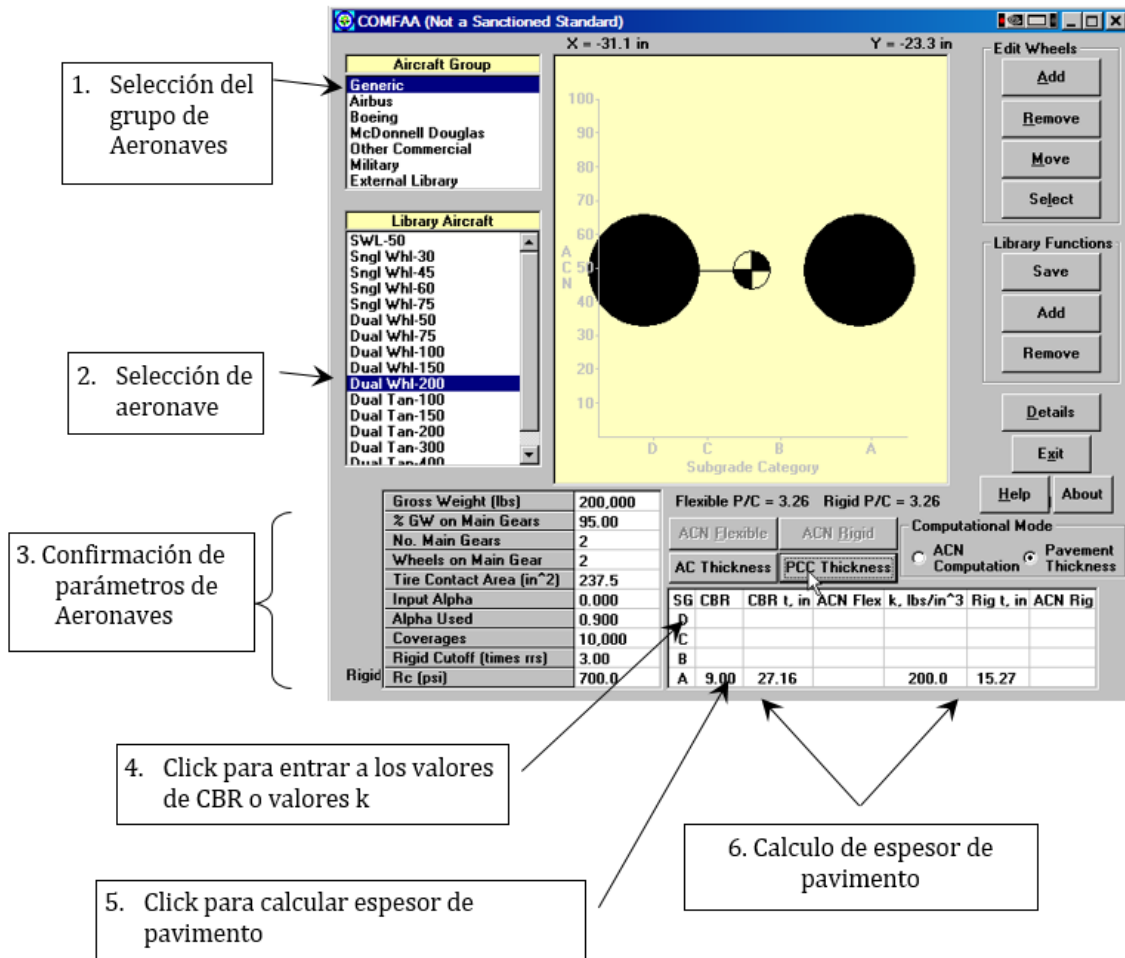
5.3.2.2 Con respecto a la geometría.

- Los niveles de la rasante actual no presenta irregularidades geométricas
- Las secciones transversales tienen una pendiente uniforme.

5.3.2.3 Otras observaciones.

- Para mantener la operación segura, inmediatamente después de una sección de repavimentación se demarcó la señalización horizontal, pero estas señales no se repintaron una vez más, por lo tanto se observa la exudación del asfalto generando un color amarillento sobre la demarcación.
- Mantenimiento deficiente de la franja (zonas verdes) adyacente a la pista; esta falta de mantenimiento hace que el material vegetal cubra los bordes de la zona pavimentada y las ayudas visuales.

5.4 EVALUAR EL ESTADO DE SUPERFICIE DE PAVIMENTOS Y NÚMERO DE CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS (PCN), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL



SOFTWARE COMFAA DE LA FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, PARA LOS AEROPUERTOS Y AERÓDROMOS ESTABLECIDOS.

Los Aeródromos a los cuales se les realizó la evaluación del valor del PCN por medio de la aplicación COMFAA de la FAA fueron los mismos a los que se hizo la guía de planos de Aeródromo para la publicación.

El valor del PCN expresa la capacidad para soportar carga del pavimento y es expresada como un único número, sin necesidad de indicar una aeronave en particular o información detallada de la estructura del pavimento.

Para un mayor y mejor entendimiento de la aplicación en el siguiente esquema se relaciona un modelo de un cálculo realizado para la pista principal de un aeropuerto en específico, allí se pueden observar las aeronaves que se utilizaron para la obtención del valor PCN, tales como el CBR y el mix de aeronaves que transitan en dicho aeropuerto, escogiendo una aeronave crítica que no necesariamente es la de mayor envergadura, también puede ser la de más operaciones en dicho aeropuerto.

Figura 34. Software COMFAA de la Federal Aviation Administration

Los valores obtenidos del PCN para los elementos de cada aeropuerto son:

5.4.1 AEROPUERTO ELDORADO, BOGOTÁ:

Plataforma: Superficie: Concreto; PCN 61/R/D/W/T

Calles de rodaje: Superficie: Concreto y Asfalto; PCN 80/F/C/W/T

5.4.2 AEROPUERTO ERNESTO CORTISSOZ, BARRANQUILLA:

Plataforma: Superficie: Concreto; PCN 50/R/B/W/T

Calles de rodaje: Superficie: Concreto y Asfalto; PCN 50/R/B/W/T

5.4.3 AEROPUERTO ALFONSO BONILLA ARAGÓN, CALI:

Plataforma: Superficie: Concreto; PCN 58/R/B/W/T

Calles de rodaje: Superficie: Concreto; PCN 58/R/B/W/T

5.4.4 AEROPUERTO EL EDÉN, ARMENIA:

Plataforma: Superficie: Concreto; PCN 50/R/B/W/T

Calles de rodaje: Superficie: Concreto Asfáltico; PCN 50/F/B/W/T

5.4.5 AEROPUERTO CAMILO DAZA, CÚCUTA:

Plataforma: Superficie: Concreto Asfáltico; PCN 60/R/B/W/T

Calles de rodaje: Superficie: Concreto Asfáltico; PCN 60/F/B/W/T

5.4.6 AEROPUERTO ALFREDO VASQUEZ COBO, LETICIA:

Plataforma: Superficie: Asfalto; PCN 42/F/B/X/T

Calles de rodaje: Superficie: Asfalto; PCN 42/F/B/X/T

5.4.7 AEROPUERTO SIMÓN BOLIVAR, SANTA MARTA:

Plataforma: Superficie: Asfalto; PCN 69/F/A/X/T

Calles de rodaje: Superficie: Asfalto; PCN 69/F/A/X/T

5.4.8 AEROPUERTO GUSTAVO ROJAS PINILLA, SAN ANDRÉS:

Plataforma: Superficie: Concreto y Asfalto; PCN 54/F/A/W/T

Calles de rodaje: Superficie: Asfalto; PCN 54/F/A/W/T

5.4.9 AEROPUERTO GUILLERMO LEÓN VALENCIA, POPAYAN:

Plataforma: Superficie: Asfalto; 32/F/B/X/T

Calles de rodaje: Superficie: Asfalto; 32/F/B/X/T

5.4.10 AEROPUERTO BENITO SALAS, NEIVA:

Plataforma: Superficie: Asfalto; PCN 34/F/B/X/T

Calles de rodaje: Superficie: Asfalto; PCN 34/F/B/X/T

5.4.11 AEROPUERTO ALFONSO LÓPEZ PUMAREJO, VALLEDUPAR:

Plataforma: Superficie: Asfalto; 68/F/B/X/T

Calles de rodaje: Superficie: Asfalto; 68/F/B/X/T

5.4.12 AEROPUERTO RAFAEL NUÑEZ, CARTAGENA:

Plataforma: Superficie: Asfalto; PCN 77/F/A/W/T

Calles de rodaje: Superficie: Asfalto; PCN 77/F/A/W/T

Las letras que acompañan cada valor de PCN significan en su orden de izquierda a derecha:

a. Tipo de pavimento para determinar el ACN - PCN:

	Clave
Pavimento rígido	R
Pavimento flexible	F

Tabla 33. Tipo de pavimento

b. Categoría de resistencia del terreno de fundación:

	Clave
Resistencia alta: Para los pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 150 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores de K superiores a 120 MN/m^3 ; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 15$ y comprende todos los valores superiores a 13.	A
Resistencia mediana: Para los pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 80 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores K entre 60 y 120 MN/m^3 ; para los pavimentos flexibles, el valor tipo	B

es CBR = 10 y comprende todos los valores CBR entre 8 y 13.	
Resistencia baja: Para los pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 40 \text{ MN/ m}^3$ y comprende todos los valores K entre 25 y 60 MN/ m^3 ; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 6$ y comprende todos los valores CBR entre 4 y 8.	C
Resistencia ultra baja: Para los pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 20 \text{ MN/ m}^3$ y comprende todos los valores K inferiores a 25 MN/ m^3 ; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 3$ y comprende todos los valores CBR inferiores a 4.	D

Tabla 34. Categoría de resistencia del terreno de fundación.

c. Categoría de presión máxima permisible de los neumáticos:

	Clave
Alta - Sin límite de presión	W
Mediana – Presión limitada a 1,50 MPa	X
Baja - Presión limitada a 1,00 MPa	Y
Muy baja - Presión limitada a 0,50 MPa	Z

Tabla 35. Categoría de presión máxima permisible de los neumáticos

d. Método de evaluación:

	Clave
Evaluación técnica: Consiste en un estudio específico de la características de los pavimentos y en la aplicación de tecnología del comportamiento de los pavimentos.	T
Aprovechamiento de la experiencia en la utilización de aeronaves Comprende el conocimiento del tipo y masa específicos de las aeronaves que los pavimentos resisten satisfactoriamente en condiciones normales de empleo.	U

Tabla 36. Método de evaluación

5.5 DISEÑAR LA SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTÁCULOS PARA EL PROYECTO DEL AEROPUERTO EL DORADO 2.

Después de los análisis técnicos y ciñéndose al RAC 14 en los numerales del capítulo 14.3.4.1, correspondiente a las superficies limitadoras de obstáculos el diseño correspondiente es:

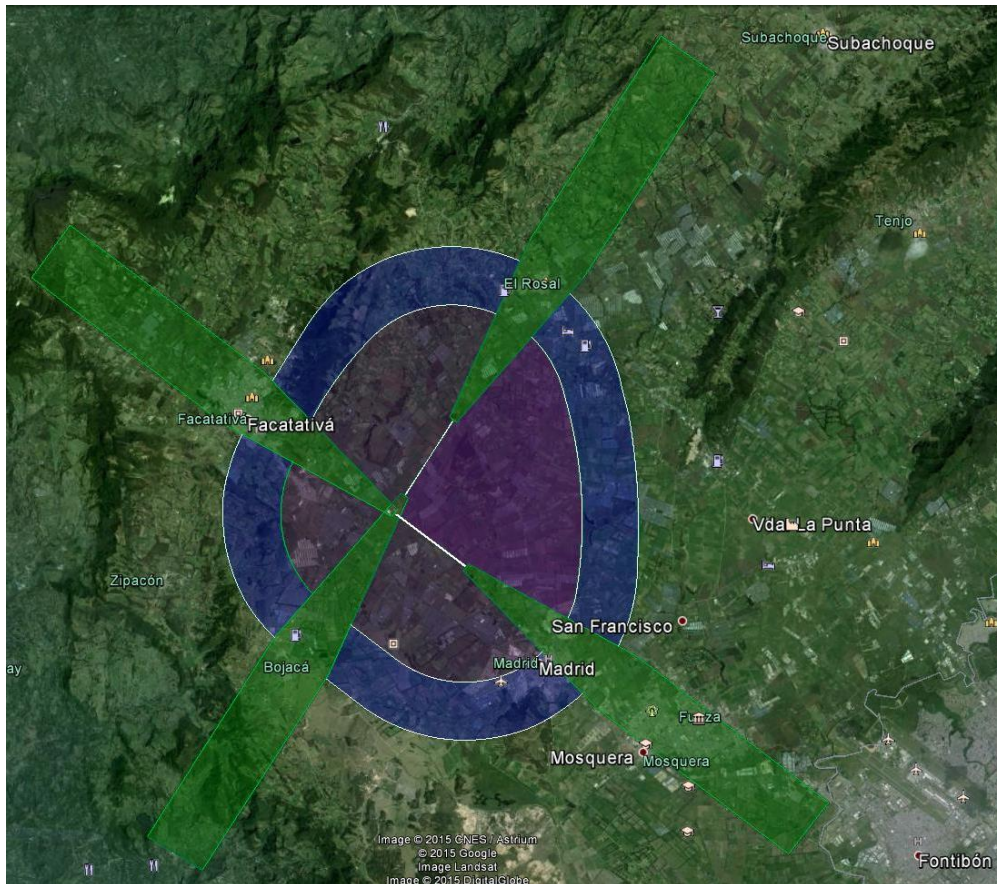


Figura 35. Superficie limitadora de obstáculos, Aeropuerto Eldorado 2

En donde:

Superficie de aproximación: sección de color verde, en esta superficie la pendiente de elevación es del 2 por ciento y el ángulo de divergencia es del 15 por ciento, tiene una longitud de 15 kilómetros a partir del umbral de la pista.

Superficie Horizontal: sección de color morado, la pendiente en esta zona es del 0 por ciento, su altura es de 45 metros y se extiende en un área circundante alrededor de la pista de 45 metros.

Superficie cónica: sección de color azul, la pendiente es del 5 por ciento y se encuentra al límite de la superficie horizontal, su espesor a partir de allí es de 2 kilómetros.

5.6 EJECUTAR LAS GUÍAS PARA LA DEMARCACIÓN DE PROYECTOS DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA ZONA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES.

Se realizaron los diseños para la demarcación de señalización horizontal basados en el Manual de diseño para la señalización de aeropuertos de la Organización de Aviación Civil Internacional OACI para los siguientes Aeropuertos:

- Pista principal y plataforma del Aeropuerto Santa Ana de Cartago
- Plataforma del Aeropuerto Benito Salas de Neiva
- Pista y calles de rodaje del Aeropuerto Alfredo Vásquez Cobo de Leticia
- Pista del Aeropuerto Almirante Padilla de Riohacha
- La plataforma del Aeropuerto León Bentley de Mitú
- La pista del aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta
- Pista del aeropuerto Guillermo León Valencia de Popayán

En los anteriores aeropuertos se elaboraron las guías para los siguientes elementos:

- Señal designadora de cabeceras
- Bordes de calle de rodaje y plataforma
- Eje de calle de rodaje
- Franja transversal
- Franja lateral de pista
- Señal de umbral
- Señal de punto de espera en rodaje
- Cantidades de obra para pintura amarilla
- Cantidades de obra para pintura blanca

Se realizaron los planos de señalización horizontal en AUTOCAD en un formato de medio pliego, por tal motivo se anexan al presente trabajo para su observación en detalle.

5.7 REALIZAR EVALUACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

Se realizó a petición de Carbones del Cesar un plan de mantenimiento de pavimentos exclusivamente para el aeródromo La Francia, ubicado en el municipio de El Paso, Cesar, de acuerdo a las especificaciones de los manuales de mantenimiento de la Organización de Aviación Civil Internacional OACI, y no para las instalaciones de lado tierra y estructuras complementarias de lado aire tales como drenajes, estructuras eléctricas, etc.

El plan de mantenimiento que se realizó y aprobó fue el siguiente:

INTRODUCCION

La finalidad principal de los pavimentos tanto en carreteras como en Aeródromos, es la de distribuir adecuadamente las cargas concentradas, de tal manera que la capacidad soporte de las capas de apoyo no se exceda, así como la de proveer una buena calidad de rodaje y seguridad operacional a las aeronaves que transitan sobre ella, bajo cualquier condición meteorológica.

CARACTERISTICAS POR TIPO DE PAVIMENTO		
DESCRIPCION	RÍGIDOS	FLEXIBLES
Costo inicial	Elevado	Menos costoso
Vida útil	20 a 25 años	10 a 15 años
Costos de restauración(cuando son debidamente construidos y operados)	Menores	Mayores
Elemento estructural principal	Losas de hormigón(concreto)	Varias capas de Base
Capas subyacentes revestimiento (composición)	Se puede emplear materiales de bajo costo	Se emplean materiales seleccionados

Tabla 37. Características por tipo de pavimentos.

El pavimento de un aeródromo está constantemente sometido a la acción de múltiples factores que inciden en su comportamiento entre estos factores existen los estructurales y por causas naturales. Entre los estructurales se encuentran: fallos por flexión en la losa de hormigón, fatiga producto de las cargas del tráfico, movimiento diferencial de las capas subyacentes etc.; y entre la acción de los agentes naturales tenemos la provocada por la dilatación térmica, desgaste superficial etc. También podemos citar las provocadas por el hombre como son deficiencias en el drenaje, deficiencias de ejecución, no actuar en momento adecuado al aparecer un fallo en el pavimento, uso inadecuado de los materiales de la construcción etc.

La superficie de las pistas debe mantenerse en un estado en el cual no existan irregularidades, ni desprendimiento de material que pueda representar un peligro para el tránsito de las aeronaves. Por lo que se hace necesario tener una vigilancia continua al estado de la superficie de los pavimentos y su reparación oportuna. Un mantenimiento preventivo aportará un menor costo de construcción además de menores afectaciones al tráfico diario del aeródromo.

METODOS DE RECOLECCION DE DATOS.

Para ayudar a las rutinas de análisis y proyecciones, se recolecta una variada información, preparada, clasificada y desarrollada de modo que componga un conjunto ordenado y coordinado, de fácil acceso. Este tratamiento de la información origina lo que se conoce como banco de datos, cuya estructura puede dividirse en cuatro áreas:

1. Datos históricos:
2. Evaluación funcional.
3. Evaluación estructural.
4. Evaluación de la condición de los pavimentos.

Datos históricos: En esta área se recupera toda la información con respecto a los antecedentes de las pistas y a los elementos principales de su fase de construcción, como materiales empleados, geometría, datos climáticos, mantenimientos realizados, antecedentes del tráfico, tipos de aeronaves, numero de movimientos, etc.

Evaluación funcional: En esta etapa se realizan investigaciones de macro y micro textura, potencial de hidropilado, y regularidades de los pavimentos y coeficientes de rozamiento.

Evaluación estructural: La evaluación de la capacidad estructural de los pavimentos puede clasificarse como destructiva y no destructiva, dependiendo de la perturbación física inducida en las capas del pavimento.

De ordinario, la evaluación estructural destructiva involucra la apertura de pozos para sondeo en los pavimentos, mientras que la no destructiva emplea la valuación de deflexión y curvatura en la superficie del pavimento, utilizando equipos más avanzados como la Viga Benkelmann y/o el deflectómetro de peso (Falling weight Deflectometer).

REPARACIÓN DE PAVIMENTOS- ESTRATEGIA A ADOPTAR: CONSERVACIÓN O RESTAURACIÓN.

Reparación de daños en general: La descripción precisa de los defectos visuales de un pavimento es sin duda uno de los elementos a tener en cuenta para definir el estado del revestimiento, establecer el diagnóstico y elegir la técnica de mantenimiento más adecuada. Es necesario también que esta descripción sea inteligible para todos y en particular que, en el campo de la conservación de los pavimentos los especialistas reconozcan un lenguaje común que permita transmitir lo que se observó en los revestimientos de las pistas y plataformas de estacionamiento de aeronaves para poder conducir y ejecutar posteriormente una adecuada gestión de la pavimentación.

Tipos de pavimentos: De un modo general, se puede clasificar los pavimentos de los Aeródromos en rígidos y flexibles. Dentro de esta clasificación de los tipos de pavimentos se considerará separadamente los pavimentos de las pistas de aterrizaje, calles de rodaje y plataformas de circulación y estacionamiento de aeronaves.

Programas de inspecciones: El Jefe de Mantenimiento del AERÓDROMO deberá programar las siguientes inspecciones:

- Inspecciones semanales a pie.
- Inspecciones anuales minuciosas (al menos dos)

- Inspecciones especiales después de lluvias fuertes u otras condiciones severas que puedan causar efectos adversos en los pavimentos.

Censo de los pavimentos: Deberán efectuarse Censos de los diversos tipos de pavimentos, separados por su localización (pista, plataformas, etc.). A partir del censo se identificarán los problemas y las recomendaciones de reparación. Este trabajo facilitará el análisis de los especialistas y las estimaciones de presupuesto.

El aeródromo debería poseer en su archivo una serie de datos de los diversos tipos de pavimentos (pista y plataforma de estacionamiento), a saber:

- Planos sectorizados para la identificación fácil de las secciones inspeccionadas.
- Datos históricos de construcción y mantenimiento.
- Historia del tránsito
- Boletines climáticos que muestren las variaciones predominantes.
- Informes de inspección de los pavimentos.

La inspección en los pavimentos debiera ser efectuada por un grupo mínimo de 3 (tres) hombres.

Implementos y materiales: Los implementos y materiales mínimos necesarios para el análisis e inspección son:

- Cinta métrica de 30.00 m;
- Lápiz de cera grueso (estaca);
- Máquina fotográfica;
- Ficha de inspección.

Coordinación y supervisión de la inspección: La inspección deberá ser coordinada con la Dirección de Operaciones del aeródromo, sin perjuicio para el tránsito de las aeronaves. Todos los servicios de campo y oficina deberán ser supervisados por el jefe de Mantenimiento.

La inspección deberá constatar las condiciones actuales de los pavimentos verificando el revestimiento, la estructura y las condiciones de drenaje de las aguas de superficie.

Censo de los defectos: El Censo podría ser ejecutado en fichas de inspección. Los defectos, además de catastrados, deberán localizarse en los planos sectorizados de referencia.

Sectorización del Censo: Pistas de aterrizaje y calles de rodaje.

Las pistas deberán abscisarse a cada 20 m en el sentido longitudinal y dividirse en tercios en el sentido transversal.

Plataformas de maniobra y estacionamiento: Las plataformas que tengan un solo tipo de pavimento deberán seguir el mismo procedimiento adoptado para las pistas, o sea abscisado y división en tercios. Cuando existan en la plataforma islas de pavimento rígido o semirrígido para estacionamiento de aeronave, éstas deberán ser identificadas individualmente.

Principales defectos en pavimentos aeroportuarios: Los defectos de los pavimentos aeroportuarios pueden encuadrarse en cuatro categorías generales, a saber:

- Rajaduras
- Defectos de desintegración
- Deformaciones superficiales
- Defectos relacionados con la resistencia al patinaje

Todos los defectos de los pavimentos se manifiestan con características propias y sus causas deben ser identificadas con precisión para determinar las medidas adecuadas de mantenimiento.

Control y evaluación: El jefe de mantenimiento deberá mantener bajo control, los pavimentos de las pistas y plataformas del aeródromo, adoptando siempre que sea necesario las medidas anteriormente mencionadas.

La falta de mantenimiento adecuado y oportuno constituye la causa más simple de deterioro de los pavimentos y genera la necesidad de reparaciones de gran volumen. En contrapartida, las actividades sistemáticas de inspección y evaluación permiten la detección de los defectos en sus estados iniciales, posibilitando la adopción de medidas preventivas y/o correctivas en tiempo hábil y promoviendo consecuentemente condiciones permanentes de seguridad a las operaciones aéreas.

Las actividades de inspección y evaluación de los pavimentos aeroportuarios deberían realizarse obedeciendo a una programación preestablecida y periódicamente actualizada. Sus objetivos serían identificar áreas problemáticas y/o potencialmente problemáticas y recomendar medidas preventivas y/o correctivas adecuadas.

Es importante notar que los defectos deberían caracterizarse teniendo en consideración el tipo de pavimento.

En el caso de los Aeródromos se puede dividir los pavimentos en dos finalidades:

- Áreas de circulación de aeronaves;
- Áreas de estacionamiento y mantenimiento mecánico de aeronaves.

En el primer caso, el pavimento está menos sujeto a la acción de los agentes agresivos, o sea que puede utilizarse material menos noble para el sellado.

En el caso de las áreas de estacionamiento (plataformas) o mantenimiento mecánico de aeronaves (hangares), es recomendable la utilización de material que sea más resistente al ataque de combustibles o aceites hidráulicos que son ejemplo de agentes extremadamente agresivos entre los existentes en el mercado.

Esta filosofía de elegir material de sellado en función de la utilización del pavimento trae economía al mantenimiento de los pavimentos. Se sugieren algunos aspectos a ser considerados en la selección del material y en su aplicación:

- a) Utilizar material de un solo componente y máximo de dos componentes, de envases ya dosificados por el fabricante, para evitar errores de dosaje en el campo.
- b) Utilizar material aplicable en frío, evitándose con eso la aplicación fuera de las especificaciones de temperatura.
- c) Siempre que sea posible, disponer que el propio fabricante aplique el material elegido; con eso se evita la dilución de responsabilidades en el caso de resultar insatisfactorio.
- d) Los materiales comúnmente utilizados para calafateo de juntas están compuestos básicamente de:
 - Alquitrán
 - Poliuretano

- Resina epóxica
- Polímero
- Cemento asfáltico
- Emulsión asfáltica
- Perfil de goma de neopreno.

Ciertas masillas están compuestas por la mezcla de algunos de estos materiales. Los productos a base de alquitrán, poliuretano, resinas epóxicas y neopreno, resisten más el ataque de contaminantes derivados del petróleo.

DESCRIPCIÓN Y REPARACIÓN DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Principales defectos en los pavimentos flexibles de los Aeródromos. Características, causas probables, medidas de mantenimiento recomendadas y sus respectivos códigos de identificación (número romano para categoría general; letra para el tipo).

SISTEMAS DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS

Los Sistemas de Gestión de Pavimentos (SGP), son sistemas que comprenden todas las actividades de planificación, proyecto, construcción, mantenimiento, evaluación, investigación y capacitación en pavimentos.

Un SGP permite el empleo de métodos consistentes y sistemáticos para la selección de las necesidades y prioridades de conservación y restauración y del momento ideal para estas actividades, en base a la previsión de las condiciones futuras de los pavimentos.

Las reparaciones no deberían ser aplazadas, pues las consecuencias en términos de costo serían significativas. Si se ejecutan al comienzo del proceso de deterioro en vez de realizarlas en situaciones más avanzadas, la economía podría ser hasta de 80%.

Por otro lado, es un hecho común que los recursos disponibles estén siempre por debajo de las reales necesidades de inversión.

Resulta entonces imperativo que las prácticas de conservación y restauración sean rigurosamente planeadas, buscando mejorarlas, lo que permitirá sistemáticamente establecer prioridades en la aplicación de los recursos.

Para que esto pueda realizarse, el SGP aparece como uno de los instrumentos adecuados porque permite el conocimiento total de la vida de los pavimentos desde la construcción hasta la fase actual, además de propiciar condiciones sobre su comportamiento futuro.

BARRIDO: Por razones de seguridad, las superficies de las pistas, de las calles de rodaje y de las plataformas tienen que estar libres de arena, piedras u otros objetos sueltos. Los motores de las aeronaves pueden ingerir fácilmente materiales sueltos y sufrir daños graves en los álabes del compresor o en las hélices.

Existe también el peligro de que el chorro de la hélice o del motor de reacción pueda lanzar los objetos sueltos como balas contra las aeronaves, los vehículos, los edificios o las personas que se encuentren en las inmediaciones. Asimismo, el relieve de los neumáticos de las aeronaves que ruedan o de cualquier otro vehículo en movimiento puede arrojar objetos y causar daños. No considerar el riesgo potencial de los objetos sueltos en la superficie de las zonas de movimiento puede resultar en un accidente o en un grave incidente. Los riesgos de los objetos sueltos en los Aeródromos son comparables a los de los pájaros y a los asociados a las operaciones en el invierno. El mantenimiento de las zonas de movimiento requiere una vigilancia constante y un barrido regular de las superficies.

Control de las superficies

- a) Contaminación de las pistas y de las calles *de rodaje*. Los objetos que se encuentran sobre las pistas y calles de rodaje provienen de las siguientes fuentes:
- Restos del pavimento dañado;
 - Restos de los sellos de las juntas;
 - Restos de caucho de los neumáticos de las aeronaves;
 - Piedras arrojadas al cortar la hierba;
 - Piezas metálicas o plásticas de las aeronaves;
 - Arena y tierra llevada por las tormentas fuertes o por el chorro de los motores de las aeronaves;
 - Pájaros u otros animales pequeños muertos al chocar con las aeronaves.
- b) Verificación visual de las pistas y calles de rodaje. La verificación visual debería efectuarse con regularidad y por lo menos cada seis horas durante los períodos de operaciones. Si los pilotos advirtieran la existencia de objetos o de restos, es

necesario efectuar una inspección inmediata. Debería prestarse especial atención a la limpieza de las pistas y de las calles de rodaje cuando se efectúen tareas de construcción en las superficies de operación o cerca de ellas. Se recomienda efectuar verificaciones más frecuentes de lo usual cuando las máquinas o los camiones de construcción utilicen las mismas pistas que las aeronaves.

- c) Contaminación de las plataformas. Las plataformas o áreas de estacionamiento están más expuestas a la contaminación que las otras zonas de movimiento de aeronaves en el aeródromo, debido al mayor número de usuarios, a la concentración del tránsito y a las actividades de carga que allí se realizan. Los objetos que se encuentran en plataformas son piedras, botellas, tapones, tapas, herramientas perdidas, objetos personales, clavos, tornillos, papel, alambre, trozos de plástico, de madera y de tela, piezas plásticas y metálicas de todo tamaño provenientes de cajas, cajones, paletas, contenedores y otros embalajes. Los restos son más abundantes en las zonas de manipulación de carga y, por supuesto, cerca de las zonas de construcción. Otro tipo de contaminación de la superficie de los pavimentos es la provocada por el aceite hidráulico, el combustible y los lubricantes

- d) Verificación visual de las plataformas. Mediante programas de adiestramiento y avisos periódicos, se puede enseñar al personal que trabaja en la plataforma a vigilar y comprobar visualmente el estado de esa zona y a notificar las necesidades de limpieza. El servicio de administración de la plataforma o la dependencia o servicio responsable del tránsito en esa zona, debería adoptar medidas inmediatas para despejar la zona de cualquier contaminación o de residuos peligrosos que se observen o notifiquen. Además deberían realizarse recorridos de inspección varias veces al día, cuando lo justifiquen las actividades del tráfico, para asegurarse a tiempo de la necesidad de eliminar objetos o contaminantes de la plataforma.

Limpieza de las superficies

- a) Frecuencia del barrido. Las superficies previstas a ser utilizadas por las aeronaves y los vehículos terrestres tienen que barrerse con regularidad. El intervalo entre barridos depende de las necesidades y de la experiencia local. Ciertas áreas, tales como las posiciones de estacionamiento de las aeronaves o las zonas de manipulación de carga en los Aeródromos de gran movimiento, pueden exigir un barrido por día como mínimo.

- b) Equipo de barrido. Para realizar con regularidad la tarea de barrido de todas las superficies pavimentadas de la zona de movimiento, resulta práctico utilizar equipos de barrido sobre camión. La eficiencia requerida de la maquinaria de barrido depende del tamaño y del volumen de tráfico del AERÓDROMO.

Disciplina del personal: Aun contando con un barrido regular, la autoridad aeroportuaria no puede garantizar plenamente que no haya contaminación en las zonas en que continuamente se realizan tareas. Los cursos regulares de adiestramiento para el personal de plataforma que versen sobre los riesgos de los accidentes y las ventajas de la disciplina, son útiles para reducir al mínimo las actitudes indiferentes en las zonas de movimiento si todo el personal toma conciencia del problema y contribuye a la limpieza.

Métodos de precaución: Localizar todas las fuentes posibles de objetos sueltos peligrosos. Para eso, se sugiere lo siguiente:

- a) Considerar la utilización de escobas especializadas, imanes y máquinas de succión para limpiar las áreas de movimiento. Establecer un medio de impedir el lanzamiento de basura en las áreas de movimiento. Preparar un procedimiento para las áreas de pruebas de motores, de modo que los chorros de los motores no se direccionen hacia aeronaves adyacentes.
- b) Reducir los problemas asociados a los despojos de construcción, apresurando la remoción de las pilas de tierra y de los objetos sueltos en las cercanías de las áreas de movimiento.
- c) Atención con tuercas, pernos, arandelas, virutas de hilo de seguridad, etc. Cuando se encuentra una tuerca o un perno en el suelo, el hecho es olvidado con frecuencia. Cuando se encuentra una tuerca debe suponerse obviamente que un perno puede estar cerca, o que un perno con la tuerca perdida puede conducir a otro problema.
- d) Atención con las herramientas utilizadas en las tareas de reparación de aeronaves o motores. Una lista de verificación en el portaherramientas puede ayudar al control de esos artículos.
- e) Establecer procedimientos de limpieza en áreas de construcción y a lo largo de rutas; dónde y cuándo se utilizan vehículos de construcción en las cercanías de las áreas de movimiento.

- f) Establecer un sistema de limpieza incluyendo barrido manual y mecánico.
- g) Realizar inspecciones de las áreas de movimiento por lo menos una vez al día, con inspecciones adicionales en áreas de construcción y enseguida de un incidente o accidente con aeronaves.
- h) Dar atención especial a la limpieza de grietas y juntas de expansión en áreas de pavimento rígido. Los ensayos han comprobado que estas son las fuentes principales de objetos sueltos que son ingeridos.

Limpieza de contaminantes: Se denomina contaminante a todos los materiales depositados sobre las superficies de los pavimentos que puedan causarles algún tipo de daño o poner en riesgo las operaciones de las aeronaves.

Los productos contaminantes encontrados en las pistas y plataformas de los Aeródromos son la goma (caucho) de los neumáticos de los trenes de aterrizaje de las aeronaves y los aceites y combustibles derramados en las posiciones de estacionamiento de las aeronaves.

La goma (caucho) depositada en la pista de aterrizaje contribuye sustancialmente a la disminución del coeficiente de rozamiento del pavimento, colocando en riesgo las operaciones de aterrizaje de las aeronaves, pudiendo inclusive favorecer la ocurrencia de hidroplaneo cuando los neumáticos de las aeronaves pierden el contacto con la superficie de la pista debido a la lámina de agua que se forma sobre el pavimento durante la lluvia.

Los productos derivados del petróleo, como aceites hidráulicos, aceites lubricantes y combustibles de modo general, son agentes agresivos a los pavimentos con revestimiento asfáltico y a las juntas de los pavimentos rígidos.

En algunos Aeródromos de gran porte se observa la existencia de contaminantes provenientes de las salpicaduras químicas utilizadas en la desinfección y limpieza de las aeronaves. Estos productos producen ácidos que atacan los pavimentos construidos con concreto de cemento Portland.

Planificación

Censo: El Jefe de Mantenimiento deberá efectuar el censo de los lugares contaminados. Estos lugares deberán ser señalados en un plano de situación de las pistas y plataformas del aeródromo.

Procedimiento de inspección: El Jefe de Mantenimiento deberá coordinar los trabajos personalmente, verificando la necesidad de proceder a la limpieza de los contaminantes en las áreas inspeccionadas.

Pista de aterrizaje

El Jefe de Mantenimiento deberá solicitar del órgano competente la realización del ensayo para la verificación del coeficiente de rozamiento del pavimento. Esta verificación es efectuada con aparatos apropiados, como por ejemplo el “mu-meter”. La OACI prescribe como nivel de mantenimiento el valor de rozamiento (μ) $\mu = 0,50$, o sea como rozamiento mínimo obtenido en condiciones normalizadas de prueba, por debajo del cual son necesarias medidas correctivas.

Podrá ocurrir en algunos Aeródromos la exigencia específica de un coeficiente de rozamiento mínimo en la pista superior al establecido en la regla general. En las pistas de estos Aeródromos deberá implantarse un plan de vigilancia especial.

La periodicidad de estas verificaciones deberá ser determinada por el jefe de mantenimiento en función del número de movimientos de las aeronaves en el aeródromo.

La limpieza de las áreas contaminadas deberá efectuarse con la aplicación de chorro de agua bajo presión, barrido manual o barrido mecánico para la remoción de los agentes contaminantes.

La limpieza efectuada con chorro de agua se torna más rápida y eficiente, aunque es más onerosa, con la utilización de detergentes biodegradables apropiados.

Logística.

Personal necesario para efectuar la limpieza:

- Operador para el equipo de chorro hidromático;
- Operador para barredora mecánica;
- Ayudantes para el hidromático;
- Ayudantes para el barrido manual.

Materiales y equipos:

- Camión con sistema hidromático en frío con capacidad para almacenar 8000 litros de agua y presión de salida del chorro de agua variando de 0 a 450 Kg/cm, con accesorios del tipo pistola manual, carrito esparcidor rotativo y manguera de alta presión con 50 m de extensión;
- Camión tanque con capacidad para transportar como mínimo 5000 litros de agua;
- Barredora mecánica con cepillos laterales y cepillo central para recoger los residuos;
- Escobas para uso manual;
- Escobillones con cerdas de acero de utilización manual;
- Palas;
- Rastras manuales.

Coordinación y supervisión de la ejecución: El Jefe de Mantenimiento del aeródromo deberá coordinar los trabajos a ser realizados, observando principalmente la necesidad de efectuar la limpieza cuando ocurra lo siguiente:

- Derramamiento accidental de aceites, combustibles o productos químicos capaces de afectar la superficie del pavimento.
- Acumulación excesiva de goma (caucho) en las pistas, perjudicando el mantenimiento del coeficiente de rozamiento determinado para garantizar la seguridad en las operaciones de aterrizaje de las aeronaves.
- Derramamiento de aceites y combustibles en las áreas de mantenimiento de las aeronaves.
- Derramamiento de aceites, combustibles u otros en las áreas de estacionamiento de las aeronaves.
- Acumulación de residuos granulares (del tipo arena, arcilla, piedrecillas y otros).

Control y evaluación: El Jefe de Mantenimiento del aeródromo deberá controlar la eficiencia de la limpieza de las áreas sujetas a contaminación para disminuir el proceso de deterioro de las camadas de revestimiento de los pavimentos y para que las operaciones de las aeronaves se efectúen con total seguridad.

El mantenimiento de la limpieza en las áreas de estacionamiento de las aeronaves también es importante para evitar el riesgo de resbalamiento del personal y equipos de apoyo utilizados en las operaciones de embarque y desembarque de carga y

pasajeros. Algunas contaminaciones pueden ser causadas por el derramamiento de productos lubricantes y combustibles de los propios equipos.

Márgenes y franjas de pista

Se denominan márgenes a las bandas de terreno que bordean las pistas, generalmente pavimentadas y dimensionadas para soportar el peso de las aeronaves que accidentalmente puedan transitar sobre las mismas. En algunas áreas de maniobras de las aeronaves también se construyen márgenes en torno a ellas.

Las franjas de pista son áreas de seguridad operacional, pues durante las operaciones de aterrizaje o despegue podría ocurrir algún problema que haga desviar a la aeronave de su trayectoria y tenga que transitar sobre estas áreas. Las franjas de pista se construyen generalmente con pequeños declives transversales y longitudinales y son compactadas de modo que permitan el tránsito accidental de las aeronaves. Estas áreas se protegen normalmente con revestimiento vegetal con el plantío de vegetación de la familia de las gramíneas.

Planificación.

Censo: Para el Censo de los márgenes y franjas de pista a ser inspeccionados, el aeródromo deberá contar con un plano de ubicación de las pistas y plataformas con la localización de las luces de balizamiento nocturno, de las cajas de inspección y cajas del sistema de drenaje. Este plano debería estar sectorizado de modo que facilite la identificación de los lugares a ser inspeccionados.

Procedimientos: El Jefe de Mantenimiento debería coordinar los trabajos personalmente, censando los puntos con problemas, identificándolos en el plano y anotando en papel anexo los defectos encontrados. Estas inspecciones deberán efectuarse cada dos meses.

Logística

- Personal necesario:
- Auxiliares de campo.
- Material:
- Cinta métrica de 30 metros
- Baliza de 3 metros
- Máquina fotográfica

Coordinación y supervisión de la ejecución: El Jefe de Mantenimiento del aeródromo debería coordinar los trabajos a ser realizados observando principalmente los siguientes defectos:

Franjas de pista

- Ocurrencia de erosiones;
- Fallas en el revestimiento vegetal;
- Crecimiento de arbustos y hierbas dañinas;
- Empozamientos de agua;
- Desnivel acentuado del terreno;
- Vegetación que necesita siega;
- Nidos de pájaros;
- Desniveles de las tapas de las cajas en relación a las superficies adyacentes;
- Cajas sin tapas o con las tapas dañadas;
- Tapas de cajas sub dimensionadas para soportar el peso de la aeronave;
- Otros que puedan poner en riesgo las operaciones de las aeronaves.

Márgenes pavimentadas:

- Fallas en el revestimiento de los pavimentos;
- Defectos estructurales en el pavimento;
- Existencia de material suelto en la superficie de los pavimentos;
- Desnivel acentuado en la base de la luz de balizamiento en relación a la superficie de los pavimentos;
- Otros que puedan poner en riesgo las operaciones de las aeronaves.

Control y evaluación: El Jefe de Mantenimiento del AERÓDROMO debería controlar los bordes y las franjas de las pistas y plataformas para impedir que algún defecto en estas áreas pueda poner en riesgo la aeronave que accidentalmente necesite transitar sobre ellos.

Para una evaluación más precisa del problema, el Jefe de Mantenimiento del aeródromo podría orientarse por los capítulos más específicos de este manual, que traten del asunto respectivo. Los defectos con soluciones fáciles deberían ser corregidos inmediatamente por el personal de mantenimiento del aeródromo.

Al detectarse defectos grandes o críticos en las inspecciones, el Jefe de Mantenimiento debería solicitar la presencia de un técnico especializado en la materia.

Pintura para la señalización de los pavimentos

La señalización horizontal es definida como el conjunto de ayudas visuales a la navegación aérea y a las operaciones en tierra, marcadas sobre los pavimentos de las pistas, calles de rodaje y plataformas.

Las áreas de las pistas de aterrizaje, calles de rodaje y plataformas deberán estar señalizadas permanentemente para orientar el movimiento de las aeronaves y disciplinar las posiciones de estacionamiento.

La señalización horizontal tiene fundamental importancia en las operaciones de aterrizaje y despegue de las aeronaves, pues orienta a los pilotos en su posicionamiento en relación al deslizamiento de la aeronave a lo largo de las pistas y salida de las mismas.

La señalización horizontal es obligatoria para todas las categorías de Aeródromos y deberá ser ejecutada y mantenida de conformidad con la normas del Anexo 14 de la OACI, capítulo 5.2.

Composición de la señalización horizontal: La señalización horizontal está compuesta de las siguientes señales:

- Franjas de cabecera
- Números y letras de identificación de la pista de aterrizaje;
- Franjas interrumpidas de línea de centro;
- Franjas laterales de borde de pista
- Marcas de distancias fijas
- Franjas continuas de eje de las calles de rodaje
- Franjas de intersección entre pistas
- Franjas de maniobra y posiciones de estacionamiento en la plataforma
- Franjas de vías de circulación de vehículos en las áreas de maniobras de las aeronaves
- Marcas de posición de espera
- Letras
- Números
- Símbolos

Materiales para la señalización: Los materiales a ser empleados en el pintado de la señalización horizontal de las pistas y plataformas de los Aeródromos deberían cumplir los requisitos generales relacionan a continuación:

- 1) Ser reflexiva, a base de cualquiera de las siguientes resinas:
 - Estireno –butadieno y/o estireno-acrilato (tipo I)
 - Acrílicas y/o vinílicas (tipo II);
 - Epóxicas, de dos componentes (tipo III)
- 2) Ser anti resbalante
- 3) Permitir una buena visibilidad en condiciones de iluminación natural y artificial.
- 4) Ser inerte a la acción de la elevada temperatura causada por el rozamiento entre los neumáticos de las aeronaves y el revestimiento de la pista.
- 5) Garantizar una buena adherencia al pavimento.
- 6) Ser de fácil aplicación y secado rápido.
- 7) La pintura no debería poseer capacidad destructiva o desagregadora de los pavimentos a los que será aplicada.

Planificación: El jefe de Mantenimiento del AERÓDROMO debería programar las inspecciones dos veces al mes y procurar las correcciones necesarias para mantener siempre en buenas condiciones y actualizada la señalización horizontal del aeródromo.

El jefe de mantenimiento debería mantener en el archivo del AERÓDROMO un plano actualizado de la señalización horizontal y la última edición del Anexo 14 de la OACI, para que sirvan de consulta en caso de dudas. También deberá coordinar los trabajos personalmente, identificando los lugares con problemas para cuantificar y procurar las correcciones necesarias.

Para inspecciones de rutina:

Personal necesario:

- auxiliares de campo

Material:

- cinta métrica de 30 metros
- máquina fotográfica

Para la ejecución de los servicios:

Personal necesario:

- pintores

- ayudantes
- operador de equipo (para pintado mecanizado)

Materiales:

- cepillos, brochas, escobas y compresores para soplo a chorro.
- rollos y pinceles adecuados para el servicio
- pinturas especificadas
- solventes adecuados
- modelos de números y letras
- reglas de madera o aluminio.

Coordinación y supervisión de la ejecución: El jefe de mantenimiento debería coordinar personalmente los servicios de pintado. Después de las inspecciones de campo, el jefe de mantenimiento debería procurar la conservación, restauración o adecuación del pintado, siguiendo las orientaciones del proyecto actualizado o la reglamentación en vigor.

La conservación podrá ser efectuada orgánicamente o por contrato, en función del volumen de los servicios que son necesario. El pintado podrá efectuarse manual o mecánicamente, dependiendo de la disponibilidad del equipo.

El pavimento deberá estar en buenas condiciones estructurales, libre de goma (caucho), grasa, aceite, polvo, arena, etc. para que la película de pintura pueda tener una buena adherencia.

La superficie demarcada debería presentar buena apariencia y definición exacta de los contornos y alineamiento y debería presentar homogeneidad de aspecto. Después del secado, la película aplicada debería presentar flexibilidad, ausencia de fisuras, grietas o ruptura.

Los servicios deberían seguir la siguiente rutina:

Preparación de la superficie: Antes de la aplicación de pintura, la superficie a pintar debería estar seca y libre de suciedad o cualquier otro material extraño que pueda perjudicar la adherencia de la pintura al revestimiento de los pavimentos.

Pintado: Los servicios de pintado comprenderán la demarcación de las áreas pre marcadas anteriormente. Las marcas deberían ser aplicadas en los lugares y con las dimensiones y espaciamientos indicados en los proyectos.

Observación importante: La utilización del diluyente en demasía puede dañar la superficie del revestimiento asfáltico. Por lo tanto la pintura a ser aplicada debería cumplir las especificaciones técnicas de viscosidad, evitando la mezcla de diluyentes con el producto.

Control y evaluación: El jefe de mantenimiento debería controlar la calidad del pintado de la señalización horizontal del aeródromo, observando los desgastes naturales y cuando éstos alcancen el máximo de 50%, deberían adoptarse las medidas correctivas de mantenimiento, buscando siempre la meta de seguridad para las operaciones de las aeronaves.

Caminos de acceso: Son vías internas para la circulación de vehículos operacionales de mantenimiento, de emergencia y de apoyo a las aeronaves, que normalmente transitan por las áreas restringidas de los Aeródromos.

El mantenimiento adecuado de los caminos de acceso contribuirá a:

- Mantener o renovar la calidad de una superficie de rodaje y consecuentemente mejorar las condiciones de tráfico y de seguridad.
- Impedir la degradación de los pavimentos por la conservación o restauración de la impermeabilidad de la calle de rodaje
- Los caminos de acceso pueden ser pavimentados o no, dependiendo de su localización y utilización.

Caminos de tierra: Las vías perimetrales de los Aeródromos son generalmente construidas sin revestimiento bituminoso (revestimiento primario) y conocidas como caminos de tierra. Los caminos de tierra se construyen usando el suelo natural. Estos caminos son vías no pavimentadas, en las que sobre el lecho de tierra se coloca un revestimiento de pizarra o material granular de yacimiento o pedrería. Son utilizadas por los equipos de seguridad del aeródromo para la realización de inspecciones de rutina de las cercas y muros limítrofes del área comprendida por el Aeródromo.

Caminos de acceso pavimentados: Las vías internas de mayor tráfico se construyen generalmente con pavimentos dimensionados para atender el volumen de vehículos que allí transitan. Estos pavimentos se componen de capas de materiales diseñados para atender los esfuerzos solicitados. La mayoría de los pavimentos de las vías internas del AERÓDROMO están revestidos con capas asfálticas.

5.9 ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

5.9.1 REALIZAR UN ESTUDIO OPERACIONAL DE AERONAVES CATEGORÍA ECHO SOBRE LA PROYECCIÓN DE LA CALLE DE RODAJE MIKE II EN LA PISTA SUR DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.

Este estudio operacional se efectuó en la proyección de la calle de rodaje Mike 2 en la pista sur del Aeropuerto internacional Eldorado.

Con base en estadísticas del tránsito aéreo del aeropuerto en cuestión, se efectuó un estudio operacional para demostrar que el proyecto de la calle de rodaje Mike 2 que se ejecutará en el año 2016 no necesariamente tiene que ser de categoría foxtrot (F) o echo (E); podría ser delta (D), y que pueden transitar aeronaves de mayor envergadura a la de diseño sin poner en riesgo la seguridad operacional bajo ninguna circunstancia.

Lo anterior porque en la franja norte del proyecto a la altura de la base de la fuerza aérea existe una subestación eléctrica que lleva muy poco de ser construida y tuvo un costo aproximado a los cinco mil millones de pesos y si se decide que la calle de rodaje Mike 2 sea de categoría foxtrot (F) o echo (E), se deberá demoler dicha construcción para ejecutar el proyecto, en cambio si se decide que la calle de rodaje Mike 2 sea de categoría delta (D), la situación sería completamente diferente y se podría mantener en pie la subestación sin incurrir en un detrimento patrimonial. Se hace necesario este estudio porque al ser el aeropuerto más importante del país existe un tránsito importante y considerable de aeronaves de gran envergadura y no se puede restringir la operación de estas aeronaves.

Los resultados de este estudio fueron los siguientes:

Con base en la presentación de estudios y diseños para la construcción de nuevas calles de rodaje en el aeropuerto Eldorado, se han realizado las evaluaciones operacionales respectivas, que pueden ser contempladas según RAC 14.3.3.9.8., el cual expresa textualmente lo siguiente:

Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje. La distancia de separación entre el eje de una calle de rodaje, por una parte, y el eje de una pista, el eje de una calle de rodaje paralela o un objeto, por otra parte, no podrá ser inferior al valor adecuado que se indica: en la Tabla 3 - 1. , aunque pueden permitirse operaciones con distancias menores de separación en aeródromos ya existentes **si un estudio de caso de seguridad operacional indica que tales distancias de separación no influyen adversamente en la seguridad**, ni de modo importante

en la regularidad de las operaciones de los aviones, lo que se registrara en el permiso de operación.

Distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista (metros)										Distancia entre eje de una calle de rodaje y el eje de otra calle de rodaje (metros)	Distancia entre el eje de una calle de rodaje que no sea calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)	Distancia entre el eje de una calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y el eje de otra calle de acceso (metros)	Distancia entre el eje de la calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)
Letra de clave	Pista de vuelo por instrumentos Número de Clave				Pistas de vuelo visual Número de Clave								
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
A	82,5	82,5	-	-	37,5	47,5	-	-	23	15,5	19,5	12	
B	87	87	-	-	42	52	-	-	32	20	28,5	16,5	
C	-	-	168	-	-	-	92	-	44	26	40,5	22,5	
D	-	-	176	176	-	-	101	101	63	37	59,5	33,5	
E	-	-	-	182,5	-	-	-	107,5	76	43,5	72,5	40	
F	-	-	-	190	-	-	-	115	91	51	87,5	47,5	

Tabla 38. Distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista.

La siguiente tabla fue extraída de estadísticas oficiales de la Aeronáutica Civil de

OPERACIONES AÑO 2014 AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO EL DORADO		
AERONAVE	CATEGORIA	NUMERO DE OPERACIONES
747-8	F	21
A340-2	D	908
A340-3	D	1662
A340-6	D	901
B747-2	D	501
B747-4	D	685
A330-2	E	9416
B757-2	E	1430
B757-3	E	237
B767-2	E	155
B767-3	E	6735
C y menores	VARIOS	314486
TOTAL D		4657
TOTAL E		17973
TOTAL F		21
TOTALES		337137

Colombia, fueron tomados los datos de operaciones por tipo de aeronave en el aeropuerto internacional Eldorado durante el año 2014 y muestra los valores

numéricos de dichas operaciones, cabe anotar que una operación está compuesta por aterrizaje y despegue.

OPERACIONES AÑO 2014 AEROPUERTO INTERNACIONAL ELDORADO

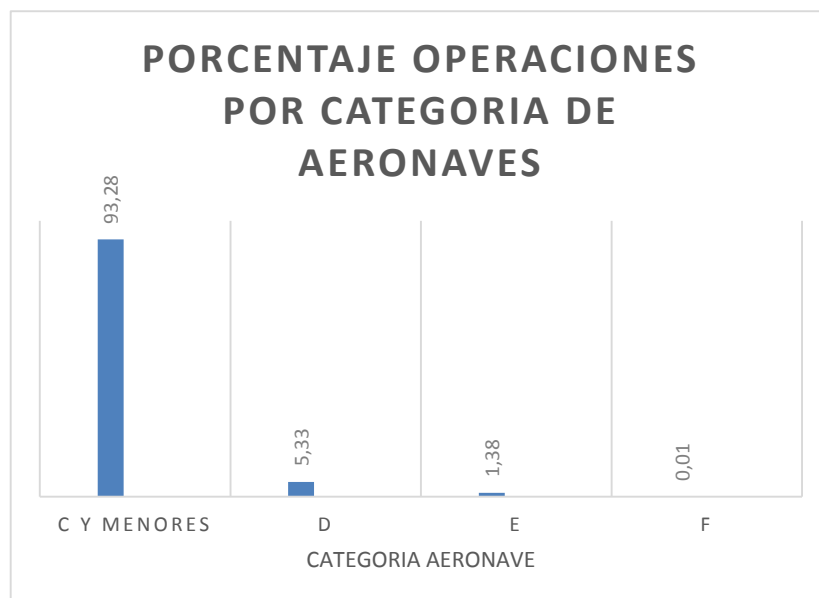
CATEGORIA	PORCENTAJE (%)
C y menores	93,28
D	5,33
E	1,38
F	0,01
TOTAL	100,00

Tabla 39. Operaciones aéreas año 2014 aeropuerto Eldorado

La siguiente tabla toma los valores porcentuales por categoría de aeronave para las operaciones para el año 2014 del aeropuerto internacional Eldorado:

Tabla 40. Porcentaje de operaciones año 2014 aeropuerto Eldorado

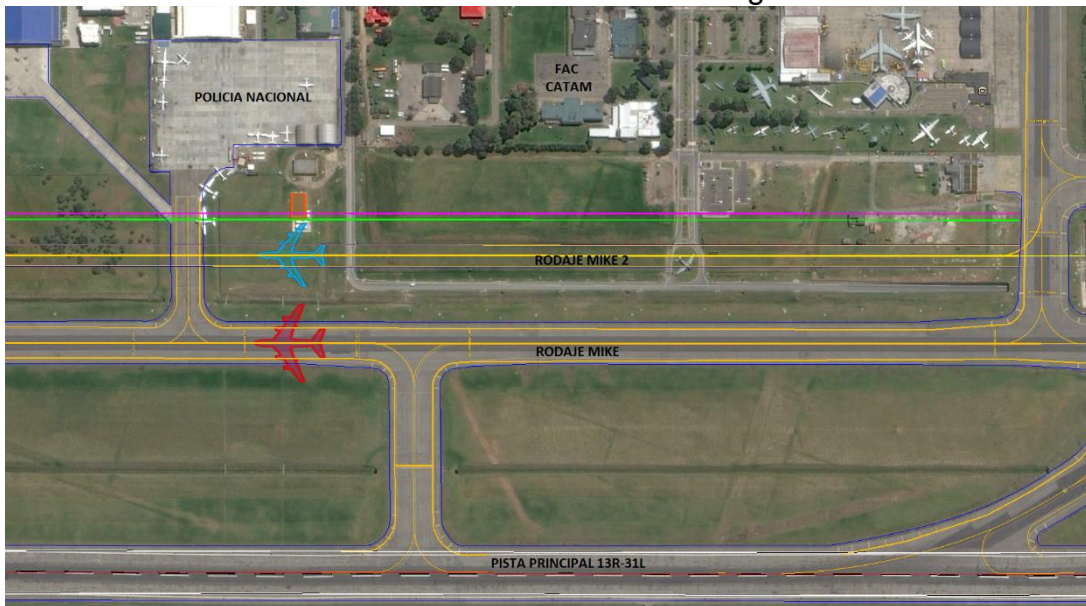
El siguiente es el diagrama de barras de la tabla anterior:



Gráfica 1. Porcentaje de operaciones por categoría de aeronave

El estudio se realizó con dos aeronaves específicamente, una categoría E, la más grande existente de la categoría el BOING 747-400 y otro categoría F, el AIRBUS 380-800, el avión más grande del mundo; es decir que el estudio se realizó con las dos aeronaves más críticas en cuanto a su envergadura se refiere.

Adicionalmente a lo anterior se hizo el ejercicio con la aeronave AIRBUS 380-800 y con la BOING 747-800 es decir dos aeronaves categoría F.



LOCALIZACIÓN ESTUDIO OPERACIONAL AERONAVES CATEGORIA ECO SOBRE LA PROYECCIÓN DE LA CALLE DE RODAJE MIKE II

Figura 36. Localización Estudio operacional Mike 2

ESTUDIO OPERACIONAL AERONAVES CATEGORIA ECO SOBRE LA
PROYECCIÓN DE LA CALLE DE RODAJE MIKE II
DETALLE BOEING 747-400

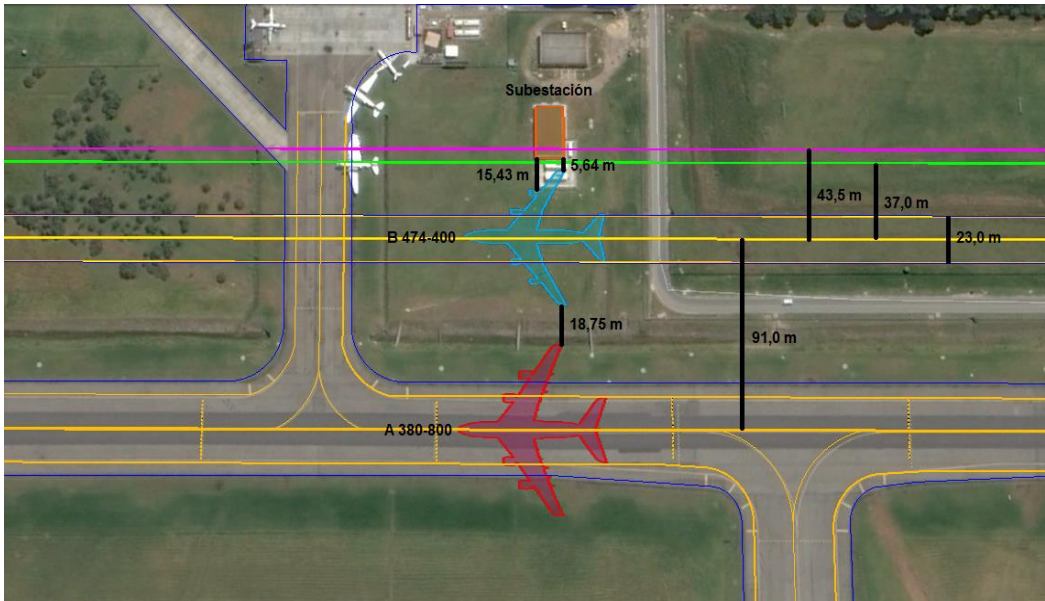


Figura 36. Detalle BOING 747-400

ESTUDIO OPERACIONAL AERONAVES CATEGORIA ECO SOBRE LA
PROYECCIÓN DE LA CALLE DE RODAJE MIKE II
DETALLE BOEING 747-800

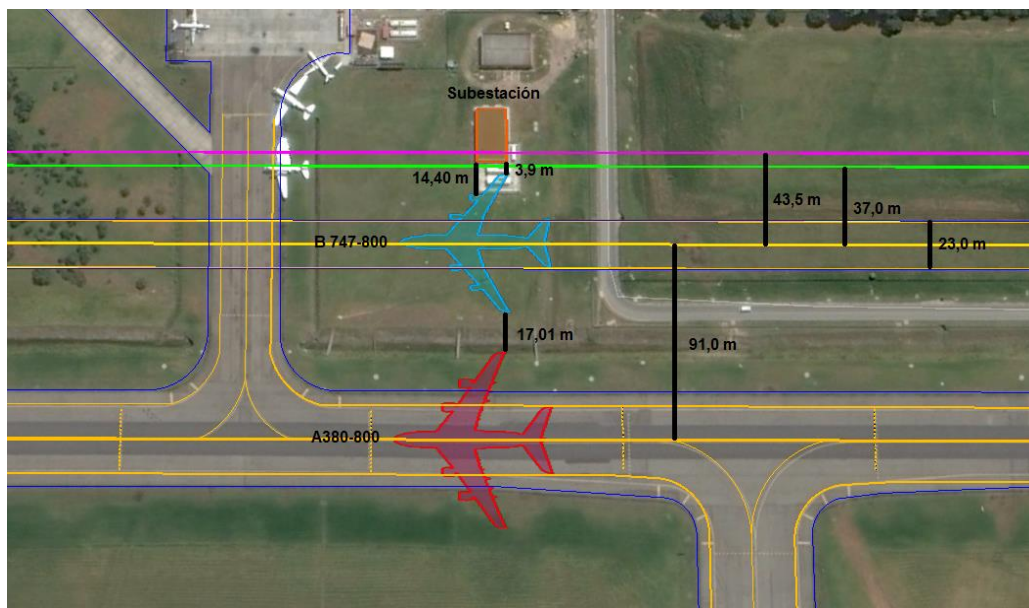


Figura 37. Detalle BOING 747-800

Adicionalmente a las imágenes anteriores, se realizaron planos en AUTOCAD de planta y de perfil de las calles de rodaje Mike y Mike 2 con los diferentes tipos de aeronaves anteriormente relacionados.

También se realizó un modelamiento del estudio con el software AIRPLAN, por obvias razones los videos no se incluyen en el trabajo, pero se adjuntarán de forma anexa al mismo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De manera específica y con base en los objetivos inicialmente planteados y las actividades complementarias se puede llegar a las siguientes conclusiones y así mismo algunas recomendaciones:

1. Después de haber realizado los respectivos diseños de la estructura de pavimento de la pista del aeródromo Hacaritama – Aguachica, se puede concluir lo siguiente de acuerdo a los estudios realizados:

- Se concluye que se debe retirar la totalidad del estrato de arcilla roja en espesor 0.20 a 0.50 m ya que presenta condiciones no aptas para desempeñarse como subrasante.
- La estructura de pavimento se debe construir a partir del estrato de la arcilla granillosa de color amarillo, la cual debe ser conformada y compactada al 92% de la densidad del próctor estándar.
- El material deber ser compactado con la humedad óptima para así obtener la densidad deseada.
- Se debe construir un pedraplén como mejoramiento de la subrasante y relleno para alcanzar las cotas de diseño.
- Se debe colocar un sello sobre el pedraplén en el mismo material de subbase granular P154.
- Se debe colocar un Geotextil Tejido 2400 sobre el sello del pedraplén, como elemento de separación.
- Si una vez realizadas las actividades de excavación se identifican zonas de baja capacidad (fallos), estas se deben corregir mediante el relleno con pedraplén.
- Todos los materiales a emplear en la construcción deben cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción FAA Advisory Circular AC 150/5320-6D.
- Dado que las condiciones de baja capacidad portante de los suelos de subrasante encontrados 1.525 de CBR, se pueden esperar que

contracciones volumétricas de los suelos signifiquen un problema en cuanto al comportamiento de la subrasante; por eso es indispensable la construcción del mejoramiento de la misma.

2. Con respecto a la elaboración de guías para la publicación de planos de aeródromo se puede concluir lo siguiente:

- Cada plano cuenta con información detallada para que el usuario, piloto o ciudadano tenga las suficientes herramientas para obtener las características físicas de cada aeródromo.
- Los datos de cada aeródromo han sido determinados de manera práctica en el terreno con la colaboración de personal de la Aeronáutica Civil, por tal motivo se puede garantizar la veracidad de cada valor.
- La actualización de cada plano fue un trabajo extenso y riguroso por la ausencia de una base de datos actualizada de cada aeródromo, existían valores muy antiguos, se recomienda a partir del presente trabajo poner en práctica la retención de la información.
- El grupo de inspección de aeropuertos de la Aeronáutica Civil es el encargado de realizar los planos de los aeródromos para después enviar la información a la oficina de publicaciones, se pudo notar una acentuada descoordinación de los procesos, retardando la entrega y posterior publicación de los planos, se recomienda una mayor y mejor articulación entre las dos dependencias.

3. De acuerdo al diagnóstico de la superficie de la pista del aeródromo de Tolemaida se puede concluir y recomendar lo siguiente:

- Se debe revisar la señalización horizontal que ha sido exudada por el asfalto recién instalado.
- Se debe mejorar el programa de mantenimiento de las zonas verdes adyacentes.
- Es necesario establecer un programa de tratamiento de fisuras.

- Se deben localizar las zonas de parcheos para la programación del mantenimiento correspondiente.
- Algunas juntas longitudinales presentan pérdida de finos, por lo que se deben localizar y tratar para evitar patologías superficiales (fisuras, grietas).
- Teniendo en cuenta que la geometría de la pista no presenta irregularidades evidentes, NO se pueden asociar a la condición actual de la pista los problemas que tuvieron algunas aeronaves con sus neumáticos.
- La inspección realizada permite establecer que existen buenas condiciones generales para la seguridad operacional.

4. De acuerdo a la implementación de los softwares de la Federal Aviation Administration FAA, FAARFIELD Y COMFAA, podemos concluir:

- Las versiones anteriores carecían de algunas características de diseño, pero la última versión de los dos softwares entregadas en el seminario de pavimentos aeroportuarios que se realizó en Cartagena de Indias, han mejorado y se han actualizado de manera importante, dando una gran facilidad de manejo y una optimización del diseño.
- Debido a la gran exactitud y precisión en las investigaciones del desarrollo de los softwares se puede concluir que los valores arrojados en diseño y número de PCN son totalmente confiables para ejecutarlos de manera práctica en el terreno.
- La única recomendación pertinente respecto a los softwares, es la falta de más familias de aeronaves en la biblioteca de aeronaves del programa, aunque se pueden tomar valores genéricos dependiendo las necesidades.
- Respecto a las variables de diseño se debe tener cuidado en la manera de ingresarlos, en cuanto unidades, secciones y valores de la estructura.

5. Para la realización de los planes de mantenimiento aeroportuario hay que concluir y recomendar:

- Tratándose de una pista netamente industrial, de carácter privado, las recomendaciones del plan de mantenimiento del pavimento es poco probable que se cumplan al pie de la letra, ya que como autoridad aeronáutica, la Aerocivil no ejerce control total sobre estas pistas.
- Para una mejor elaboración de los programas de mantenimientos, el área debería ser sectorizada físicamente, esto propiciaría establecer criterios de prioridad.
- Los programas de mantenimiento elaborados deben ser anuales y con independencia de la prioridad establecida, cada área debe ser tratada al menos una vez cada año.
- Se debe tener una correlación directa entre las actividades a ejecutar en el plan de mantenimiento para que este fluya de manera correcta y las áreas cumplan de manera real con los objetivos iniciales.

6. De acuerdo a la elaboración de guías para la demarcación de señalización horizontal es conveniente concluir y recomendar lo siguiente:

- La Aerocivil como entidad de control y supervisión debe estar atenta al cumplimiento de la señalización horizontal en las pistas del territorio nacional, ya que es evidente que muchas incumplen esta norma.
- Las guías de demarcación de señalización horizontal se encuentran incluidas en el plano de aeródromo de cada aeropuerto, se recomienda unificar un formato para que uno solo sirva como guía de publicación.
- Se sugiere realizar el cambio de señalización existente debido a repavimentaciones o desplazamientos de umbral, evitando el borrado de señalización con químicos y usar métodos menos invasivos, que aceleren los procesos de pintado y borrado optimizando recursos.

BIBLIOGRAFÍA

Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, MANUAL NORMATIVO DE SEÑALIZACIÓN EN AREA DE MOVIMIENTO, Manual, Barcelona, España, Primera edición, 2001.

Claro S.A, COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS Y APLICACIÓN DEL PROGRAMA FAARFIELD 1.305 Y EL MÉTODO TRADICIONAL PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES DESARROLLADOS POR LA FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION DE LOS ESTADOS UNIDOS (FAA), Luis Ediel Torres, Bogotá D.C, Colombia.

http://www.hofmannmarking.de/es/glosario/senalizacion_horizantal_de_aeropuertos.php

Federal Aviation Administration, ADVISORY CIRCULAR 150/5320-6E, Circular, Airport Pavement Design Evaluation, Estados Unidos, 2009.

YEAMAN. David, Aircrafts characteristics, Aviation & Federal Group, Octubre 2014.

Aeronáutica Civil de Colombia, REGLAMENTO AERONAUTICO COLOMBIANO 14, Normatividad, Aeropuertos, Aeródromos y Helipuertos, Colombia, 2014.

<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/SegOperacional/Paginas/default.aspx>

FABREL. Cyril, AIRBUS Aircraft Overview/R&D Needs, Head of Airfield Pavement, diciembre 2012.

http://www.icao.int/SAM/Documents/2011/AGAINSC.11/6b_Diaz.pdf

INVIAS, ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DE LA RED ACTUAL DE CARRETERAS, manual, Bogotá, Colombia, 2012.

http://www.icao.int/SAM/Documents/2011/AGAINSC.11/6b_Diaz.pdf

<http://www.aerocivil.gov.co/Aerodromos/PMaestros/Documents/PM%208.1SUPERFICIE%20DE%20OBSTACULOS.pdf>

<http://www.aerocivil.gov.co/Aerodromos/PMaestros/Documents/Anexo%20II.pdf>

http://www.boeing.com/mwginternal/de5fs23hu73ds/progress?id=b2ZIB9z33tbxzYjDXEs9BcfcjQ2_ViQ-yAwQaxC_XE

Norma ASTM D 5340, INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS EN AEROPUERTOS (PCI), Santiago, Chile, Septiembre, 2005

<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%2015%20%20Servicios%20de%20Informaci%C3%B3n%20Aeron%C3%A1utica.pdf>

Dirección General de Aviación Civil, METODO ESTANDARTIZADO PARA REPORTE DE RESISTENCIA DE PAVIMENTOS DE AERODROMOS- PCN-ACN, Costa Rica, 2012.

<http://www.aerocivil.gov.co/AIS/AIP/Paginas/Aer%C3%B3dromos.aspx>

http://alacpa.org/index_archivos/FAARFIELD%20Data%20Entry.pdf

OACI, MANUAL DE DISEÑO DE AERODROMOS, Parte 1, pistas, Tercera edición, 2006.

OACI, MANUAL DE DISEÑO DE AERODROMOS, Parte 2, Calles de rodaje, Tercera edición, 2006.

www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Biblioteca%20Indice%20General/RAC%20%2014%20-%20Aeródromos,%20%20Aeropuertos%20y%20Helipuertos.pdf

Asociación Latinoamericana de Pavimentos Aeroportuarios, XII SEMINARIO DE PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS, Cartagena de Indias, Colombia, Noviembre 2015.

ANEXOS

Se hace necesario adjuntar al presente trabajo numerosos documentos digitales donde se plasman todas las actividades desarrolladas, que pueden ser tomadas como evidencias tales como planos en formato AUTOCAD, archivos KMZ, presentaciones de power point, estudios de suelos y geotecnia, videos, modelos, entre otros.

Como anexo se puede plasmar directamente en Este capítulo registros fotográficos de la práctica y que sirvieron como punto de referencia para la realización del presente trabajo.

REGISTRO FOTOGRÁFICO ASISTENCIA AL XII SEMINARIO DE PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS ALACPA (CARTAGENA DE INDIAS, NOVIEMBRE 2015)



XII Seminario ALACPA de Pavimentos Aeroportuarios
X Taller FAA - V Curso Rápido de Mantenimiento de Pavimentos de Aeródromos
17 al 20 Noviembre 2015 Cartagena de Indias - Colombia





XII Seminario ALACPA de Pavimentos Aeroportuarios
X Taller FAA - V Curso Rápido de Mantenimiento de Pavimentos de Aeródromos
17 al 20 Noviembre 2015 Cartagena de Indias - Colombia



XII Seminario ALACPA de Pavimentos Aeroportuarios
X Taller FAA - V Curso Rápido de Mantenimiento de Pavimentos de Aeródromos
17 al 20 Noviembre 2015 Cartagena de Indias - Colombia



REGISTRO FOTOGRÁFICO INSPECCION PISTA TOLEMAIDA



