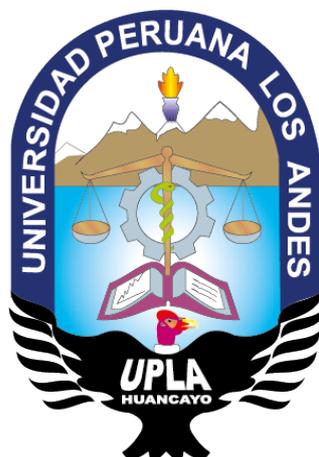


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA
MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL
AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN”

Línea De Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

PRESENTADO POR:

Bach. GARCIA QUIJANO CAMILA SHIOME

Bach. HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

ASESOR

Ing. NAKANDAKARE SANTANA JULIO BUYU

En Memoria al

Ing. NAKANDAKARE SANTANA JULIO BUYU

Gracias por el apoyo brindado en la realización de la presente tesis, por sus consejos y asesoría, por ser el autor intelectual del tema de investigación, por ayudarnos a investigar más del tema que al inicio se nos era incierto pero usted nos motivó a continuar, gracias por sus consejos, sus risas, sus bromas, lamentamos que no pueda estar presente para cuando sustentemos esta tesis, pero le damos todos los créditos pues usted nos dio la confianza para poder hacerla y la seguridad de creer en lo que hacíamos. Gracias por ser un gran Ingeniero y un buen amigo.

Q.E.P.D.

DEDICATORIA

A mis amados padres Rolando y Mónica por dar siempre lo mejor de sí para que mi educación llegara a este nivel y por enseñarme cada día a luchar para lograr lo que solo con esfuerzo se alcanza.

A mi abuelo Hugo Quijano desde el cielo sé que estarás muy orgulloso de mi.

A la persona que amo por ser mi compañía y darme la motivación para ser mejor cada día.

Camila Shiome García Quijano

DEDICATORIA

A mi abuelo Daniel, tu amor y protección van siempre conmigo.

A mi mamá Amalia y mi papá Rubén, su amor es infinito y el amor que siento por ustedes lo es todo.

Sthephanny Lucia Herrera Morales

AGRADECIMIENTO

A:

DIOS:

Por permitirnos llegar a este momento tan especial en nuestras vidas.

LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Por la formación sólida y profesional que ha sido brindada durante los años de nuestra formación profesional.

Ing. JULIO BUYU NAKANDAKARE SANTANA

Por su valiosa asesoría, colaboración y aporte brindado al presente trabajo.

**LA CORPORACIÓN PERUANA DE AEROPUERTOS Y AVIACIÓN
COMERCIAL (CORPAC S.A.)**

Por brindarnos las autorizaciones para realizar nuestro trabajo de investigación dentro de las instalaciones del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

Gracias a todas las personas e instituciones que nos ayudaron directa e indirectamente en la realización de esta tesis.

Bach. CAMILA SHIOME GARCIA QUIJANO

Bach. STEPHANNY LUCIA HERRERA MORALES

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA
DECANO

Ing. JAVIER AMADOR NAVARRO VELIZ
JURADO

Ing. JULIO FREDY PORRAS MAYTA
JURADO

Ing. ERNESTO WILLY GARCIA POMA
JURADO

Mg. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	6
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS	7
ÍNDICE	8
SIGLAS.....	12
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	17
ÍNDICE DE GRÁFICOS	18
RESUMEN	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUCCIÓN	21
CAPITULO I	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1.Planteamiento del problema	23
1.2.Formulación y sistematización del problema	25
1.2.1. Problema general.....	25
1.2.2. Problemas específicos.....	25
1.3.Justificación	26
1.3.1. Práctica.....	26
1.3.2. Social	26
1.3.3. Metodológica.....	26
1.4.Delimitaciones.....	27
1.4.1. Espacial	27
1.4.2. Temporal.....	29
1.4.3. Económica	29
1.5.Limitaciones	29
1.5.1. De información.....	29
1.5.2. Técnicas.....	29
1.5.3. Económicas	29

1.6.Objetivos	30
1.6.1. Objetivo general	30
1.6.2. Objetivos específicos	30
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes	31
2.1.1. Antecedentes nacionales	31
2.1.2. Antecedentes internacionales	35
2.2.Marco conceptual.....	38
2.2.1. Vías de comunicación	38
2.2.2. Aeropuerto	39
2.2.3. Pavimentos para aeropuertos	50
2.2.4. Parámetros de diseño	54
2.2.5. Metodología FAA	62
2.2.6. Normativas aeronáuticas	71
2.3.Definición de términos.....	73
2.4.Hipótesis	74
2.4.1.Hipótesis general	74
2.4.2.Hipótesis específicas	74
2.5.Variables	75
2.5.1.Definición conceptual de la variable.....	75
2.5.2.Definición operacional de la variable.....	75
2.5.3.Operacionalización de la variable	76
CAPITULO III	
METODOLOGÍA	
3.1.Método de investigación	77
3.2.Tipo de investigación	77
3.3.Nivel de investigación	77
3.4.Diseño de investigación	78
3.5.Población y muestra.....	78
3.6.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	78
3.7.Procesamiento de la información	79

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de la situación actual del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja	81
4.2. Capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja	96
4.3. Estudios básicos para el diseño del pavimento	105
4.3.1. Estudio de tráfico	105
4.3.2. Estudio topográfico	117
4.3.3. Estudio de suelos.....	118
4.4. Diseño de la nueva infraestructura de la calle de rodaje.....	124
4.4.1. Diseño geométrico	124
4.4.2. Diseño de drenaje	133
4.4.3. Diseño de la sección del pavimento flexible con la aplicación del software FAARFIELD	138
4.5. Descripción de resultados.....	153
4.5.1. Capacidad operativa	153
4.5.2. Estudio de tráfico aéreo	154
4.5.3. Diseño geométrico del pavimento	154
4.5.4. Diseño de la sección del pavimento flexible con la aplicación del software FAARFIELD	156

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES.....	171
RECOMENDACIONES	173
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
ANEXOS.....	176

ANEXO 1:MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	177
ANEXO 2:MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.....	180
ANEXO 3:MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE INSTRUMENTO	182
ANEXO 4:INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CONSTANCIA DE SU APLICACIÓN.....	185
ANEXO 5:CONFIABILIDAD VALIDA DEL INSTRUMENTO	190
ANEXO 6:AUTORIZACIÓN DE LA CORPORACION PERUANA DE AEROPUERTOS Y AVIACIÓN COMERCIAL	193
ANEXO 7:ESTUDIO DE SUELOS	195
ANEXO 8 :DATOS GENERALES DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	218
ANEXO 9 :DATA DE RESULTADOS DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL SOFTWARE FAARFIELD	220
ANEXO 10: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	223
ANEXO 11:PLANO DE TOPOGRAFÍA GENERAL Y DETALLADO.....	225
ANEXO 12:PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS..... ¡Error! Marcador no definido.	
ANEXO 13:PLANO DE PERFIL ESTATIGRÁFICO	233
ANEXO 14:PLANO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES.....	235
ANEXO 15:PLANO DE ESTRUCTURA PROYECTADA.....	237
ANEXO 16:PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES DE CALLE DE RODAJE.....	239
ANEXO 17:PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES DE CALLE DE SALIDA.....	243
ANEXO 18 :PLANO DE DRENAJE	245
ANEXO 19 :PANEL FOTOGRÁFICO	247

SIGLAS

CORPAC	Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
FAA	Federal Aviation Administration
OACI	Organización Internacional de Aviación Civil
ICAO	Organización Internacional de Aeronáutica Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
ASTM	Sociedad americana de pruebas y materiales
PCI	Índice de Condición de Pavimentos en aeropuertos
PCC	Concreto de Cemento Portland
AC	Circulares de Asesoramiento
CDF	Factor de daño acumulado
CBR	California Bearing Ratio. Índice de penetración California
AICM	Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México
SMA	Sistema Metropolitano de Aeropuertos
OFZ	Área libre de obstáculos
OFA	Área libre de objetos
RPZ	Zona de protección de la pista
L.L.	Limite liquido
L.P.	Limite plástico
I.P.	Índice de plasticidad
M.D.S	Máxima densidad seca
Mpa	Mega Pascal
Psi	Pounds-force per square inch
IATA	International Air Transport Association
DGAC	Dirección general de aeronáutica civil

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DATOS ADICIONALES DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.....	27
TABLA 2. CLAVE DE REFERENCIA DE AERÓDROMO.....	42
TABLA 3. ANCHURA PARA LAS CALLES DE RODAJE.....	43
TABLA 4. ENSAYOS CONSIDERADOS REQUISITO MÍNIMO O BÁSICO PARA PAVIMENTACIÓN DE UN AEROPUERTO.....	60
TABLA 5. ESPECIFICACIONES TÍPICAS DE LAS CAPAS PARA PAVIMENTOS DE AEROPUERTO.....	67
TABLA 6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	76
TABLA 7. CARACTERÍSTICAS DE LA PISTA DE ATERRIZAJE DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	82
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DE LAS CALLES DE RODAJE DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	85
TABLA 9. CARACTERÍSTICAS DE LA PLATAFORMA DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	86
TABLA 10. SEÑALIZACIÓN DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA..	87
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS DE LA TERMINAL DE PASAJEROS DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	88
TABLA 12. INSTALACIONES QUE SE TIENE Y NO DENTRO DE LA TERMINAL DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	88
TABLA 13. AYUDAS VISUALES CON LAS QUE CUENTA EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ.....	91
TABLA 14. MOVIMIENTO GENERAL DE OPERACIONES ENTRE LOS AÑOS 2010 - 2019	96
TABLA 15. MOVIMIENTO GENERAL DE PASAJEROS ENTRE LOS AÑOS 2010 – 2019	97
TABLA 16. MOVIMIENTO GENERAL DE CARGA EXPRESADO EN KG. ENTRE LOS AÑOS 2010 - 2019	99
TABLA 17. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE OPERACIONES EN EL AEROPUERTO DE JAUJA	100
TABLA 18. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO DE JAUJA	101
TABLA 19. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE CARGA EN EL AEROPUERTO.	102
TABLA 20. MOVIMIENTO GENERAL EN EL AÑO 2018.....	104
TABLA 21. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN MODELO AIRBUS 320 – 200	105
TABLA 22. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN MODELO AIRBUS 319.....	106
TABLA 23. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN MODELO BOEING 737-500.....	107
TABLA 24. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN PRESIDENCIAL MODELO BOEING 737-500	108
TABLA 25. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ MODELO HÉRCULES L-100-20.....	109
TABLA 26. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ MODELO SPARTAN C-27J.....	110
TABLA 27. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ MODELO SPARTAN C-27J.....	111

TABLA 28. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ MODELO DHC-6-400 TWIN OTTER.....	112
TABLA 29. FICHA TÉCNICA DEL HELICÓPTERO DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ MODELO MIL MI -17	113
TABLA 30. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN PIPER PA-31 NAVAJO	114
TABLA 31. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN BEECHCRAFT SUPER KING AIR 200...	115
TABLA 32. FICHA TÉCNICA DEL AVIÓN BEECHCRAFT SUPER KING AIR 350...	116
TABLA 33. BMS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	117
TABLA 34. LISTA DE PLANOS TOPOGRÁFICOS.....	118
TABLA 35. UBICACIÓN DE LAS CALICATAS.....	119
TABLA 36. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS.....	120
TABLA 37. CARACTERÍSTICAS DE LAS CALICATAS.....	120
TABLA 38. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA 01.....	121
TABLA 39. PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA 02.....	122
TABLA 40. DATOS DE LA AERONAVE DE DISEÑO	124
TABLA 41. ANCHURA DE LA CALLE DE RODAJE	125
TABLA 42. DISTANCIA LIBRE	125
TABLA 43. CÁLCULO DE S1	129
TABLA 44. VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE FRENO	130
TABLA 45. VELOCIDAD DE LA AERONAVE SEGÚN EL RADIO DE UNA CALLE DE SALIDA RÁPIDA	131
TABLA 46. DIMENSIONES DE LA NUEVA INFRAESTRUCTURA PROYECTADA .	133
TABLA 47. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	135
TABLA 48. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA. MÉTODO RACIONAL.....	136
TABLA 49. DIÁMETRO COMERCIAL TUBERÍAS HDPE	137
TABLA 50. PESO DE DESPEGUE Y SALIDAS ANUALES DE LAS AERONAVES..	140
TABLA 51. SELECCIÓN DE MATERIAL PARA CADA CAPA	142
TABLA 52. ESPESORES MÍNIMOS PERMITIDOS PARA CADA CAPA DEL PAVIMENTO DISEÑADO.....	150
TABLA 53. MOVIMIENTO GENERAL AEROPORTUARIO 2018.....	153
TABLA 54. MOVIMIENTO AEROPORTUARIO EN EL AEROPUERTO DE JAUJA (2009-2018).....	153
TABLA 55. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO AÉREO	154
TABLA 56. DATOS DEL AVIÓN DE DISEÑO.....	155
TABLA 57. RESULTADOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.....	155
TABLA 58. DIMENSIONES DE LAS INFRAESTRUCTURAS PROYECTADAS	155
TABLA 59. INFORMACIÓN DE AERONAVES DE DISEÑO.....	156
TABLA 60. DIAGRAMA GANTT DE OPERACIONES CON LA NUEVA ESTRUCTURA PROYECTADA.....	163
TABLA 61. MOVIMIENTO GENERAL DE PASAJEROS.....	165
TABLA 62. MOVIMIENTO GENERAL DE OPERACIONES.....	166
TABLA 63. MOVIMIENTO GENERAL DE CARGA (EN KG).....	167
TABLA 64. ESPESORES DE LAS CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	168

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN NACIONAL DEL AEROPUERTO DE JAUJA ADMINISTRADOS POR CORPAC S.A	27
FIGURA 2. UBICACIÓN PROVINCIAL DEL AEROPUERTO.....	28
FIGURA 3. UBICACIÓN REGIONAL DEL AEROPUERTO.....	28
FIGURA 4. UBICACIÓN SATELITAL DEL AEROPUERTO	29
FIGURA 5. PRIMER VUELO EN EL PERÚ	38
FIGURA 6. AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA EN SUS INICIOS.....	39
FIGURA 7. ÁREA DE MOVIMIENTO.....	40
FIGURA 8. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA PISTA.....	41
FIGURA 9. CALLES DE RODAJE EN LAS PLATAFORMAS.....	44
FIGURA 10. CALLES DE SALIDA Y ZONAS DE ESPERA.....	45
FIGURA 11. TIPOS DE GEOMETRÍA DE LA TERMINAL DE PASAJEROS	47
FIGURA 12. TERMINAL DE PASAJEROS DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	48
FIGURA 13. NIVELES EN LAS TERMINALES DE PASAJEROS	48
FIGURA 14. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.....	52
FIGURA 15. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UN PAVIMENTO RÍGIDO.....	54
FIGURA 16. CONFIGURACIONES TRADICIONALES DEL TREN DE ATERRIZAJE	57
FIGURA 17. CONFIGURACIONES COMPLEJAS DEL TREN DE ATERRIZAJE	58
FIGURA 18. VENTANA PRINCIPAL DEL SOFTWARE FAARFIELD V1.42	68
FIGURA 19. VENTANA DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	68
FIGURA 20. VENTANA DE SELECCIÓN DE TIPO MATERIAL PARA CADA CAPA DEL PAVIMENTO	69
FIGURA 21. VENTANA PARA SELECCIONAR LAS AERONAVES DE DISEÑO.....	70
FIGURA 22. VENTANA DE CARACTERÍSTICAS DE CADA AERONAVE	70
FIGURA 23. AVIÓN MODELO AIRBUS 320 -200.....	105
FIGURA 24. AVIÓN MODELO AIRBUS 319.....	106
FIGURA 25. AVIÓN MODELO BOEING 737-500	107
FIGURA 26. AVIÓN PRESIDENCIAL MODELO BOEING 737-500	108
FIGURA 27. AVIÓN DE LAS FUERZAS AÉREAS DEL PERÚ MODELO HÉRCULES L-100-20.....	109
FIGURA 28. AVIÓN DE LAS FUERZAS AÉREAS DEL PERÚ SPARTAN C-27J.....	110
FIGURA 29. AVIÓN DE LAS FUERZAS AÉREAS DEL PERÚ MODELO ANTONOV AN-32B	111
FIGURA 30. AVIÓN MODELO DHC-6-400 TWIN OTTER.....	112
FIGURA 31. HELICÓPTERO MODELO MIL MI-17.....	113
FIGURA 32. AVIÓN PIPER PA-31 NAVAJO.....	114
FIGURA 33. AVIÓN BEECHCRAFT SUPER KING AIR 200.....	115
FIGURA 34. AVIÓN BEECHCRAFT SUPER KING AIR 350.....	116
FIGURA 35. REFERENCIA DEL PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS.....	119
FIGURA 36. MÉTODO DE TRES SEGMENTOS.....	127
FIGURA 37. PROYECCIÓN DE LA CALLE DE RODAJE.....	132
FIGURA 38. PANTALLA DE INICIO	138
FIGURA 39. NOMBRE DEL NUEVO PROYECTO	139
FIGURA 40. SELECCIÓN DEL TIPO DE PAVIMENTO.....	139

FIGURA 41. REGISTRO DEL TRÁFICO AÉREO	141
FIGURA 42. SELECCIÓN DE MATERIALES.....	142
FIGURA 43. DISEÑO DEL ESPESOR MÍNIMO DE BASE	143
FIGURA 44. ESTABILIZACIÓN DE LA CAPA BASE	144
FIGURA 45. BASE ESTABILIZADA.....	144
FIGURA 46. ESTRUCTURA FINAL DEL PAVIMENTO	145
FIGURA 47. CONTRIBUCIÓN DE LAS AERONAVES EN EL CDF.....	145
FIGURA 48. CAMBIO DE LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL.....	146
FIGURA 49. ESPESOR DEL BORDE DE LA CALLE DE RODAJE	147
FIGURA 50. DISEÑO DE MARGEN	148
FIGURA 51. CONTRIBUCIÓN CDF DE LA AERONAVE MÁS DEMANDANTE.....	148
FIGURA 52. AERONAVE QUE DEMANDA MAYOR ESPESOR DEL PAVIMENTO. 149	
FIGURA 53. DISEÑO DE MARGEN	150
FIGURA 54. SECCIÓN FINAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE.....	151
FIGURA 55. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LAS CALLES DE RODAJE PARA EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	152
FIGURA 56. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL AEROPUERTO FRANCISCO DE CARLÉ DE JAUJA CON EL SOFTWARE FAARFIELD.	156
FIGURA 57. SECCIÓN DEL PAVIMENTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	157
FIGURA 58. PLANO DE ESTRUCTURA EXISTENTE Y ESTRUCTURA PROYECTADA	159
FIGURA 59. VISTA DE LA ANIMACIÓN 3D REFERENTE AL MOVIMIENTO DE LA AERONAVE EN LA PISTA DE ATERRIZAJE Y EL RECORRIDO QUE REALIZA EN EL ÁREA DE MOVIMIENTO.....	160
FIGURA 60. VISTA DE LA PLATAFORMA CON LA AERONAVE DE DISEÑO ESTACIONADA (AIRBUS 320-200).....	160
FIGURA 61. VISTA DE TODA EL ÁREA DE MOVIMIENTO Y ÁREA DE RODAJE DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.	161
FIGURA 62. DETALLE DEL ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES EN EL APARTADERO DE ESPERA DISEÑADO.	161
FIGURA 63. DETALLE DEL INGRESO DE LA AERONAVE DE DISEÑO AL APARTADERO DE ESPERA.	162
FIGURA 64. VISTA EN PLANTA DEL DISEÑO DE LA NUEVA INFRAESTRUCTURA DEL ÁREA DE MOVIMIENTO Y RODAJE DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.....	162
FIGURA 65. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL SOFTWARE FAARFIELD	168

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.....	81
FOTOGRAFÍA 2. PISTA DE ATERRIZAJE DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	82
FOTOGRAFÍA 3. DESIGNACIÓN DE LA PISTA DE ATERRIZAJE.....	83
FOTOGRAFÍA 4. BACHES EN LA PISTA DE ATERRIZAJE DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.....	84
FOTOGRAFÍA 5. CALLE DE RODAJE DE SALIDA DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.....	85
FOTOGRAFÍA 6. PLATAFORMA DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	86
FOTOGRAFÍA 7. POSICIONES DE ESTACIONAMIENTO EN LA PLATAFORMA DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	87
FOTOGRAFÍA 8. VISTA EXTERIOR DE LA TERMINAL DE PASAJEROS DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	88
FOTOGRAFÍA 9. HALL Y COUNTERS DE LAS AEROLÍNEAS QUE OPERAN EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	89
FOTOGRAFÍA 10. ZONA DE EMBARQUE DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	89
FOTOGRAFÍA 11. EQUIPO DE RAYOS X PARA EQUIPAJE DE MANO Y PORTAL DE METALES PARA LOS PASAJEROS SALIENTE.....	90
FOTOGRAFÍA 12. OFICINA DE CONTROL AÉREO DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.....	90
FOTOGRAFÍA 13. SISTEMA APAPI.....	91
FOTOGRAFÍA 14. ANEMÓMETRO DIGITAL	92
FOTOGRAFÍA 15. BARÓMETRO DIGITAL	92
FOTOGRAFÍA 16. TERMÓMETROS.....	93
FOTOGRAFÍA 17. PLUVIÓMETRO.....	93
FOTOGRAFÍA 18. ABRIGO METEOROLÓGICO	93
FOTOGRAFÍA 19. ANEMOSCOPIO.....	94
FOTOGRAFÍA 20. CAMIÓN DE BOMBEROS R-05.....	94
FOTOGRAFÍA 21. INSTALACIONES DE LOS BOMBEROS AERONÁUTICOS EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA.....	95
FOTOGRAFÍA 22. ESTACIONAMIENTO DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. MOVIMIENTO GENERAL DE OPERACIONES ENTRE LOS AÑOS 2010 – 2019.....	96
GRÁFICO 2. MOVIMIENTO GENERAL DE PASAJEROS ENTRE LOS AÑOS 2010 – 2019.....	98
GRÁFICO 3. MOVIMIENTO GENERAL DE CARGA ENTRE LOS AÑOS 2010 - 2019	99
GRÁFICO 4. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE OPERACIONES.....	101
GRÁFICO 5. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE PASAJEROS.....	102
GRÁFICO 6. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE CARGA EN EL AEROPUERTO	103
GRÁFICO 7. PRECIPITACIÓN TOTAL Y HUMEDAD RELATIVA EN EL AEROPUERTO DE JAUJA	123
GRÁFICO 4. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE OPERACIONES.....	169
GRÁFICO 5. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE PASAJEROS.....	170
GRÁFICO 6. PROYECCIÓN DEL FLUJO DE CARGA EN EL AEROPUERTO	170

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como problema General: ¿Cómo influye la implementación de la infraestructura vial en la capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja – Junín?, el objetivo general fue: Establecer la influencia de la implementación de infraestructura vial en la capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja y la hipótesis general que se contrastó fue: La implementación de infraestructura vial mejora la capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación aplicada de nivel descriptivo – explicativo y de diseño no experimental. La población estuvo conformada por los dos lados del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, el tipo de muestro fue el no probabilístico o dirigido, siendo la muestra el lado aire del aeropuerto.

Concluida esta investigación se estableció que con la implementación de infraestructura vial en el Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja se mejorara la capacidad operativa del aeropuerto, específicamente con la incorporación de las calles de rodaje.

Palabras clave: Infraestructura vial, capacidad operativa, calles de rodaje.

ABSTRACT

The present research work had as a General problem: How does the implementation of road infrastructure influence the operational capacity of the Francisco Carlé de Jauja - Junín Airport? The general objective was: Establish the influence of the implementation of road infrastructure on the operational capacity from Francisco Carlé de Jauja Airport and the general hypothesis that was contrasted was: The implementation of road infrastructure improves the operational capacity of the Francisco Carlé de Jauja Airport - Junín.

The general method of investigation was the scientific one, the type of applied investigation of descriptive - explanatory level and of non-experimental design. The population was made up of the two sides of the Francisco Carlé de Jauja airport, the type of sample was non-probabilistic or directed, the sample being the air side of the airport.

Once this investigation was concluded, it was established that with the implementation of road infrastructure at the Francisco Carlé de Jauja Airport, the operational capacity of the airport would be improved, specifically with the incorporation of the taxiways.

Keywords: Road infrastructure, operational capacity, taxiways.

INTRODUCCIÓN

El transporte aéreo es un medio de transporte ágil, seguro y eficiente que permite la comunicación rápida de un lugar a otro. Considerado además como la mejor opción para pasajeros nacionales e internacionales.

En la región Junín tenemos un aeropuerto importante, el aeropuerto Francisco Carlé ubicado en la provincia de Jauja, este aeropuerto desarrolla operaciones diarias y ha sido de gran ayuda en momentos en los cuales la carretera central ha sido cerrada.

Esta investigación está centrado en establecer la relación existente entre la implementación de la infraestructura vial con la capacidad operativa de esta manera al desarrollar el Diseño Geométrico de los elementos faltantes del lado aire en el aeropuerto de Jauja y la aplicación del software Faarfield para el diseño de la sección del pavimento, para la implementación de infraestructura vial, a través del diseño de las calles de rodaje que lograrían aumentar la capacidad operativa de nuestro aeropuerto y que a un futuro mejore su productividad y eficiencia, permitiendo así un mayor flujo de aeronaves y el ingreso de nuevas aerolíneas que faciliten el transporte de pasajeros y de carga, además de poder servir a la región ante diversos problemas sociales que no nos permitan trasladarnos por tierra, esto demostrado con una animación 3D.

Este estudio está estructurado en 5 capítulos, que se detallan a continuación:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN; donde se desarrollan el planteamiento del problema; formulación y sistematización del problema: problema general, problemas específicos; justificación: práctica, social y metodológica; delimitaciones: espacial, temporal, económica; limitaciones: de información y técnicas y los objetivos: general y específicos.

Capítulo II: MARCO TEÓRICO; que trata de los antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual, definición de términos, hipótesis: general y específicas; las variables: definición conceptual y operacional y la operacionalización de la variable.

Capítulo III: METODOLOGÍA; en este capítulo se desarrolla método de investigación, tipo, nivel y diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información.

Capítulo IV: RESULTADOS; se detallan todos los resultados obtenidos en este trabajo, describiendo los ensayos, procedimiento y diversas metodologías.

Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS; aquí se expone la discusión de los resultados obtenidos en concordancia con las hipótesis de la investigación.

Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. CAMILA SHIOME GARCIA QUIJANO
Bach. STEPHANNY LUCIA HERRERA MORALES

CAPITULO I:

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los aeropuertos son infraestructuras de primer nivel que generan un elevado valor añadido para el territorio donde se encuentran ubicados, el transporte aéreo es una industria innovadora e indispensable para el desarrollo de una sociedad así como para el turismo siendo un importante motor de crecimiento social y económico por ello se considera que la infraestructura del aeropuerto debe ser adecuada cuidando sobre todo el área de servicio el cuál es el elemento más importante de este, pues permite a las aeronaves que están en tierra llegar a las velocidades necesarias para lograr la sustentación en el aire y permite a aeronaves en vuelo tomar tierra.

El aeropuerto Internacional Jorge Chávez es el aeropuerto más grande del país, concentra vuelos nacionales e internacionales. Reconocido en América por las diversas conexiones de vuelos que se pueden realizar, lo que ha traído como consecuencia un crecimiento gradual en el flujo de pasajeros, carga y envíos. Un aeropuerto que va en crecimiento no solo por el incremento en su flujo de pasajeros sino también por el incremento de su infraestructura, ejecutándose este año la construcción de la segunda pista de aterrizaje y otros componentes,

haciendo que el aeropuerto pueda tener un área de 9 millones de metros cuadrados que equivaldría a tres veces su área actual.

El aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, administrado por CORPAC S.A., está ubicado en una de las principales provincias de Junín en Jauja, cuenta con un área aproximada de 310 mil metros cuadrados y es considerado el octavo más grande del Perú, desempeña funciones comerciales, así como operaciones militares, considerado un aeropuerto de bajo flujo aéreo pues cuenta con dos aerolíneas las cuales solo reciben vuelos de Lima.

Junín se caracteriza por sus constantes cambios climáticos; los cuales muchas veces traen consigo fenómenos naturales que afectan significativamente el transporte terrestre. Las constantes precipitaciones en el centro del país han originado una serie de problemas en las carreteras debido a huaicos, caída de rocas y desprendimientos de defensa ribereñas, originando que tramos de la carretera central sean cerradas por horas o días, afectando a la población con el aumento en el precio de los pasajes así como de los productos de primera necesidad, el precio de un pollo puede incrementarse hasta un 40% de su precio normal, así como diversas frutas, en casos extremos personas enfermas o mujeres embarazadas se ve forzadas a interrumpir sus viajes debido a la situación de la carretera central, finalmente causando así un malestar general en toda la población.

El aeropuerto Francisco Carlé de Jauja cuenta con una reducida área de movimiento que incluye la pista de aterrizaje y la calle de rodaje de salida, la demanda de diversas aerolíneas a la Región es muy baja y el costo de las tarifas son elevados; todos los vuelos se dirigen a la capital siendo la única ruta que realizan los aviones en la región centro; el aerotransporte es un medio poco tradicional de viajar en nuestra región.

La reducida infraestructura en el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja dificulta el buen tránsito de las aeronaves al ser un aeropuerto con infraestructura muy pequeña, la existencia de solo dos aerolíneas eleva las tarifas y la demanda de pasajeros disminuye incluido el turismo, además de no aprovecharse la reducción de tiempos de viaje que ofrece el aerotransporte.

Si el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja no cuenta con mayor infraestructura vial, el aeropuerto no podrá albergar diversas aerolíneas haciendo que aún se cuente con solo dos y se mantenga el mismo precio elevado de vuelos además de no ver al aerotransporte como la mejor alternativa de movilidad entre pobladores de la región y turistas disminuyendo significativamente el turismo y por ende el motor del crecimiento económico que este genera en todas las sociedades. Si existiera un cierre total en la carretera central debido a factores climáticos o sociales la Región centro se vería gravemente afectada al no haber otra alternativa de transporte pues no contaríamos con un aeropuerto que logre abastecer una gran demanda de pasajeros.

Es necesario implementar Infraestructura vial en el Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja con la incorporación de calles de rodaje , así mismo la presente tesis está limitada solo al diseño geométrico de la infraestructura de rodaje del aeropuerto (área de movimiento o lado aire) mas no a la parte de la terminal de este, por ello es necesario plantear un adecuado diseño de la infraestructura de las calles de rodaje de acuerdo a normativa de la FAA y con la aplicación del software Faarfield para el diseño de la sección del pavimento, haciendo que el aeropuerto cumpla con condiciones necesarias de resistencia, servicio y vida útil; logrando así que el aeropuerto de Jauja tenga mejor infraestructura de servicio y alcanzando mayor capacidad operativa.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la implementación de la infraestructura vial en la capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja – Junín?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la capacidad operativa del aeropuerto con la infraestructura vial actual?

- b. ¿Cuál es el diseño de la infraestructura vial de las calles de rodaje en el aeropuerto?
- c. ¿Qué beneficios se obtienen con la implementación de este proyecto?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

El presente trabajo de investigación se realiza con la finalidad de mejorar la capacidad Operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja mediante la implementación de infraestructura vial en el lado aire, diseñando el pavimento de las calles de rodaje mediante el uso del software Faarfield establecido por la metodología de la Administración Federal de Aviación (FAA).

1.3.2. Social

La implementación de Infraestructura vial en el Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja permitirá generar un mejor flujo en el área de movimiento albergando más aeronaves que operan simultáneamente, pudiéndose tener más aerolíneas con la consiguiente reducción de costos de los pasajes , es decir hacer más competitivo el transporte aéreo con un mayor impacto en la cantidad y calidad del servicio, optimización de tiempos y costos, un mayor incremento del flujo turístico en la región y con un mayor impacto en la economía beneficiando a oferentes y demandantes del servicio de transporte aéreo.

1.3.3. Metodológica

La presente investigación se justifica metodológicamente ya que el adecuado uso de instrumentos son guiados y orientados en todo momento por el método científico además que la metodología utilizada servirá para investigaciones análogas y con aplicación a otros temas.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se desarrolló en el área geográfica de la provincia de Jauja, en la región Junín. El aeropuerto se encuentra ubicado en el departamento de Junín a una distancia de 45 km de la ciudad de Huancayo y a 2 km de la provincia de Jauja.



Figura 1. Ubicación Nacional del Aeropuerto de Jauja administrados por CORPAC S.A

Fuente: PLAN ANUAL 2018 DE CORPAC. AEROPUERTOS CONCESIONADOS Y ADMINISTRADOS POR CORPAC S.A. [Mapa]. 2018. P. 15

Tabla 1. Datos adicionales del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

PUNTO DE REFERENCIA DEL AERÓDROMO (ARP)	11° 46' 49" S , 075° 28' 07" W
ELEVACIÓN SOBRE EL NIVEL DEL MAR	3.363 msnm
TEMPERATURA DE REFERENCIA	15 °C

Fuente: Elaboración Propia



Figura 2. Ubicación provincial del aeropuerto

Fuente: Dávila, J. La cancerización del valle del Mantaro. [Mapa].2009. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/sergionunez/2009/01/25/>



Figura 3. Ubicación regional del aeropuerto

Fuente: Valderrama, G. Mapa de la provincia de Jauja [Mapa]. 2005. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2019]. Disponible en: http://www.perutouristguide.com/translator/11ju/translator_11ja_mapa_jauja.html



Figura 4. Ubicación satelital del Aeropuerto

Fuente: Google Maps

1.4.2. Temporal

Esta investigación se desarrolló en el año 2019, sin embargo, por los datos obtenidos para la investigación se tomaron desde la creación del aeropuerto Francisco Carle a la fecha, asimismo se tomaron en cuenta los antecedentes de proyectos desarrollados en la localidad y/o similares.

1.4.3. Económica

Los gastos que representaron el desarrollo de esta investigación, se realizaron con recursos propios, no se tuvo financiamiento de fuente externa.

1.5. Limitaciones

1.5.1. De información

Para la presente tesis no se encontró normativa peruana y la información utilizada se encontraba en su mayoría en su idioma original Inglés.

1.5.2. Técnicas

Para esta tesis el acceso al interior del aeropuerto para realizar los diferentes ensayos era muy restringido y solo se podía acceder previa autorización de COORPAC.

1.5.3. Económicas

No presentamos limitaciones económicas en el desarrollo de la tesis.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Establecer la influencia de la implementación de infraestructura vial en la capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

1.6.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la capacidad operativa del aeropuerto con la infraestructura vial actual.
- b. Establecer el diseño de la infraestructura vial de las calles de rodaje en el aeropuerto.
- c. Especificar los beneficios resultantes de la implementación de la infraestructura vial del aeropuerto.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Habiendo hecho la revisión de otros proyectos similares a este, encontramos algunos referidos a la temática:

2.1.1. Antecedentes nacionales

- Delgado y Quispe, (2012), realizaron la investigación: “***Diseño del Pavimento de un aeropuerto***”, en la facultad de ciencias e ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Para verificar si el pavimento diseñado es capaz de soportar los esfuerzos a los que se le solicite realizaron el estudio de tráfico en base a los aviones que existen en el mercado y que vienen llegando a suelo peruano desde hace varios años, teniendo en cuenta que con la rápida evolución del diseño de aviones, en los próximos años se tendrán modelos más sofisticados capaces de volar mayores distancias en menos tiempo y con más capacidad de carga; por lo que es recomendable evaluar también las características de estos futuros aviones.
2. Realizar un buen sistema de drenaje es importante para el pavimento diseñado, ya que la capacidad de evacuación de lluvias que posea influirá en el desempeño del pavimento durante su vida útil. Podría darse el caso de que se dé el colapso del sistema de drenaje, causando grandes daños al pavimento

con reparaciones muy costosas; además, la acumulación de agua en la pista podría poner en peligro a los aviones que aterricen por el fenómeno del acuaplaneo.

3. En el desarrollo del diseño se comprobó según la Administración Federal de Aviación (FAA), que la aeronave de diseño no es necesariamente la aeronave de mayor peso bruto, esto se debe a que el peso no es el único valor que influye para el diseño, sino también el número de salidas anuales de cada avión y el tipo de tren de aterrizaje.
4. Se eligió como mejor alternativa el Pavimento Rígido por las diversas ventajas que presenta frente al Pavimento Flexible, como la durabilidad, el costo a lo largo de la vida útil, la resistencia que posee frente a los derrames de combustible de avión, y sobre todo es mucho más amigable con el medio ambiente que la otra alternativa.

Comentario: En la Tesis de Delgado y Quispe realizan el estudio de tráfico como parte importante para el diseño del pavimento, considerando que la aeronave de diseño no es siempre la de mayor peso bruto, pues influyen otras características importantes como el tren de aterrizaje y las salidas anuales, además se debe tener en cuenta realizar un buen sistema de drenaje y así prevenir inconvenientes a futuro.

- Mariño, (2016), realizó la investigación: “**Aeropuerto de Chinchero – Cusco: Diseño y alternativas constructivas de los pavimentos del área de movimiento**”, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. Para el diseño de los pavimentos aeroportuarios se necesita un análisis detallado de los parámetros que requiere el software Faarfield, con un correcto análisis obtendremos una estructura óptima del pavimento que no solo soporte las cargas de las aeronaves sino también que tenga una infraestructura económica y segura, así mismo garantizando una vida útil de 20 años, si es que se efectúan constantemente programas de mantenimiento preventivos.
2. A diferencia de la antigua metodología de la Administración Federal de Aviación (FAA), en la cual se convertía todas las aeronaves a una sola aeronave crítica, hoy en día la nueva metodología incorpora un nuevo concepto que es el factor de daño acumulado (CDF), el cual es producido por cada una de las aeronaves que operan sobre el pavimento por un tiempo determinado, permitiendo así conocer cuál de estas aeronaves produce mayor daño a la estructura.

Comentario: En la Tesis de Mariño no se utiliza la antigua metodología de la FAA que se realiza siguiendo los parámetros de Ábacos y que utiliza solo una aeronave crítica, para esta tesis se realizó el diseño del pavimento aeroportuario siguiendo los parámetros del software Faarfield esta metodología considera el factor de daño acumulado que producen todas las aeronaves que operan en un determinado aeropuerto.

- Melgarejo, (2002), realizó la investigación: “**Estrategia de Desarrollo y Mejoramiento del Aeropuerto Internacional David Armando Abensur Rengifo – Pucallpa**”, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

1. El Aeropuerto Internacional "David Armando Abensur Rengifo" de la ciudad de Pucallpa cuenta con una pista de aterrizaje y despegue con una superficie de rodaje a nivel de carpeta asfáltica en caliente, la cual se encuentra en la etapa final de su vida útil, pues muestra signos significativos de fatiga.
2. La mejora de este Aeropuerto influirá en el desarrollo económico, social y cultural, generando la integración nacional de la región oriental del país.
3. De acuerdo con los requisitos establecidos para permitir las operaciones de aeronaves Boeing 727-200 y de aeronaves de última generación como el Boeing 757, Boeing 767 y el Boeing 747, la estructura del pavimento requerido será: Una carpeta asfáltica de 0.125 m, una base de agregado triturado de 0.300 m y una sub base de 0.250 m.

Comentario: En la Tesis de Melgarejo se llega a la conclusión de que mejorar, implementar o reconstruir el pavimento de un aeropuerto trae consigo muchas ventajas en diversos aspectos tanto social, económico y de infraestructura, por tal motivo se deben realizar constantes evaluaciones de los pavimentos aeroportuarios y así darles el tratamiento debido en el momento que se precise.

- Roel, (2018), realizó la investigación: “***Diseño del Pavimento del aeropuerto internacional de Pisco***”, en la facultad de ciencias e ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:
 1. Para el diseño del pavimento flexible según el método de la AC 150/5320 6D se puede reducir significativamente el espesor de la capa base si es que se tiene un valor elevado del CBR de la capa sub base, el espesor total será el mismo sea o no el

pavimento estabilizado, ya que para calcularlo se toma en cuenta el valor del CBR de la sub rasante. En el caso del pavimento rígido la estabilización de la base sí contribuye a la reducción del espesor total del pavimento.

2. La FAA recomienda el uso de ciertos materiales para la construcción de pavimentos para aeródromos, los cuales se encuentran en la circular AC 150/5320-10G, estos tienen ciertas características predeterminadas para usarse en el programa Faarfield y se pueden modificar ligeramente dependiendo de las solicitudes del proyectista.
3. Los espesores de las capas calculada con el software Faarfield son menores a los calculados a través de los ábacos, esto se debe a que mediante el programa se busca optimizar la sección.
4. Consideraron como mejor alternativa de diseño al pavimento flexible, basándose únicamente en el costo de ejecución de esta obra; pero si se considera el mantenimiento, este tipo de pavimento demanda una mayor inversión que el pavimento rígido.

Comentario: En la Tesis de Roel se llega a la conclusión de que para un pavimento flexible se puede reducir el espesor de la base si el CBR de la sub base es elevado, pero que el espesor total del pavimento no varía así este sea estabilizado o no, caso contrario para el pavimento rígido estabilizar la base si influye en la reducción del espesor total del pavimento.

2.1.2. Antecedentes internacionales

- Ruiz, (2005), realizo la investigación: “**Mejoramiento y ampliación del Aeródromo Caleta Tortel**”, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. La investigación llevo a las siguientes conclusiones:

1. Dentro del diseño geométrico de la pista, se encontró que las exigencias establecidas son iguales para un aeródromo pequeño como uno de gran envergadura, la seguridad es importante por ello se estipula la importancia de utilizar la metodología de la FAA.
2. Para el diseño de la estructura de drenaje es necesario considerar datos obtenidos de la estación en este caso la estación Caleta Tortel, de tal manera que el diseño de drenaje sea más adecuado.
3. Finalmente, un aeródromo que cumpla con estándares más altos, puede ser utilizado con mayor frecuencia y así lograr una gran cantidad de operaciones aéreas, lo que trae a la zona un aumento significativo del turismo y por ende más ingresos económicos a la zona.

Comentario: En la tesis de Ruiz vemos el diseño de una obra civil, las conclusiones se observan directamente en la propia ejecución de la misma, los pavimentos para la pista de aterrizaje y calles de rodaje. Así como demás diseños complementarios dentro de un aeropuerto, considerando siempre la metodología de la FAA.

- Vega, (2014), realizo la investigación: **“Análisis de la infraestructura del aeropuerto el dorado”**, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. La investigación llego a las siguientes conclusiones:

1. El Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento, está en un proceso de modernización de la infraestructura aeronáutica, no solo en lo físico sino también en lo técnico, en el proyecto se busca la instalación de nuevas

tecnologías o modernización de las existentes para así poder ofrecer operaciones aéreas más seguras, eficientes y productivas.

2. Se debe tener en cuenta las opiniones de los operadores aéreos, quienes a través de la práctica y experiencia son capaces de pronosticar el crecimiento de las operaciones aéreas, buscando con ello un equilibrio entre el desarrollo aeroportuario y el crecimiento de las aerolíneas.
3. La adecuada infraestructura ayuda a encaminar los esfuerzos dentro del crecimiento y desarrollo económico de la nación, también para el desarrollo aeroportuario, buscando alternativas de inversión para proyectos como aeropuertos alternos, terminales aéreas de carga y pasajeros anexas a las existentes, nuevos sistemas de comunicación y navegación aérea que mejorando el tránsito aéreo e incrementando la capacidad operativa de los aeródromos, dejándolos a la vanguardia de las grandes ciudades del mundo.
4. Al realizar la expansión del aeropuerto se debe considerar que debe de mantenerse un equilibrio medioambiental y buscando un equilibrio en el crecimiento del lado aire y el lado tierra del aeródromo.

Comentario: En el ensayo de Vega que se estudió se denota la importancia de la ampliación de un aeropuerto, así como demostrar como este beneficia a la economía local y como el crecimiento o desarrollo aeroportuario debe tener un equilibrio entre el crecimiento de las aerolíneas y el medio ambiente.

2.2 Marco conceptual

2.2.1. Vías de comunicación

Son aquellas infraestructuras que permiten que determinados tipos de transportes circulen, además que son primordiales de la economía ya que a través de ellas es posible trasladar todo tipo de mercancías, pertenencias, materias primas, productos elaborados, encomiendas y por supuesto personas. (VILLAGAZ CRESPO, C., 2008, p. 640-649)

Las vías de comunicación son diversas de acuerdo al medio de transporte en el que se trasladen, entre los principales medios de transporte encontramos el transporte terrestre por carreteras o ferroviario. Transporte Acuáticos que puede ser marítimo o de navegación interior. El transporte aéreo y otros transportes especiales (teleféricos, cintas, cables, etc.). Pero para el área de estudio solo nos enfocaremos en el transporte aéreo.

Transporte Aéreo

La historia de la aviación se remonta hace más de 100 años, en enero de 1911 se inicia la aviación en el Perú con el primer vuelo sobre los cielos peruanos a cargo de Juan Bielovucic Cavalie, cuyo despegue fue en el hipódromo de Santa Beatriz, años más tarde se inauguraría el primer aeropuerto internacional de Limatambo (cuyas pistas de aterrizaje al inicio eran de tierra) y finalmente este paso trasladándose al Callao donde actualmente se encuentra el aeropuerto más importante del país, el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.



Figura 5. Primer Vuelo en el Perú

Fuente: La Republica. Centenario del primer vuelo en los cielos de Lima [Mapa].2011. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://larepublica.pe/cultural/511180-centenario-del-primer-vuelo-en-los-cielos-de-lima>

En la región centro, provincia de Junín según datos de CORPAC S.A. el aeropuerto Francisco Carlé ubicado en la provincia de Jauja inicia en 1977 sus tareas comerciales además de servir de terminal estratégico para operaciones militares y particulares. (CORPAC, s.f.)



Figura 6. Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja en sus Inicios

Fuente: CORPAC. AEROPUERTO “FRANCISCO CARLÉ” DE JAUJA [Mapa]. 2011. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www.corpac.gob.pe/Docs/Aeropuertos/AdmCorpac/JAUJA.pdf>

El transporte aéreo es un factor que integra las diversas regiones del país, es un medio seguro, rápido y económico y un generador de economía ya que promueve una infinidad de actividades en diversos sectores. El transporte aéreo se desarrolla principalmente en aeropuertos o aeródromos. (CORPAC, s.f.)

2.2.2. Aeropuerto

Los aeropuertos son espacios destinados al despegue y aterrizaje de aeronaves y a toda actividad que se conecte directa e indirectamente con ellas. La construcción de un aeropuerto es intrincada porque contempla diversos factores entre ellos los sociales, económicos, geográficos, así como son las condiciones meteorológicas del lugar en la que se sitúan porque los vientos determinaran la orientación de las pistas, muy importante para el despegue y aterrizaje de aeronaves. (GARDEY, 2013)

Infraestructura aeroportuaria

La infraestructura de un aeropuerto será definida por los elementos con los que cuenta para realizar sus operaciones aeronáuticas, de acuerdo a este punto de vista se distinguen dos partes: el lado aire y el lado tierra. El buen funcionamiento de los elementos de cada lado logrará que el aeropuerto tenga una adecuada capacidad operativa.

“La diferencia entre ambas partes se deriva de las distintas funciones que en cada lado se realizan. En el lado aire las operaciones se aplican sobre las aeronaves que se mueven alrededor de lo que éstas necesitan, en el lado tierra los servicios giran alrededor de los pasajeros y sus necesidades” (AEROPUERTOS, s.f., Cap. I, p.2)

1) Lado aire

A. Área de movimiento

El área de movimiento abarca: la pista de aterrizaje, calles de rodaje y la plataforma. Cada una de estas áreas tiene una función específica con el fin de permitir el movimiento seguro y fluido de las aeronaves. (OACI, Manual de Diseño de Aeródromos, 2006, p. 1-1 ,1-2)



Figura 7. Área de Movimiento

Fuente: CEJUDO, P. Gestión Aeroportuaria. 2009. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2019]. Disponible en: http://193.146.228.22/ga/jar/aeropuertos/tema3pag1_23.pdf

→ **Pista de aterrizaje**

La pista consta de una serie de elementos, cada uno de los cuales tiene una señalización y/o iluminación determinadas. Todas las señales de la pista son de color blanco. En la figura se muestran los elementos más importantes de la pista:

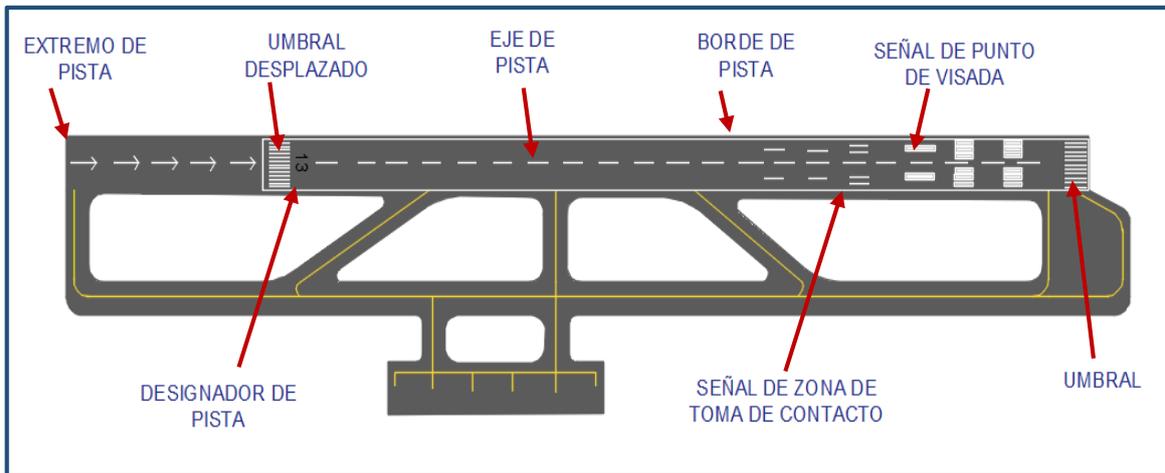


Figura 8. Elementos principales de la pista

Fuente: CEJUDO, P. Gestión Aeroportuaria. 2009. [Fecha de consulta: 29 de marzo de 2019]. Disponible en: http://193.146.228.22/ga/jar/aeropuertos/tema3pag1_23.pdf

Los aeropuertos pueden contar con diversos tipos de pistas:

- Pistas de vuelos por instrumento.
- Pista de aproximación que no sean de precisión
- Pista de vuelo visual
- Pista principal

• **Clave De Referencia De Aeródromo**

Para la clasificación de aeropuertos las especificaciones de la pista definen las claves de referencia establecidas por la (Organización internacional de aeronáutica civil), la OACI utiliza claves de referencia. “Este método consiste en dos elementos que se relacionan con las características y dimensiones de los aviones. El elemento 1 es un número basado en la longitud del campo de referencia del avión y el elemento 2 es una letra basada en la envergadura del avión” (OACI, Manual de Diseño de Aeródromos, Parte I, 2006, p. 1-1 ,1-2)

Tabla 2. Clave de Referencia de Aeródromo

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE		ELEMENTO 2 DE LA CLAVE	
Número de Clave	Longitud de Campo de Referencia del Avión	Número de Clave	Envergadura
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)
3	Desde 1200 m hasta 1800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)
4	Desde 1800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)
		F	Desde 65 m hasta 85 m (exclusive)

Fuente: Organización Internacional de Aeronáutica Civil (ICAO)

→ **Área de rodaje**

Para unir la pista de vuelo con la plataforma donde se estacionan las aeronaves, está el área de rodaje, con las calles de rodaje, calles de salida y entrada a pista y zonas de espera. (AEROPUERTOS, s.f., Cap. I, p.2)

• **Calles de Rodaje**

Elemento primordial en la estructura de un aeropuerto. Una calle de rodaje es aquella que está establecida para el rodaje de aeronaves y destinada a proporcionar enlace entre una y otra parte del aeródromo. (AEROPUERTOS, s.f., Cap. I, p.2)

Permite el desplazamiento de las aeronaves desde las pistas al lugar de estacionamiento y viceversa de una manera rápida y segura. Además, que cuando el tráfico es alto, estas permiten que las naves que aterricen salgan de la pista las que despegan no la ocupen mientras se posiciona en

cabecera, aumentado así la capacidad y seguridad de sus operaciones, beneficiando así un mejor tráfico.

Según la International Civil Aviation Organization (ICAO, Planes Maestros, 2013) los requisitos fundamentales son:

- Reducir restricciones de movimiento en Pistas y calles de rodaje.
- Mantener flujo uniforme y continuo, mayor eficiencia y por tanto mayor seguridad.
- Capacidad para atender salidas y llegadas sin demoras significativas.

La OACI también nos menciona que las calles de rodaje al igual que las pistas se deben de tener en cuenta en primer lugar cuando se planifica la construcción de un aeródromo, además se debe considerar que el trayecto que deben de recorrer las aeronaves sean lo más cortas, sencillas y en lo posible utilizar tramos rectos de pavimento evitando el cruce entre pista y calles de rodaje. (OACI, Manual de Diseño de Aeródromos, Parte II, 2005)

Tabla 3. Anchura para las calles de rodaje

ANCHURA EXTERIOR ENTRE RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL (OMGWS)				
	Hasta 4,5 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 15 m (exclusive)
ANCHO DE LA CALLE DE RODAJE	7,5 m	10,5 m	15 m	23 m

Fuente: Organización Internacional de Aeronáutica Civil (ICAO)

- **Calle de rodaje en la plataforma:**

“Es una calle de rodaje situada en una plataforma y destinada ya sea a proporcionar un trayecto directo para el rodaje a través de la plataforma o para tener acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves” (OACI, Manual de Diseño de Aeródromos, Parte II, 2005)

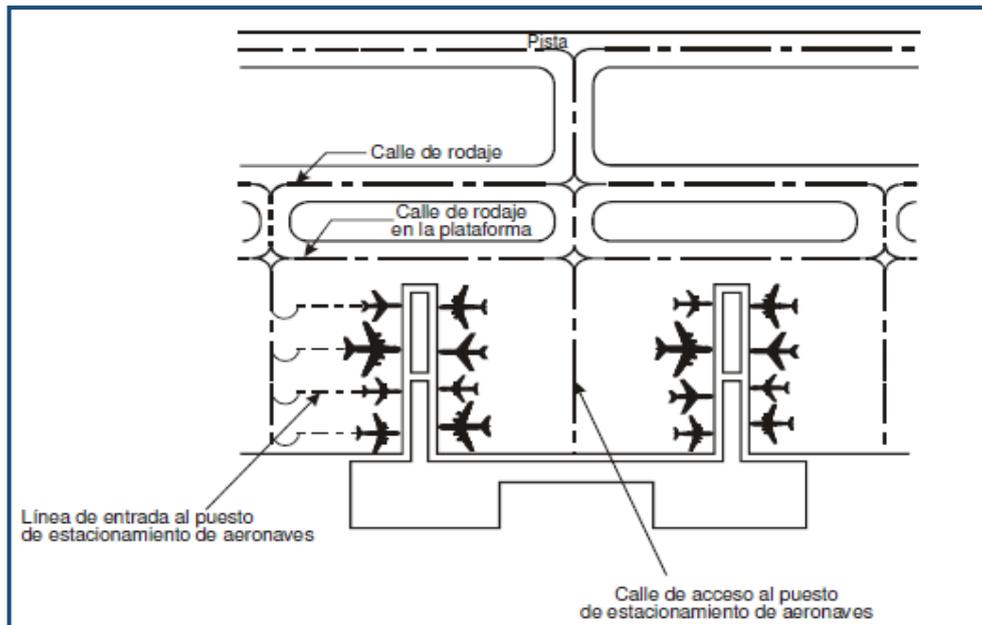


Figura 9. Calles de rodaje en las plataformas

Fuente: OACI

- **Calles de salida rápida**

“Es una calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo agudo y está proyectada de modo que permita a las aeronaves que aterrizan, virar a velocidades mayores que las que se logran en otras calles de rodaje de salida, logrando así que la pista esté ocupada el mínimo tiempo posible.” (CEU, 2009)

- **Zonas de espera**

Además de las calles de rodaje, podemos encontrar otra/s área/s definida/s en las que pueden detenerse las aeronaves, para esperar o dejar paso a otras con objeto de facilitar el movimiento de la circulación de las aeronaves en

tierra. Éste área se denomina Apartadero de Espera. (CEU, 2009)

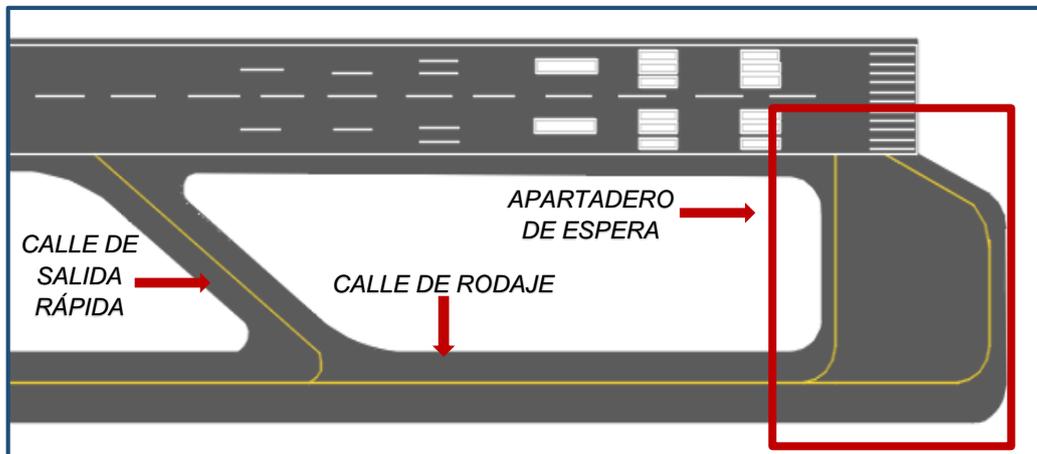


Figura 10. Calles de salida y zonas de espera

Fuente: CEU

→ **Plataformas**

“Por plataforma se entiende una zona definida 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. La plataforma suele estar pavimentada; en algunos casos, una plataforma provista de césped puede ser adecuada para aeronaves pequeñas.” (OACI, Manual de Diseño de Aeródromos, Parte II, 2005)

- **Tipos de plataforma**

- a. **Plataforma terminal:** Área designada para las maniobras y estacionamiento de las aeronaves que están situadas cerca a las instalaciones de la terminal de pasajeros.

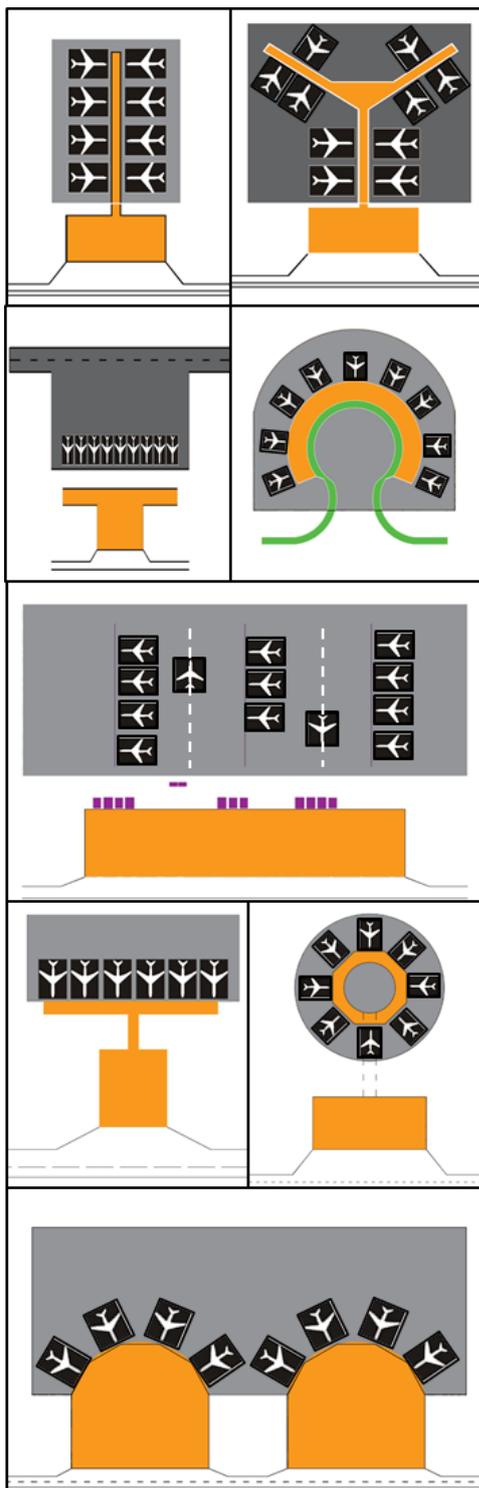
- b. Plataforma de carga:** Solo para las aeronaves que transportan carga y correo.
- c. Plataforma de estacionamiento para pernoctar:** Para la estancia de aviones que permanecer cortos periodos de tiempo, estancia de tripulación o mientras se efectuó el servicio o mantenimiento periódico, estas deben estar alejadas de la plataforma principal.
- d. Plataforma de servicios y hangares:** Para el mantenimiento de aeronaves.
- e. Plataforma temporal:** Para aquellos aviones de vuelos transitorios.
- f. Plataformas de aparcamiento base en un aeropuerto:** Aeronaves que tienen base en el aeropuerto o necesitan espacio para aparcar o amarre en una zona al descubierto.

2) Lado tierra

A. Terminal de pasajeros

Es una de las infraestructuras del lado tierra del aeropuerto que permite el tránsito y control de los pasajeros que embarcan o desembarcan las aeronaves, consta de varias instalaciones como salas de embarque, vestíbulos de revisión, bandas de equipaje, zonas de esparcimientos, tiendas, restaurantes, bancos y cajas de cambio; adicional a estas instalaciones los aeropuertos internacionales tienen control migratorio de pasaportes y aduanas.

Tipos de geometría de la terminal de pasajeros



» **Lineal Simple:** Edificio paralelo a plataforma, las aeronaves estacionan en forma perpendicular.

» **Finger o Espigón:** Edificio central para proceso de pasajeros, conectado a espigón para embarques.

» **Transporter:** Edificio central para proceso de pasajeros, que son transportados a las aeronaves mediante vehículos que funcionan como puentes aéreos móviles.

» **Satélite:** Edificio central para proceso de pasajeros y satélite para embarque. El satélite puede estar vinculado mediante un túnel o medios mecánicos.

» **Módulo Compacto:** Edificios modulares construidos en etapas a medida que el aeropuerto se desarrolla.

Figura 11. Tipos de Geometría de la Terminal de Pasajeros

Fuente: ICAO – OACI



Figura 12. Terminal de Pasajeros del Aeropuerto Francisco Carle de Jauja

Fuente: Diario Correo. Lima. [Fecha de consulta: 02 de abril de 2019]. Disponible <https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/colapsan-instalaciones-de-aeropuerto-francisco-carle-de-jauja-739821/>

- **Niveles**
 - Nivel Único
 - 1 Nivel y ½
 - 2 Niveles



Figura 13. Niveles en las Terminales de Pasajeros

Fuente: ICAO – OACI

- **Flujo de los Pasajeros**
 - **Pasajeros en Partidas**
 - Acceso a Terminal, Estacionamiento, Veredas, etc.
 - Hall de Partidas y Check in.
 - Procesos de Control
 - Áreas de Embarques y Gates
 - Acceso a Aeronave

- **Pasajeros en Arribos**
 - Acceso a Terminal desde Aeronave
 - Proceso de Control y Transito
 - Reclamo Equipaje
 - Procesos de Control
 - Hall Arribos y Salidas de Terminal

B. Torre de control:

Es la instalación que supervisa, monitorea y dirige el tráfico aéreo de aterrizaje y despegue en el aeropuerto, dirigido por un controlador terrestre quien es responsable de emitir autorizaciones a todas las aeronaves u otros vehículos para que transiten de forma segura por el aeropuerto y de proporcionar a los pilotos información sobre el viento, la temperatura, la barométrica, presión atmosférica y las condiciones de las operaciones en el aeropuerto. (HORONJEFF y otros, 2010, p. 99)

C. Instalaciones de carga:

La mayoría de aeropuertos tienen un área designada especialmente para el proceso de carga el cual es dirigido por personal especializado, cuenta con hangares para el almacenamiento de la carga y equipamientos para su manejo. Las instalaciones de carga tienen las siguientes características:

- Acceso vehicular externo propio
- Conexión con otros medios de transporte (camión, tren, barco, etc.)
- Flexibilidad para ampliar
- Incorporación de procesos y controles
- Integración de áreas especiales (fríos, vivos, peligrosos, etc.)
- Separación de áreas públicas y estériles

- Vinculación con zona franca
- Vinculación directa y lineal con plataforma

D. Parking / estacionamiento:

Es un espacio diseñado para que los vehículos pueden ser aparcados el cual es utilizado por pasajeros y empleados del aeropuerto, debido a que normalmente es considerado un estacionamiento público de corta o larga estadía está sujeto a un monto en efectivo en función del tiempo de aparcado.

2.2.3. Pavimentos para aeropuertos

El pavimento es una estructura de Varias capas construida sobre la sub rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por diversas cargas.¹

Los pavimentos para aeródromos están destinados a proporcionar una superficie lisa y segura para el uso de todo el tiempo que pueda soportar los pesos de objetos tan pesados como los aviones sobre la base del suelo natural.

El pavimento del aeródromo, ya sea flexible o rígido se diseñan típicamente en tres capas que son la Capa de Rodadura, la Base y la Sub base las cuales descansan en el suelo o una capa de sub suelo preparada, cada capa está diseñada a un grosor suficiente para ser adecuada para garantizar que las cargas aplicadas no generen angustias o fallas. La Administración Federal de Aviación brinda orientación sobre el diseño de pavimentos de aeródromos dentro de su Circular de Asesoría AC 150 / 5320-6E denominado Diseño y Evaluación de Pavimentos de Aeródromos. (HORONJEFF y otros, 2010)

¹ MTC, Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, Perú, 2014. p.21

- **Capas del pavimento**

- 1. Capa de rodadura**

Es una mezcla de material bituminoso (generalmente asfalto) y agregados que varían en grosor de 2 a 12 pulgadas para pavimentos flexibles, y una losa de PCC² de 8 a 24 pulgadas de grosor para pavimentos rígidos.

- 2. Base**

Puede consistir en material granular tratado o no tratado debe ser adecuado para resistir los efectos de la carga y el entorno y para distribuir las cargas aplicadas a las capas subyacentes. Las bases no tratadas consisten en agregados triturados o no triturados. Las bases tratadas consisten en agregados triturados o no triturados que se han mezclado con un material estabilizador como cemento o betún.

- 3. Sub Base**

El curso de la sub base también se compone de material tratado o no tratado, típicamente material de pozos sin procesar o material seleccionado de una excavación adecuada en el sitio. La función de la sub base es la misma que la de la base. Si se requiere o no una sub base, o cuántas capas de sub base se requieren, es en función del tipo de cargas en el pavimento, así como el tipo y la calidad del suelo, o subsuelo, sobre el cual descansará el pavimento. Para la mayoría de los pavimentos rígidos, el curso de superficie descansa directamente en la sub base.

El diseño estructural de los pavimentos para aeropuertos consiste en determinar el espesor del pavimento y de las partes que componen el mismo. Los factores que influyen en el espesor del pavimento son las cargas de los aviones que serán soportados, el volumen del tráfico anual en el pavimento, la concentración del tráfico en ciertas áreas y la resistencia

² PCC: Concreto de Cemento Portland

del suelo sub base y la calidad de los materiales que compone la estructura del pavimento los cuales deben brindar un servicio satisfactorio.

- **Tipos de pavimentos**

Un pavimento que consiste en una mezcla de material bituminoso y agregado colocado en materiales granulares de alta calidad se denomina pavimento flexible. Cuando el pavimento consiste en una losa de concreto de cemento Portland (PCC), se le conoce como pavimento rígido. (HORONJEFF y otros, 2010, p. 257)

1) Pavimento flexible

Consisten en una superficie de desgaste bituminosa colocada sobre una capa base y cuando es requerido por las condiciones del suelo, una sub base. La sub base generalmente se requiere cuando el pavimento flexible debe ser soportado por suelos con un valor CBR inferior a 20. Toda la estructura está soportada en última instancia por la sub rasante.

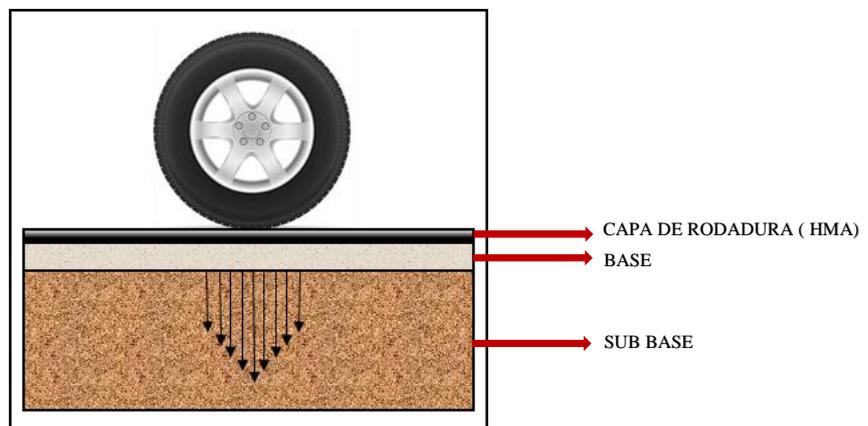


Figura 14. Representación gráfica de un Pavimento Flexible

Fuente: CANACEM. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2019]. Disponible <https://es.slideshare.net/kenolivo1/presentacion1-41056662>

La capa de Rodadura evita la penetración del agua superficial en el curso de la base, proporciona una superficie lisa y bien adherida, libre de partículas sueltas, resiste los esfuerzos de corte causados por la carga de los aviones y proporciona una textura de cualidades antideslizantes que no causan un desgaste indebido de los neumáticos. También debe ser resistente al derrame de

combustible y otros solventes en áreas donde se pueda realizar el mantenimiento.

La base es el principal elemento estructural del pavimento; tiene la función de distribuir las cargas de la rueda a la sub base y al sub suelo. Debe estar diseñado para evitar fallas en el sub suelo, resistir las tensiones producidas en la base. (HORONJEFF y otros, 2010, p. 271)

Para la FAA (2009) en “el diseño de pavimento flexible, FAARFIELD utiliza la máxima tensión vertical en la parte superior de la sub rasante y la máxima tensión horizontal en la parte inferior de la capa de rodadura de asfalto como factores predictivos de la vida estructural del pavimento. Así mismo proporciona el grosor requerido para todas las capas individuales del pavimento flexible (capa de rodadura, base y sub base) necesarias para soportar una gran carga de tráfico aéreo” (p.13).

2) Pavimento rígido

Los pavimentos rígidos consisten en losas de PCC (Ref. 2) colocadas en una sub base que se apoya en un suelo compactado. Al igual que los pavimentos flexibles, un pavimento rígido adecuadamente diseñado proporciona una superficie antideslizante que evita la infiltración de agua en el subsuelo, al tiempo que proporciona soporte estructural a las aeronaves que usan el pavimento. La base bajo el pavimento rígido proporciona un soporte estable y uniforme para las losas de concreto. Como regla general, se requiere un espesor mínimo de 4 pulgadas. para todas las sub bases. (HORONJEFF y otros, 2010, p. 275)

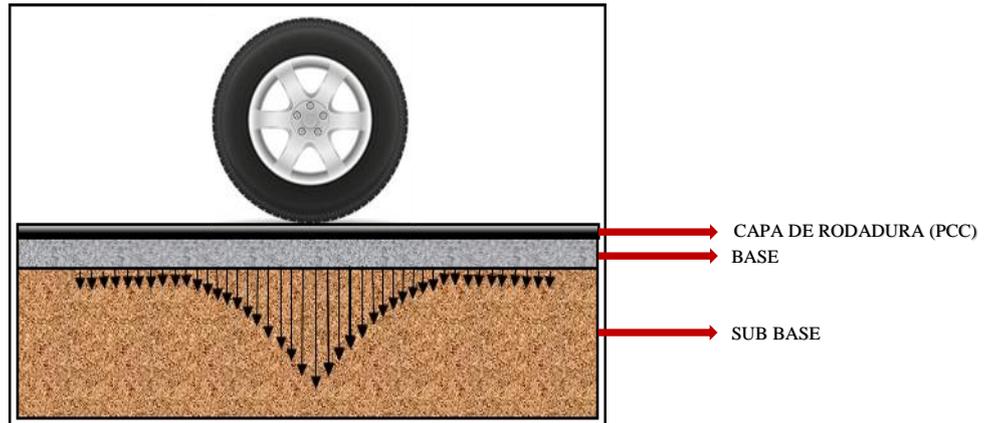


Figura 15. Representación Gráfica de un Pavimento Rígido

Fuente: CANACEM. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2019]. Disponible <https://es.slideshare.net/kenolivo1/presentacion1-41056662>

Para pavimentos rígidos con capacidad para aeronaves de más de 100,000 lb de peso bruto máximo, se requiere una sub base estabilizada.

Para la FAA (2009) en “el diseño de pavimento rígido, FAARFIELD utiliza la tensión horizontal máxima en el borde inferior de la losa de PCC como factor predictivo de la vida estructural del pavimento. La tensión horizontal máxima para el diseño se determina utilizando una condición de carga de borde. Así mismo proporciona el espesor requerido de la losa de pavimento rígido necesario para soportar una gran carga de tráfico aéreo dada sobre una sub rasante / sub base particular” (p.13).

2.2.4. Parámetros de diseño

2.2.4.1. Estudio de tráfico

El tráfico aéreo, está compuesto por normas, sistemas y diversos procesos los cuales son regulados por diversos organismos internacionales dadas sus características particulares, los cuales posibilitan el desarrollo de los vuelos y así permitir viajar de un destino a otro.

El tráfico aéreo es dirigido por un controlador aéreo el cual posee un factor de importancia por su gran eficiencia, capacidad y la seguridad, ya que se encarga de dirigir el tránsito de vuelo de las aeronaves en el cielo o en el espacio aéreo de los aeropuertos.

“Para el diseño del pavimento de un aeropuerto se necesita conocer el nivel de sollicitación que produce la circulación de las cargas sobre la estructura del pavimento por ende es importante analizar tres factores que son la magnitud de carga, la geometría del tren de aterrizaje y el volumen del Tránsito”.³

→ **Aeronave de diseño:** Hay seis grupos de aviones: Genérico, Airbus, Boeing, comerciales, de aviación general y militares.

- **Carga:**

Una aeronave se medirá con un cierto número de medidas de peso, dependiendo de su nivel de carga con combustible, carga útil y tripulación, y se asigna el máximo permitido.

Los pesos son los siguientes:

- **OEW:** Considerado el peso Vacío de Operación o peso básico de la aeronave incluida la tripulación, pero no incluye el peso del combustible ni el de la carga útil. Este peso se considera para el diseño de aeronaves que pueden ocupar hangares o cualquier área que no esté destinada a soportar el peso de un avión cuando este se carga con combustible o carga útil.

- **ZFW:** Considerado el Peso Cero del Combustible, es igual al OEW más el peso de la carga útil, entendiéndose por

³ HOYOS, D. Diseño Estructural De Pavimentos Para Aeropuertos. Revista de la Universidad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia, p.20.

esta al peso de los pasajeros más el peso del equipaje, correo, exprés y carga que pueden llevar. El máximo de la carga útil realmente llevada es generalmente menor que la carga útil máxima estructural debido a las limitaciones de espacio.

- **Maximum ramp weight:** Considerado el peso máximo en rampa autorizado para maniobra en tierra, incluido el combustible para rodaje y de arranque. Mientras la aeronave se desplaza entre la plataforma y el final de la pista, quema combustible y por ende pierde peso.

- **Maximum gross take off weight:** Considerado el Peso Bruto máximo de despegue, excluye el combustible de taxi y run – up e incluye el peso vacío de operación, combustible de viaje y reserva, y carga útil. El peso bruto de aterrizaje varia con ciertas condiciones atmosféricas como la densidad del aire y la temperatura ambiente.

- **Maximum structural landing weight (MLW):** Es el peso máximo estructural de aterrizaje, el engranaje principal es estructuralmente diseñado para absorber las fuerzas encontradas durante el aterrizaje, cuanto más grande son las fuerzas, más pesado debe ser el engranaje.

- **Maximum structural take off weight (MSTOW):** Considerado el peso máximo estructural de despegue de una aeronave, que opera al nivel del mar a una temperatura de 59°F (15°C). Es el peso máximo que puede soportar el tren de aterrizaje y es considerado el peso de diseño estándar utilizado en la planeación y diseño del aeropuerto.

El método de Diseño del pavimento se basa en el peso Bruto del Avión, el pavimento debe estar diseñado para el peso máximo de despegue anticipado del avión, el 95 % del peso bruto es transportado por los trenes de aterrizaje principales y el 5 % es transportado por el tren de punta.

- **Tipo de Tren de Aterrizaje y Geometría**

El tipo de engranaje y la configuración determinan cómo se distribuye el peso del avión a un pavimento y cómo reacciona el mismo a las cargas del avión.

Las aeronaves que operan actualmente en los aeropuertos de uso civil del mundo han sido diseñadas con varias configuraciones de su tren de aterrizaje. La mayoría de los aviones están diseñados con una de las tres configuraciones básicas del tren de aterrizaje; la configuración de una sola rueda, definida como un engranaje principal con un total de dos ruedas, una en cada puntal, la configuración de dos ruedas, definida como un engranaje principal con un total de cuatro ruedas, dos en cada puntal, y la configuración de doble tándem, definida como dos juegos de ruedas en cada puntal.⁴

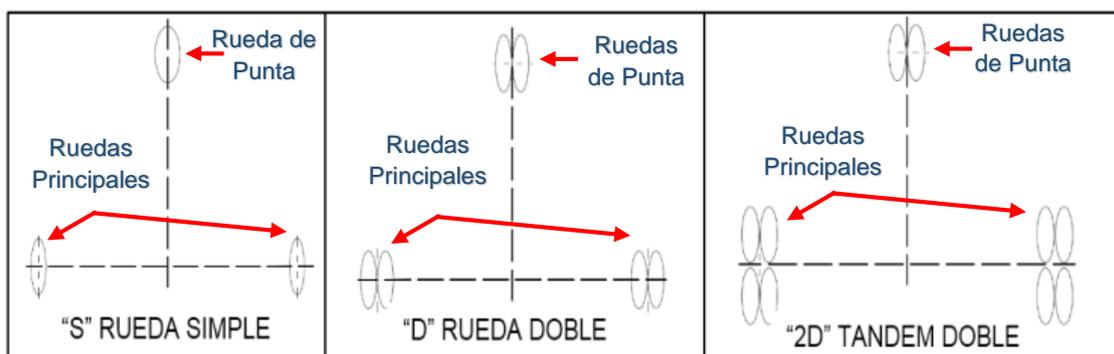


Figura 16. Configuraciones Tradicionales del tren de Aterrizaje

Fuente: HORONJEFF, Robert; MCKELVEY, Francis; SPROULE, William; YOUNG, Seth. *Planning and Design of Airports*. Traducción propia. Quinta edición. Estados Unidos, McGraw Hill.2010

⁴ HORONJEFF, Robert; MCKELVEY, Francis; SPROULE, William; YOUNG, Seth. *Planning and Design of Airports*. Traducción propia. Quinta edición. Estados Unidos: McGraw Hill, 2010, p.60-63

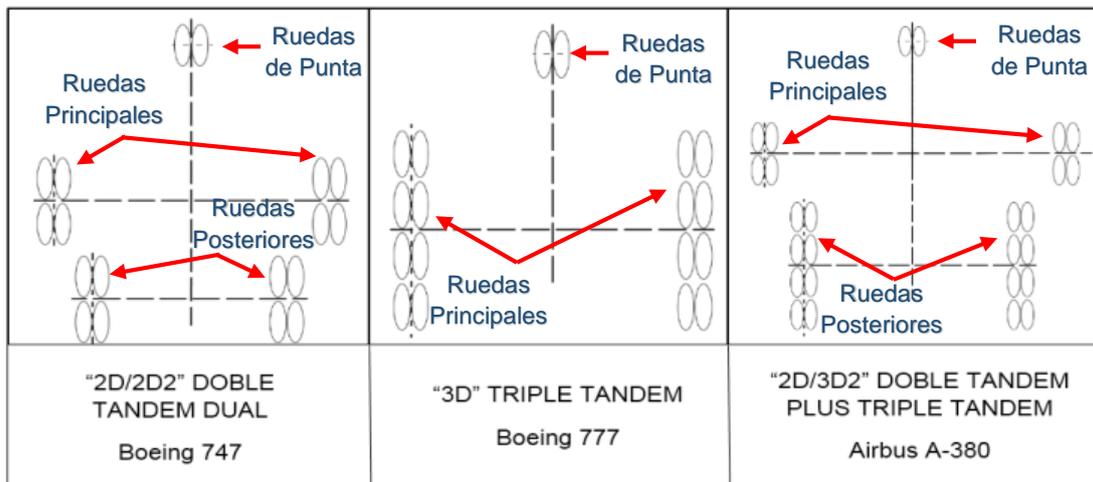


Figura 17. Configuraciones Complejas del Tren de aterrizaje

Fuente: HORONJEFF, Robert; MCKELVEY, Francis; SPROULE, William; YOUNG, Seth. *Planning and Design of Airports*. Traducción propia. Quinta edición. Estados Unidos, McGraw Hill.2010.

En las figuras las nomenclaturas estándar para las configuraciones del tren de aterrizaje de aeronaves se representan entre comillas. La configuración del tren de aterrizaje juega un papel crítico en la distribución del peso de una aeronave en el suelo sobre el que se sienta y por lo tanto a su vez tiene un impacto significativo en el diseño del pavimento. Cuantas más ruedas haya en un tren de aterrizaje, más pesada puede ser una aeronave.

- **Presión de llanta**

La presión de los neumáticos varía según la configuración del engranaje, el peso bruto y el tamaño de los neumáticos. La presión de los neumáticos tiene una influencia significativamente mayor en las deformaciones en la capa de superficie de asfalto que en la sub rasante. Las presiones de los neumáticos que superen los 221 psi (1.5 MPa) pueden superarse con seguridad si el curso de la superficie del pavimento y el curso de la base cumplen con los requisitos mínimos de diseño para la carga del pavimento junto con una superficie de asfalto de alta estabilidad.⁵

⁵ Federal Aviation Administration. AC N° 150/5320-6E. *Airport Pavement Design and Evaluation*. Traducción Propia. Estados Unidos :2009, p.13, 14.

- **Volumen de tráfico**

Las previsiones de salidas anuales por tipo de avión son necesarias para el diseño del pavimento. La información sobre las operaciones del avión está disponible en Planes maestros del aeropuerto, Pronósticos del área de la terminal, Plan nacional de sistemas aeroportuarios integrados, Estadísticas de actividad del aeropuerto e Informes de actividad de tránsito aéreo de la FAA. Los ingenieros de pavimentación deben consultar estas publicaciones cuando desarrollen pronósticos de salidas anuales por tipo de avión.

La Federal Aviation Administration (FAA) establece que el diseño de un pavimento de aeropuerto debe estar diseñado para que proporcione una vida estructural de 20 años libre de mantenimiento, y así se le pueda brindar al pavimento las características adecuadas para resistir las cargas que se le impongan y el volumen de tráfico al que estará expuesto a lo largo de su vida útil.

2.2.4.2. Estudio de suelos

Para proporcionar información esencial sobre los diferentes tipos de suelos, se deben hacer investigaciones para determinar su distribución y propiedades físicas. Esta información, combinada con los datos sobre la topografía del sitio y los registros climáticos de la zona, ofrece material de planificación básica esencial para el desarrollo lógico y eficaz del aeropuerto. (FAA, 1995, p.3)

Para determinar las propiedades físicas de un suelo y proporcionar una estimación de su comportamiento bajo diversas condiciones, se debe realizar ensayos de suelos tanto de campo como de laboratorio las cuales se han ido desarrollando y estandarizando. Según la Federal Aviation

Administration (FAA) hay pruebas consideradas el requisito mínimo o básico para pavimentación de aeropuertos.

Tabla 4. Ensayos Considerados Requisito Mínimo o Básico para Pavimentación de un Aeropuerto

Ensayos	Característica	Norma extranjera
Análisis de tamaño de partícula de suelos (granulometría)	Proporciona una cuantitativa determinación de la distribución de tamaños de partículas en los suelos	ASTM C 422
Limite líquido , limite plástico y el índice de plasticidad de los suelos	El límite plástico y el límite líquido definen de manera estándar los contenidos de humedad más bajos en el que un suelo cambiara de un semisólido a un estado plástico y a la cual pasa un sólido a partir de un plástico a un estado líquido respectivamente. El índice de plasticidad es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico.	ASTM D 4318
Relación de Humedad – densidad de los suelos para pavimentos de Carga Pesada	Para las aeronaves que pesen 30.000 libras (13 000 kg) o más.	ASTM D 1557
Relación de Humedad – densidad de los suelos para pavimentos de Carga ligera	Para las aeronaves que pesen menos de 30.000 libras (13 000 kg).	ASTM D 698
Teniendo Ratio de laboratorio – Suelos Compactados	Se utiliza para asignar una relación de soporte de California (CBR) a un valor desagregado de suelos para uso en el diseño de pavimentos flexibles.	ASTM D 1883
Módulo de Reacción del Suelo	Se utiliza para determinar el módulo de reacción del suelo, K, para su uso en el diseño de pavimentos rígidos.	AASHTO T222

Fuente: Airport Pavement Design and Evaluation. Traducción Propia Advisory Circular 150/5320-6D, Federal Aviation Administration. Estados Unidos ,1995. p.16.

Si después del estudio de suelos el terreno no es el apropiado para soportar las cargas de los aviones, será necesario estabilizar la sub rasante mediante adición de agentes químicos o por métodos mecánicos.

2.2.4.3. Estudio pluviométrico

Un pavimento idealmente diseñado y construido debe ser capaz de resistir las variaciones estacionales del clima. Los cambios de temperatura, las fuertes lluvias, el diseño inadecuado de drenajes y poco mantenimiento, exponen la infraestructura vial del país a deterioros acelerados.⁶

El clima y el tráfico son los factores externos más influyentes en el pavimento, pueden ocasionar un progresivo deterioro a lo largo de su vida útil.

El agua puede ingresar a la estructura del pavimento por infiltración a través de grietas en la carpeta asfáltica, zanjas laterales o cunetas sin pavimentar. En todos los casos estos aspectos contribuyen a la degradación de la capacidad soportante de la estructura.

Por tales motivos para diseñar un pavimento se debe recurrir a registros históricos de factores climatológicos en la zona donde será ubicado el proyecto, para tomar las precauciones respectivas.

⁶ ARTICULO CIENTIFICO: Revista Infraestructura Vial / Lanamme UCR ISSN: 1409-4045 - ISSN electrónico: 2215-3705 / Volumen 18 / Número 32 / Diciembre, 2016 / p.22.

2.2.5. Metodología FAA

2.2.5.1. Federal Aviation Administration (FAA)

Para Horonjeff, R. (2010, p. 37), la “Administración Federal de Aviación es una agencia que se encuentra dentro del Departamento de Transportes de los Estados Unidos, la cual es responsable de la operación segura y eficiente del sistema de Aviación Civil”.

La FAA realiza las siguientes funciones:

- Alienta el establecimiento de vías aéreas civiles, áreas de aterrizaje y otras instalaciones aéreas.
- Prepara el control y la protección del tráfico aéreo que se desplaza en el comercio aéreo.
- Brinda asesoría y asistencia en planificación, diseño, construcción, administración, operación y mantenimiento de aeropuertos a individuos y agencias gubernamentales, profesionales, industriales y otros.
- Desarrolla y establece estándares, métodos y procedimientos de planificación gubernamental, construcción, diseño, gestión, operación y mantenimiento de aeropuertos.
- Prescribe y hace cumplir las normas civiles de aire para las normas de seguridad.
- Supervisa el trabajo de desarrollo técnico en el campo de la aeronáutica y el desarrollo de las instalaciones aeronáuticas.

El prólogo de la Circular de Asesoramiento 150/5320 - 6E describe la política de la Federal Aviation Administration de tratar el tren de aterrizaje del avión, el diseño y evaluación de los pavimentos de los aeropuertos como tres entidades separadas. El diseño de los pavimentos de los aeropuertos es un problema

de ingeniería complejo que involucra un gran número de variables interactivas.

2.2.5.2. Metodología de diseño Faarfield

FAARFIELD⁷ es un programa para diseñar las capas del pavimento para aeropuerto creado por la Federal Aviation Administration (FAA), este implementa procedimientos de diseño de elementos finitos basados en capas elásticas y tridimensionales para diseños nuevos y de superposición de pavimentos flexibles y rígidos, respectivamente. (FAA, 2009, p.13).

Se basa en el concepto del factor de daño acumulado (CDF) en el que se suma la contribución de cada tipo de aeronave en una mezcla de tráfico para obtener el daño acumulado total por ende no designa un solo avión de diseño porque usando el método CDF, identifica aquellas aeronaves que contribuyen con la mayor cantidad de daño al pavimento.

En la AC 150/5320 – 6F se trabaja con varias combinaciones de tipos de pavimentos y capas estabilizadas con superposiciones de pavimentos flexibles y rígidos que dan como resultado pavimentos complejos clasificados entre flexibles y rígidos. Además, establecen las secciones típicas que debe tener los pavimentos rígidos y flexibles.

- **Tipos de Materiales**

La selección del material para las diferentes capas del pavimento requiere la evaluación de múltiples factores que incluyen limitaciones de costo y financiamiento, restricciones operativas, plazos de construcción y frecuencia de mantenimiento anticipado, restricciones ambientales, disponibilidad de material,

⁷ Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design

planes de expansión de aeropuertos futuros y cambios anticipados en el tráfico; factores que deben ser evaluados para un mejor diseño del pavimento.

Los diversos tipos de materiales de acuerdo a las especificaciones de la FAA para las distintas capas del pavimento son los siguiente:

- **P-152:** Los elementos típicos tales como rocas cortadas o extraída.
- **P-154:** El material de la sub base consistirá en partículas duraderas o fragmentos granulares, exento de material vegetal, puede obtenerse de pozos de grava arsenales o puede ser producido de una planta de trituración.
- **P-155:** Subsuelo tratado con Cal, este tratamiento se realiza en suelos arcillosos para reducir el Índice de Plasticidad, esto aumenta el contenido óptimo de agua, permite la compactación bajo mojado permitiendo que los suelos se sequen rápidamente. Como beneficios secundarios aumentan fuerza y estabilidad.
- **P-157:** Polvo de Horno de Cal o Polvo de Horno de Cemento, la estabilización con materiales cementosos da como resultado una capa de sub rasante estabilizada.
- **P-158:** Sub Suelo tratado con cenizas volantes. La ceniza volante clase C trabajara para modificar suelos de grano fino o granular, su uso es generalmente para crear una plataforma de trabajo estable.

- **P-208:** Curso Base con Agregado, consistirá en agregado fino y grueso, el material debe ser limpio, sólido, partículas duraderas y fragmentos de piedra o grava, piedra triturada o grava triturada mezclada con arena.

- **P-209:** Curso Base de Agregado Triturado, consistirá en partículas limpias, sólidas y duraderas de piedra triturada, gravilla triturada y no deberá tener revestimientos de arcilla, limo, material orgánico u otros materiales perjudiciales.

- **P-211:** Curso Base compuesto de roca Caliza fosilífera de uniforme calidad, el material no debe contener piezas duras o de piedras que causen una superficie rugosa, no debe mostrar tendencia a aire comprimido o sufrir cambios químicos cuando se expone a el clima.

- **P-213:** Base de Arena –Arcilla, esta mezcla consiste en tierra vegetal, arcilla arenosa, grava arena-arcilla, granito desintegrado o agregado que contiene suficiente material aglutinante para producir una mezcla uniforme.

- **P-219:** Curso Base de agregado de concreto reciclado, el material debe estar libre de acero de refuerzo y material de expansión.

- **P-304:** Curso Base tratado con cemento compuesto de agregado mineral y cemento mezclado uniformemente y con agua. El agregado debe ser materiales granulares seleccionados compuesto de triturado o no triturados piedra y /o grava u hormigón de cemento reciclado.

- **P-306:** Material de sub base de concreto magro que está compuesto de agregado y cemento uniformemente mezclado y con agua, puede incluir aditivos cementosos, en forma de cenizas volantes o escorias y aditivos químicos.

- **P-401:** Pavimento de mezcla de asfalto, este material es utilizado para aeródromos de pavimentos flexibles sujetos a cargas de aeronaves de pesos brutos superiores a 30,000 libras (13,600 kg), este también puede ser utilizado como base para estabilizado para aeronaves de menos de 60,000 libras (27,216 kg).

- **P-403:** Pavimento de mezcla de asfalto, este material es utilizado para aeródromos de pavimentos flexibles sujetos a cargas de aeronaves de pesos brutos menores o iguales a 30,000 libras (13,600 kg), este también puede ser utilizado como base para estabilizado para aeronaves superiores a 30,000 libras (13,600 kg)

- **P-501:** Pavimento de Concreto de cemento con refuerzo, este material es utilizado para pavimentos rígidos sujetos a cargas de aeronaves de más de 30,000 libras (13,600 kg).

Los materiales utilizados para las capas de los distintos tipos de pavimentos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Especificaciones típicas de las capas para pavimentos de aeropuerto

Capa de pavimento	Pavimento flexible	Pavimento rígido
Superficie	P-401/P – 403 ¹	P-501
Base estabilizada	P-401/P-403 P – 304 ² P – 306 ²	P-401/P-403 P – 304 ² P – 306 ²
Base	P – 209 ³ P – 208 ⁴ P-211	P – 209 ³ P – 208 ⁴ P-211
Sub base	P-154 P – 213 ⁵ P – 219 ⁶	P-154 P – 301 ⁵ P – 219 ⁶
Sub suelo	P-152 P-155 P-157 P-158	P-152 P-155 P-157 P-158

Fuente: Advisory Circular 150/5320-6F, Federal Aviation Administration. Estados Unidos ,2016. p.1-6.

Nota:

1. P-601 puede utilizarse para lugares que necesitan una superficie resistente al combustible.
2. P-304 y P-306 deben utilizarse con precaución porque son susceptibles a grietas reflectantes
3. P-209 Curso Base de triturado, este material se limita a pavimentos diseñados para cargas brutas de 100 ,000 libras (45 360 kg) o mas
4. P-208 Curso base de agregado, este material de limita a pavimentos diseñados para cargas brutas de 60,000 libras (27 200 kg) o menos.
- 5.No se recomienda el uso de P-213 y P- 301 como curso de base cuando se prevé la penetración de heladas en la sub base.
- 6.P-2019 Curso base de agregado de concreto Reciclado, puede ser usado como base dependiendo de la calidad de los materiales y gradación.

→ **Software FAARFIELD V 1.42**

En las siguientes figuras se muestran las capturas de pantallas principales de este software, el cual es una de las metodologías utilizadas según la FAA para el diseño de pavimentos para aeropuertos. Metodología que utilizaremos en la presente tesis para diseñar el pavimento de las calles de rodaje y calles de salida del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, siguiendo los lineamientos establecidos por la Administración Federal de Aviación (FAA), para el diseño de un óptimo y adecuado diseño de pavimento.

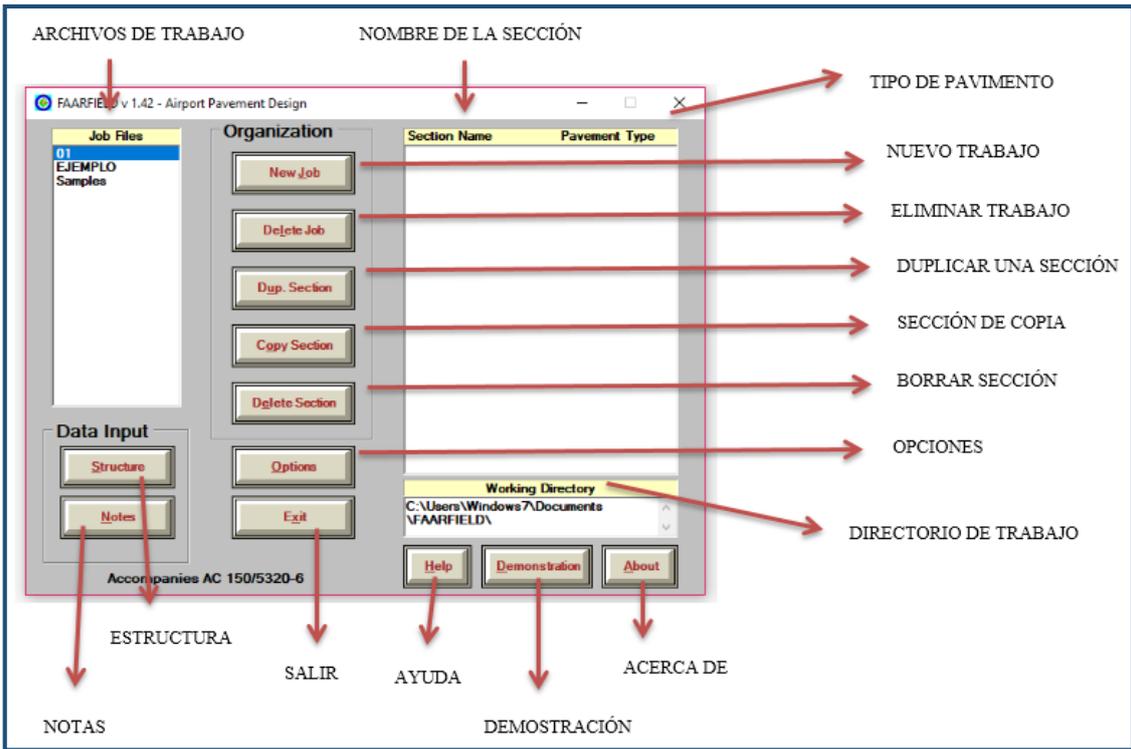


Figura 18. Ventana Principal del Software FAARFIELD v1.42
Fuente: Elaboración Propia

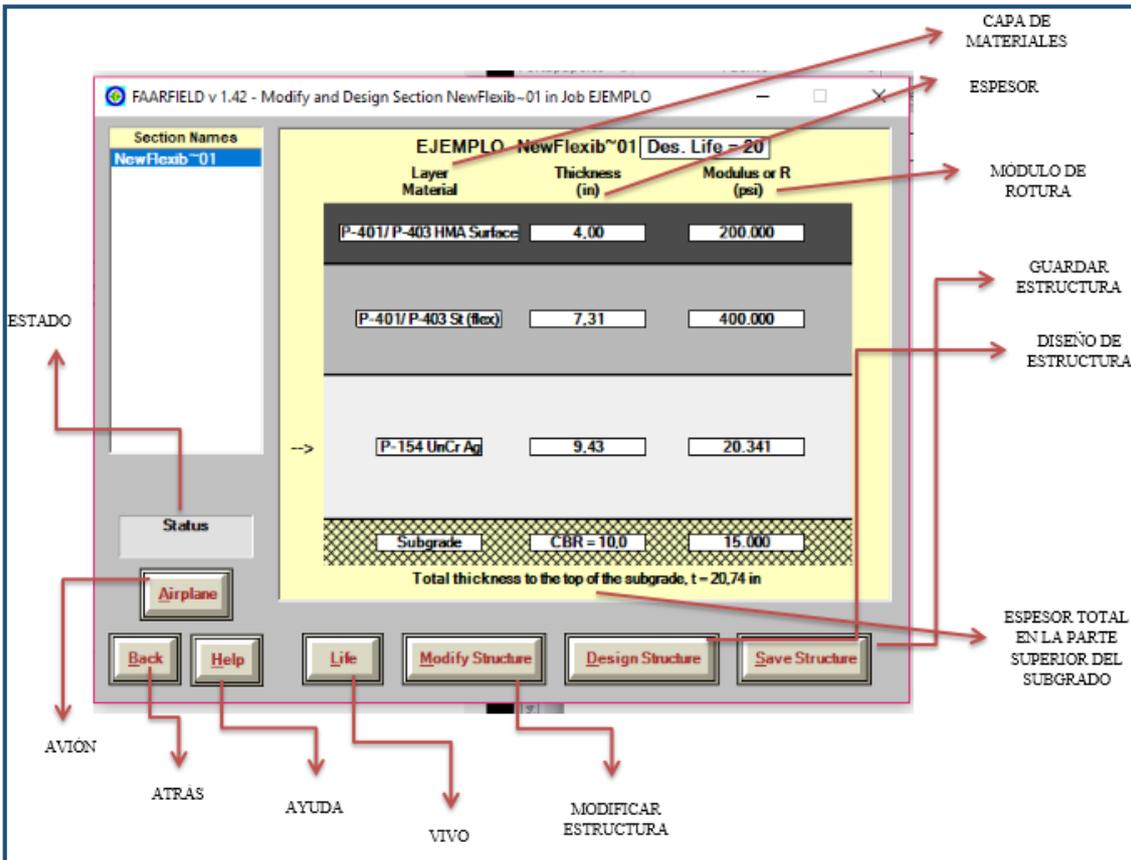


Figura 19. Ventana de Diseño de la estructura del pavimento
Fuente: Elaboración Propia

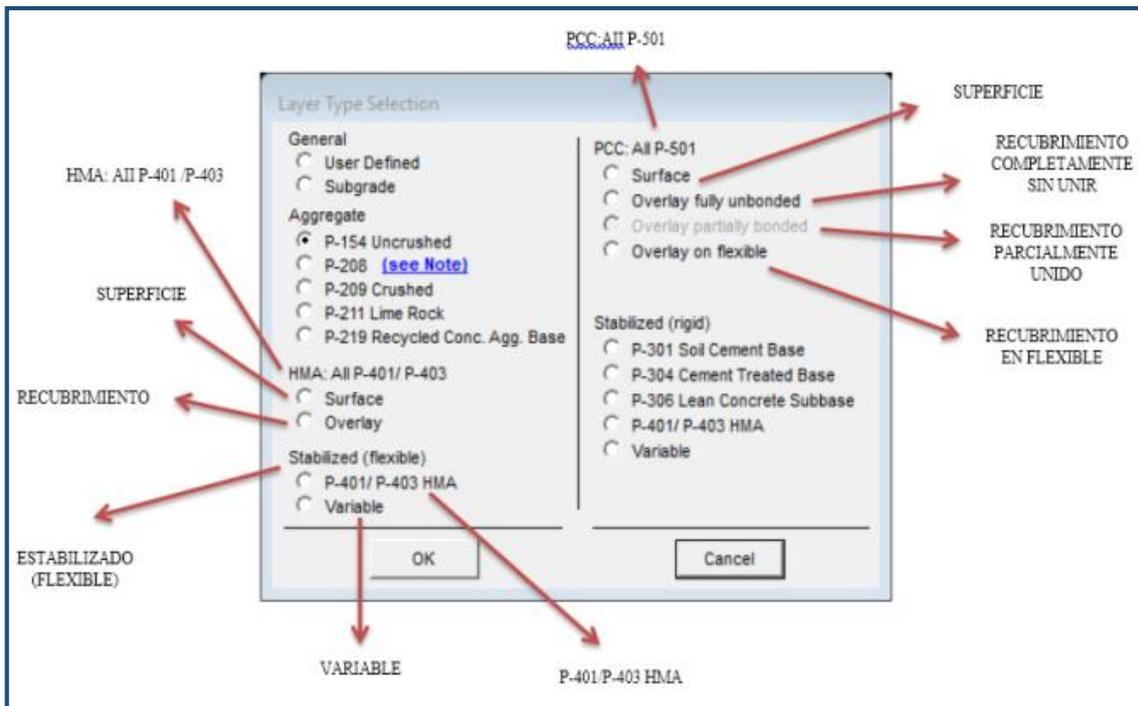
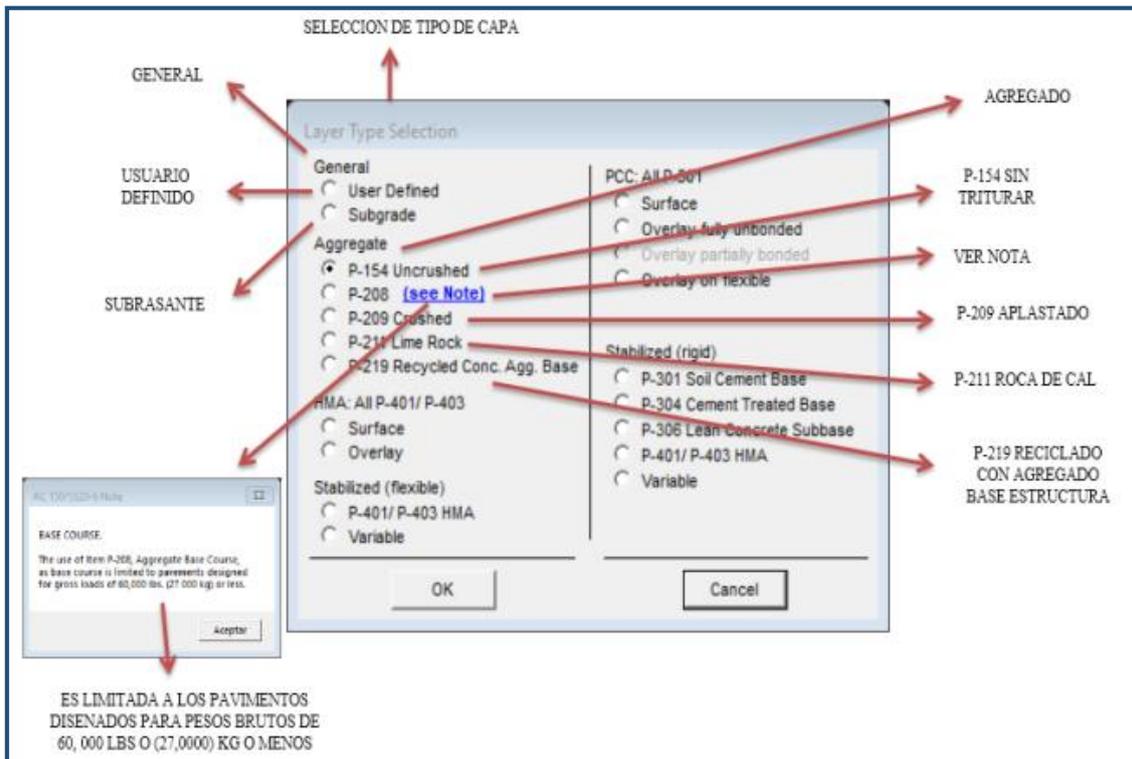


Figura 20. Ventana de selección de Tipo material para cada capa del pavimento

Fuente: Elaboración Propia

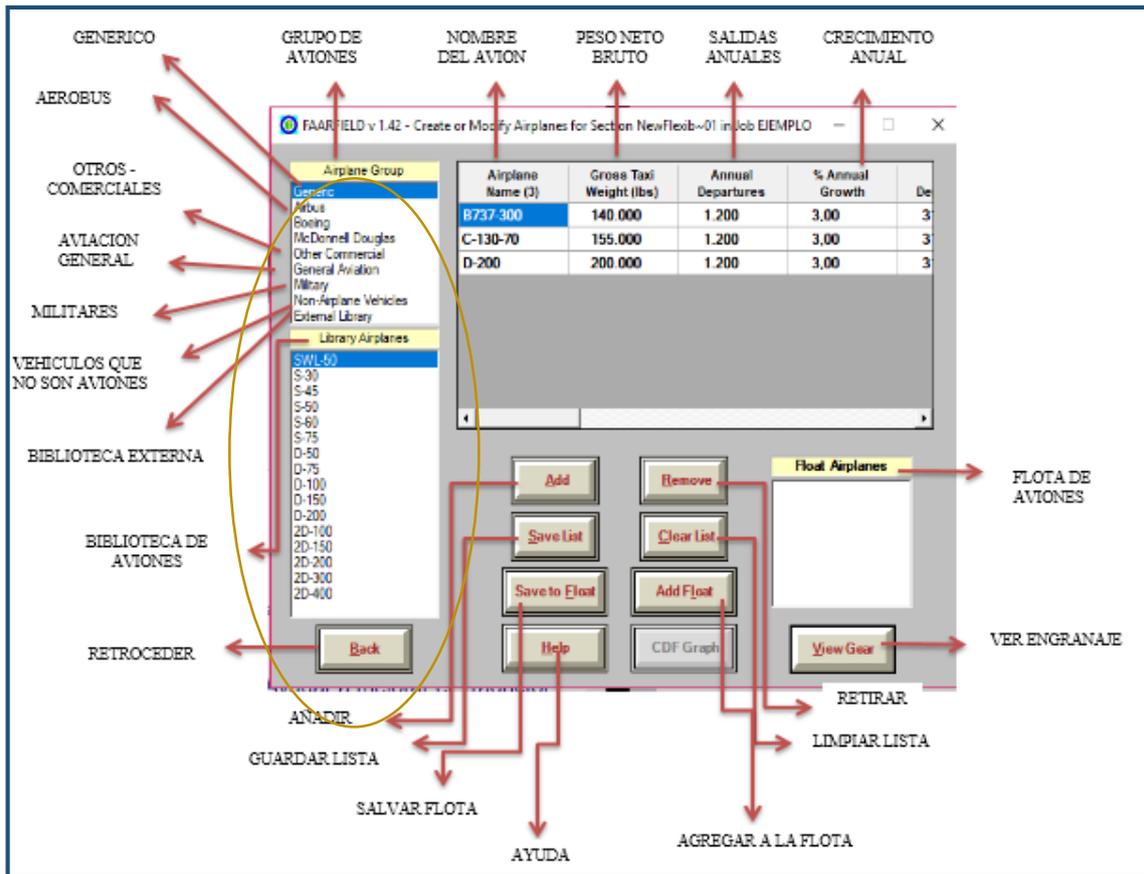


Figura 21. Ventana para seleccionar las aeronaves de Diseño
Fuente: Elaboración Propia

	SALIDAS TOTALES	CONTRIBUCIÓN DE CDF	CDF MÁXIMO POR AVIÓN	RELACIÓN P/C	PRESION DE NEUMÁTICOS	PORCENTAJE GW EN MARCHA
Airplane Name (3)	Total Departures	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio	Tire Press. (psi)	Percent GW on Gear
B737-300	31.200	0.00	0.00	0.00	201	47.5
C-130-70	31.200	0.00	0.00	0.00	105	47.5
D-200	31.200	0.00	0.00	0.00	200	47.5

	DOBLE ESPACIO	ESPACIO EN TANDEM	ANCHO DE CONTACTO DEL NEUMÁTICO	LONGITUD DE CONTACTO DEL NEUMÁTICO	ÁREA DE CONTACTO DEL NEUMÁTICO
Airplane Name (3)	Dual Spacing (in)	Tandem Spacing (in)	Tire Contact Width (in)	Tire Contact Length (in)	Tire Contact Area (in^2)
B737-300	30.50	0.00	11.47	18.36	165.42
C-130-70	0.00	70.00	16.70	26.73	350.60
D-200	34.00	0.00	13.75	22.00	237.50

Figura 22. Ventana de Características de cada Aeronave
Fuente: Elaboración Propia

2.2.6. Normativas aeronáuticas

2.2.6.1. Normativas nacionales

- **Ley de Aeronáutica Civil N° 27776**

Se rige por la Constitución política del Perú, por los instrumentos internacionales vigentes, sus anexos técnicos que regulan los aspectos de orden técnico y operativo de las actividades aeronáuticas aprobados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), regulaciones aeronáuticas del Perú aprobadas por la Dirección general de Aeronáutica Civil, reglamentos y normas complementarias.

- **Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP)**

Es el conjunto de Documentación Técnico – Legal que las regulaciones Aeronáuticas del Perú toman en consideración, las emiten y/o corrigen, poseen carácter mandatorio, y deben ser cumplidas por los usuarios.

2.2.6.2. Normativas internacionales

- **Anexos y Documentos de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI)**

Está compuesto por 19 Anexos de los cuales el más importante para el diseño de aeropuertos es el Anexo 14 “Aeródromos”, este anexo nos brinda normas y métodos internacionales para planificación, diseño y construcción de la infraestructura aeroportuaria. En 1990, después de 39 correcciones, este anexo fue dividido en dos volúmenes, el primero se trata el diseño y operaciones de aeródromos y en el segundo se trata el diseño de helipuertos.

- **Manuales**

Los anexos a su vez tienen que ser complementado por manuales de los cuales los más importantes son:

- El manual de aeropuertos STOL (Doc. 9760).
- El Manual de diseño de aeródromos (Doc. 9157) que está compuesto de seis Partes de las cuales las más importantes para el presente estudio son las tres primeras que son: la parte 1 – pistas, la Parte 2- Calles de rodaje, plataformas y apartaderos de espera y la Parte 3 – Pavimentos.
- El Manual de Planificación de aeropuertos (Doc. 9184).

- **Circulares de la Administración Federal de Aviación (FAA)**

Estas circulares proporcionan diversas directrices y procedimientos que son usados en las distintas etapas de la planificación y construcción de un aeropuerto. La circular 150 “Aeropuertos” está compuesto por documentos los cuales nos presenta la información necesaria para tomar en cuenta en el diseño de pavimentos. Las principales Circulares de Asesoramiento son:

- **AC 150/5320-5D** Diseño de Drenaje Aeroportuario “Airport Drainage Design”
- **AC 150/5300-13A** Diseño de aeropuertos “Airport Design”
- **AC 150/5320-6E** Diseño y Evaluación de Pavimentos Aeroportuarios “Airport Pavement Design and Evaluation”
- **AC 150/5370-10F** Normas para Especificar la Construcción de Aeropuertos. “Standards for Specifying Construction of Airports”
- **AC 150/5320-6F** “Airport Pavement Design and Evaluation”

2.3 Definición de Términos

- i. **Aeródromo.** Área definida de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinado total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.
- ii. **Área de aterrizaje.** Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.
- iii. **Área de maniobras.** Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas.
- iv. **Área de movimiento.** Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.
- v. **Área de seguridad de extremo de pista (RESA).** Área simétrica respecto a la prolongación del eje de la pista y adyacente al extremo de la franja, cuyo objeto principal consiste en reducir el riesgo de daños a un avión que efectúe un aterrizaje demasiado corto o un aterrizaje demasiado largo.
- vi. **Acuaplaneo.** Se refiere a la acción de un vehículo al atravesar una vía a altas velocidades debido al exceso de agua en ella, esto se debe a la ausencia de fricción entre llanta y suelo y se presenta normalmente en temporadas lluviosas.
- vii. **Batimetría.** Se refiere al levantamiento topográfico de un terreno que está cubierto de agua.
- viii. **Código IATA.** Los códigos IATA son letras que representa a un aeropuerto y son designadas a nivel mundial por la asociación internacional de transporte aéreo.
- ix. **Concreto Magro.** Es un tipo de concreto que posee bajo contenido de cemento y un alto contenido de piedra o grava triturada, es popular por lo económico de su preparación.
- x. **Decolaje.** Despegue de un Avión
- xi. **Envergadura.** Se le denomina así a la distancia entre las dos puntas de las alas de un avión

- xii. **Franja de pista.** Superficie definida que comprende la pista y la zona de parada, si la hubiese, destinada a: reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista; y proteger a las aeronaves que la sobrevuelan durante las operaciones de despegue o aterrizaje.
- xiii. **Margen.** Banda de terreno que bordea un pavimento, tratada de forma que sirva de transición entre ese pavimento y el terreno adyacente.
- xiv. **Obstáculo.** Todo objeto fijo (ya sea temporal o permanente) o móvil, o parte del mismo, que esté situado en un área destinada al movimiento de las aeronaves en la superficie o que sobresalga de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo.
- xv. **Pista.** Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves.
- xvi. **Stopway.** También conocido por las siglas SWY es el área rectangular definida en el suelo al final de la pista de despegue disponible para que se detenga o pare el avión conocido también como zona de parada.
- xvii. **Umbral.** Comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.
- xviii. **Umbral desplazado.** Umbral que no está situado en el extremo de la pista.
- xix. **Zona libre de obstáculos.** Área rectangular definida en el terreno o en el agua y bajo control de la autoridad competente, designada o preparada como área adecuada sobre la cual un avión puede efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura especificada.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La implementación de infraestructura vial mejora la capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a. La capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja es inadecuada en función a la infraestructura vial actual.

- b. El diseño de la infraestructura vial de las calles de rodaje en el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja se diseña con la metodología de la FAA y con el uso del software FAARFIELD.
- c. Los beneficios que se obtienen con la implementación de las calles de rodaje se dan fundamentalmente en un mayor flujo de movimiento de operaciones, pasajeros y carga.

2.5. Variables

Variable Independiente (x) : Infraestructura Vial

Variable Dependiente (y) : Capacidad Operativa

2.5.1. Definición conceptual de la variable

a) Infraestructura Vial

La infraestructura vial es todo conjunto de elementos que permite el desplazamiento de un medio de transporte, de un lugar a otro.

b) Capacidad Operativa

Va en función de los elementos de las diversas áreas de trabajo tanto del lado tierra como del lado aire.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Entre las variables especificadas en la hipótesis general existe una relación causal, es decir con la implementación de la infraestructura vial con calles de rodaje se mejora sustancialmente la capacidad operativa del aeropuerto, medidos en términos de un mayor flujo de movimiento de operaciones, pasajeros y carga; por tanto la variable independiente objetivamente se mide en términos de capa de rodadura, base y sub base, mientras que la capacidad operativa se mide en términos de mayores flujos de pasajeros, carga y operaciones.

Por lo expuesto podemos establecer la relación causal siguiente:

$$Y = f(x)$$

2.5.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 6. Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Sub dimensiones	Indicadores
Independiente (x): Infraestructura vial	Tipo de pavimento	Flexible	Capa de rodadura
			Capa base
			Capa sub base
	Metodología de diseño para pavimentos	Metodología FAA	Diseño de Pavimento Aeroportuario
			Software Faarfield
		Estudios	Tráfico
			Suelos
			Topográfico
Dependiente (y): Capacidad operativa	Áreas de trabajo	Lado tierra	Terminal de Pasajeros
			Torre de Control
			Instalaciones de Carga
			Parking /Estacionamiento
		Lado aire	Pista de Aterrizaje
			Calles de Rodaje
	Plataforma		

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método general de investigación utilizado fue el Científico, siendo el método específico el analítico – sintético.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue Aplicada denominada “activa”, “dinámica”, “práctica” o empírica. Se encuentra íntimamente ligada a la investigación básica, ya que depende de nuestros descubrimientos y aportes teóricos para llevar a cabo la solución de problemas con la finalidad de generar bienestar a la sociedad.

3.3. Nivel de investigación

Esta investigación fue de nivel Descriptivo-explicativo. Fue descriptivo porque se midieron y describieron la variable independiente “infraestructura vial” y la variable dependiente “capacidad Operativa “del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja en el año 2019; y fue Explicativo porque establece una relación de causalidad entre las variables en estudio, siendo así que una mejora en la infraestructura vial tiene un impacto positivo en la capacidad operativa explicada en mayores flujos o movimientos.

3.4. Diseño de investigación

La presente investigación fue de diseño no experimental dado que no se llegó a manipular las variables en estudio sino medir el impacto de una variable en la otra.

3.5. Población y muestra

Población

Para la presente investigación la población estuvo conformada por los dos lados del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

Muestra

El tipo de muestreo fue el no probabilístico dirigido o intencional y la muestra seleccionada fue el lado aire.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación General

Instrumento de Recolección de Datos: Ficha de Observación

Se realiza la observación de los componentes del lado aire y del lado tierra que nos permitirá identificar el estado actual del aeropuerto y sus componentes como son la pista de aterrizaje, la plataforma, terminales, hangar, etc.

Se consideraron los siguientes Ítems:

- ✓ Lado Aire
- ✓ Lado Tierra
- ✓ Pavimento
- ✓ Propuesta De Diseño Para Infraestructura Vial Faltante
- ✓ Estudios
- ✓ Aeronaves
- ✓ Pasajeros
- ✓ Memoria Anual

Para la revisión de la Ficha de Observación véase Anexo N° 04, además de que se puede encontrar la Confiabilidad Valida del Instrumento firmada por los expertos en el Anexo N°05.

3.7. Procesamiento de la información

Para el proceso de la información se utilizó las tablas y gráficos de Excel y para el adecuado manejo de información se empleó Word.

Tomando en cuenta las siguientes etapas necesarias en la investigación:

3.7.1. Etapa de planeamiento y organización (Pre-campo)

El trabajo fue realizado por las dos investigadoras comenzando con la búsqueda de la información del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

- Elección del tema a investigar.
- Presentación del plan de tesis.
- Aprobación del tema por parte de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.
- Revisión bibliográfica en base al tema de investigación.
- Reconocimiento de la normativa aeroportuaria.
- Se realizó un plan de trabajo para el proceso de investigación.
- Elaboración del instrumento para la recolección de datos.
- Coordinación con CORPAC para la realización del estudio.

3.7.2. Etapa de recopilación de datos

- Identificación de las fases de trabajo.
- Aplicación de la ficha de observación como instrumento de recolección de datos.
- Identificación los problemas existentes en el aeropuerto.
- Revisión de los antecedentes y documentos relacionados al tema, así como la obtención de datos para determinar la capacidad operativa.

- Elaboración de los estudios necesarios para la planeación del diseño.
- Realizamos el levantamiento topográfico y el respectivo plano.
- Planteamos el diseño de calles de rodaje y un apartadero de espera bajo normativa.
- De acuerdo a ello ubicamos dos calicatas en puntos donde se encontrarían las calles de rodaje y el apartadero.
- Realizamos estudio de suelos.

3.7.3. Etapa de procesamiento de datos

- Tabulación de la información obtenida.
- Análisis de la información obtenida y organizándola en gráficos y tablas de resumen.
- Elaboración de la situación actual de Aeropuerto Francisco Carlé.
- Tabulación de datos respecto a la capacidad operativa del aeropuerto.
- Selección de datos para la elaboración del diseño de pavimento con el software Faarfield.
- Obtención de espesores finales y grafica final.
- Comprobación de funcionamiento con una animación 3D para finalmente determinar la nueva capacidad operativa.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de la Situación actual del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

El aeropuerto es operado por Corpac⁸ S.A., cuenta con servicio comercial de jerarquía nacional, su código IATA⁹ es JAU. Las horas de operación son desde las 5:00 a.m. hasta las 6:00 p.m. con disponibilidad todos los días del año. El acceso terrestre al aeropuerto es por la carretera Central y la Avenida Francisco Carlé.

Fotografía 1. Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja



Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

⁸ Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial

⁹ International Air Transport Association (Asociación Internacional de Transporte Aéreo)

Infraestructura del aeropuerto

1) Lado aire (Área de Movimiento)

→ Pista de aterrizaje



Fotografía 2. Pista de aterrizaje del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

Tabla 7. Características de la Pista de aterrizaje del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Dimensiones	2,810 m de largo por 45 m de ancho
Zona de parada (SWY¹⁰)	En ambos umbrales de la pista (60 m x 60 m)
Márgenes laterales de pista	Tiene bermas de 3 m por lado
Pendiente longitud	0.299 %
Pendiente transversal	1.5 % Ambos lados del eje de pista
Franja de pista	3100 m por 150 m de franja nivelada
Tipo de pavimento	Asfalto
Sentido de aterrizaje	31 - 13
Sentido de despegue	13 - 31

Elaboración Propia¹¹

¹⁰ Stopway

¹¹ Datos obtenidos de la Ficha de Observación



Fotografía 3. Designación de la pista de Aterrizaje

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

Estado Actual del Pavimento

Se realizó una evaluación superficial del pavimento de toda el área de movimiento del aeropuerto Francisco Carlé con lo cual se buscó reflejar el estado del pavimento a través de sus características superficiales, presentes en el momento de la evaluación. Cerca al umbral 13 de la pista de aterrizaje se presencia en el pavimento baches en la carpeta asfáltica de características redondeadas los cuales se pueden haber originado porque el pavimento estructuralmente era insuficiente para el nivel de solicitaciones, las características de la sub rasante eran bajas para las cargas a las cuales estaría sometida y/o tener un sistema de drenaje inadecuado; también se observa fisuras y grietas tipo piel de cocodrilo por fatigamiento las cuales se originan en las zonas donde existe mayor repetición de cargas.

Debido a esto se tuvieron que suspender los vuelos en el mes de agosto del presente año por unos días y hasta la fecha no se ha realizado un mantenimiento de estas fallas en el pavimento, aunque el aeropuerto se encuentra ya realizando operaciones, la pista de aterrizaje no se encuentra operativa en su totalidad.



Fotografía 4. Baches en la pista de aterrizaje del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

Superficie limitadora de obstáculos

La pista se encuentra limitado por cerros, las aproximaciones son solo posibles desde el umbral 31 (dirección del río Mantaro) y los despegues desde pista 13.

→ **Calle de rodaje de salida**

Conecta la pista con la plataforma de estacionamiento de aviones comerciales.



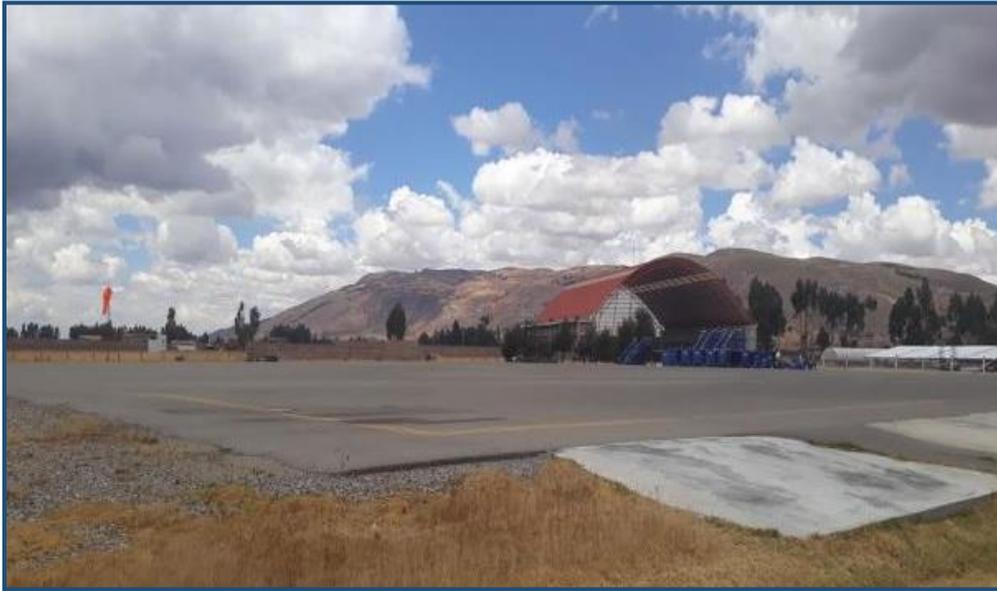
*Fotografía 5. Calle de rodaje de Salida del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja
Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]*

Tabla 8. Características de las Calles de Rodaje del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Dimensiones	42.50 m de largo por 23 m de ancho en su parte rectilínea
Margen	Tiene bermas de 3 m por lado
Pendiente transversal	0.5 % en dirección sur para la correcta evacuación de las aguas
Tipo de pavimento	Asfalto

Elaboración Propia (Ref. 11)

→ Plataforma



Fotografía 6. Plataforma del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja
Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

Tabla 9. Características de la Plataforma del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Dimensiones	De 90 m x 70 m con un área total 6,300.00 m ²
Pendiente longitudinal	0.5 % hacia el suroeste
Pendiente transversal	0.5 % hacia el suroeste a efecto de la evacuación de las aguas de lluvia
Tipo de pavimento	Asfalto/ Concreto

Elaboración Propia (Ref. 11)

La plataforma posee dos posiciones para el estacionamiento de aeronaves clave B y una posición para aeronave tipo A, la Aeronave máxima permisible es el BOEING 737 -200.



Fotografía 7. Posiciones de Estacionamiento en la Plataforma del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

- **Señalización del área de movimiento:**

Tabla 10. Señalización del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Umbral de pista	Si
Borde de pista	Si
Toma de contacto	Si
Eje de pista	Si
Calle de rodaje	Si
Puestos de estacionamiento	Si

Elaboración Propia (Ref. 11)

2) Lado tierra

A. Terminal de pasajeros

El terminal aéreo es de madera cubierta de calamina, de un solo piso.



Fotografía 8. Vista exterior de la Terminal de pasajeros del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

Tabla 11. Características de la Terminal de pasajeros del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Ubicación	A 1420 del umbral 13 hacia el lado derecho y a 91 m del eje de pista
Dimensiones	220.21 m ²

Elaboración Propia (Ref. 11)

- **Instalaciones dentro de la terminal:**

Tabla 12. Instalaciones que se Tiene y no dentro de la Terminal del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Posee	No posee
01 Oficina administrativa	Sala VIP
01 Oficina de las aerolíneas	Almacenes de cargas
	Restaurantes

Elaboración Propia (Ref. 11)

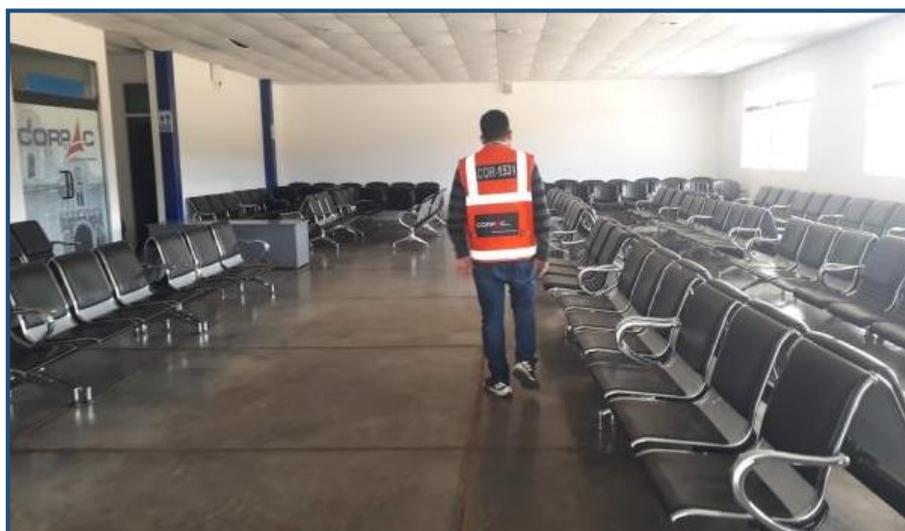
- **Hall:** Sus dimensiones son de 95.71 m² y cuenta con dos counters de las dos aerolíneas que operan en el Aeropuerto.



Fotografía 9. Hall y Counters de las Aerolíneas que operan en el Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

- **Zona de embarque:** Sus dimensiones son de 59.36 m².



Fotografía 10. Zona de Embarque del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

- **Equipo de seguridad aeroportuaria**

El aeródromo cuenta con un equipo de rayos x para el equipaje de mano y un portal de metales para los pasajeros salientes.



Fotografía 11. Equipo de rayos X para equipaje de mano y portal de metales para los pasajeros saliente

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

B. Torre de control

No cuenta con torre de Control, debido a ubicación de dependencia AFIS a nivel de la superficie de la plataforma, no dispone de visualización del área de aterrizaje y umbrales de pista 13/31. Servicio de Información de Vuelo del aeródromo: AFIS¹²



Fotografía 12. Oficina de Control Aéreo del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

¹² Es el Servicio a través del cual se proporciona información útil para la conducción segura y eficaz del tránsito del aeródromo y en sus inmediaciones.

- Equipamientos de aeronavegación

- Ayudas visuales (iluminación):

Tabla 13. Ayudas visuales con las que cuenta el Aeropuerto Francisco Carlé

Sistema APAPI (En la pista 31)	Si
Luces borde de pista	No
Luces de umbral	No
Luces extremos de pista	No
Luces eje de pista	No
Luces toma de contacto	No
Luces de aproximación	No
Luces borde calles de rodaje	No
Iluminación plataforma	No
Faro de aeródromo	No

Elaboración Propia (Ref. 11)



Fotografía 13. Sistema Apapi

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

- Equipos de comunicación

- Comunicaciones VHF: PAE BASE STATION 4004 FREQ 126.9 MHZ

- Comunicaciones HF/ ATS: YAESU SYSTEM 600 FREQ 8896.5 KHZ
- Comunicaciones HF /AFS: VERTEX VX – 1700 FREQ2 7918 KHZ

- **Servicios meteorológicos:** El aeropuerto puede realizar reportes meteorológicos ordinarios.

- **Instrumentos meteorológicos:**

Anemómetro Digital



Fotografía 14. Anemómetro Digital

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

Barómetro Mercurial (DIGITAL)



Fotografía 15. Barómetro digital

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

Termómetros



Fotografía 16. Termómetros

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

Pluviómetro



Fotografía 17. Pluviómetro

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

Abrigo Meteorológico



Fotografía 18. Abrigo Meteorológico

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

Anemoscopio



Fotografía 19. Anemoscopio

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 19 de septiembre de 2019]

C. Salvamento y extinción de incendios

El aeropuerto cuenta para propósitos de salvamento y extinción de incendios con un S.E.I¹³ categoría 5. Posee un camión, KOVATCH R-05, esta unidad cuenta con diversos equipos necesarios de protección personal, equipos de respiración autónomos, herramientas de corte, material de primeros auxilios, camillas entre otros.



Fotografía 20. . Camión de Bomberos R-05

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

¹³ SEI: Salvamento y Extinción de Incendios

D. Instalaciones médicas

El aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, no cuenta con instalaciones médicas, cualquier accidente e incidente es derivado al hospital de Jauja y/o es atendido por los bomberos aeronáuticos.



Fotografía 21. Instalaciones de los Bomberos aeronáuticos en el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

E. Parking/ Estacionamiento

Frente al terminal hay un área para estacionamiento de 39.7 m x 35m, con 23 puestos de estacionamiento.



Fotografía 22. Estacionamiento del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

Fuente: PROPIA. [Fotografía tomada el 12 de septiembre de 2019]

F. Instalaciones de Carga

No presenta Instalaciones de Carga

4.2 Capacidad Operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD OPERATIVA

La capacidad operativa del aeropuerto depende del flujo de pasajeros, operaciones y carga (expresado en kg) por ello estableceremos nuestra evaluación al flujo de ellos ya que se ven influenciados por la infraestructura que posee un aeropuerto; aunque esta última va más ligada a factores de mercado económico por ello se ve una mayor dispersión en sus valores, pero será considerado de igual forma; así como es necesario señalar que cada ítem mencionado consta de una entrada y salida.

Tabla 14. Movimiento General de Operaciones entre los años 2010 - 2019

MOVIMIENTO DE OPERACIONES			
Año	Entrada	Salida	Total
2010	825	819	1,644
2011	662	665	1,327
2012	856	858	1,714
2013	1,019	1,020	2,039
2014	1,112	1,115	2,227
2015	1,280	1,279	2,559
2016	1,464	1,452	2,916
2017	1,713	1,704	3,417
2018	1,766	1,746	3,512
2019	1,380	1,382	2,762

Elaboración Propia

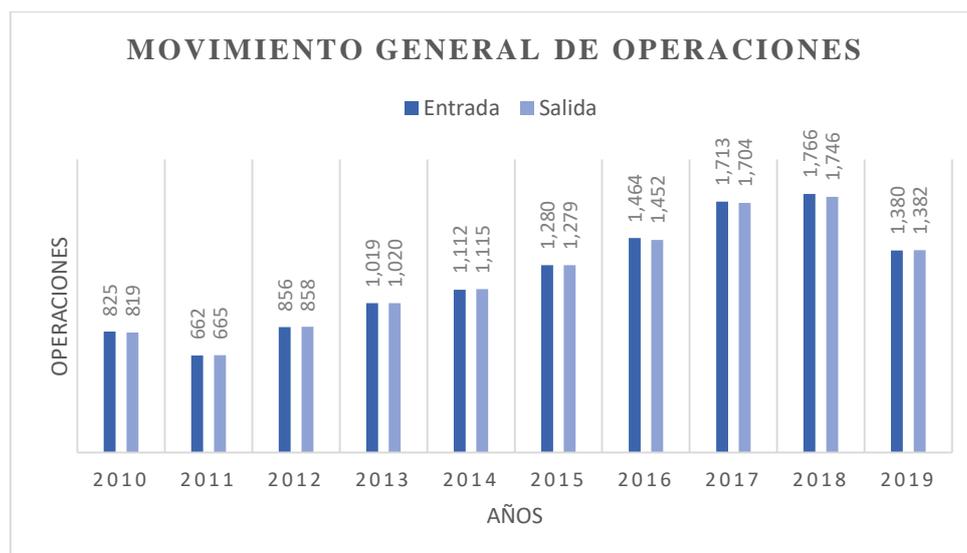


Gráfico 1. Movimiento General de Operaciones entre los años 2010 – 2019

Elaboración Propia

Interpretación:

Podemos observar que en los últimos 10 años ha aumentado el movimiento de operaciones dentro del aeropuerto de Jauja, consideremos también que las entradas son los arribos de los pasajeros y las salidas son los embarques de los pasajeros, el crecimiento es alto a comparación de otros años, en el 2010 hubo 1644 movimientos (considerar un movimiento por arribo y otro por embarque) y en el año 2019 hubo 2762 movimientos.

A lo largo de 10 años veremos un crecimiento significativo en las operaciones del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, notándose en el 2017 una alteración cuando se pone en operatividad una pista mejorada y la ampliación de la plataforma, así como una baja en el 2019 por los problemas presentados en la pista de aterrizaje, demostrando así que la infraestructura mejorada para el 2017 incremento la capacidad operativa y por el contrario para el 2019 la capacidad operativa respecto al flujo de operaciones descendió por la inadecuada infraestructura actual, en especial la presencia de baches en la pista de aterrizaje.

Determinamos ya ahí como la infraestructura vial es determinante en la capacidad operativa de un aeropuerto. Veamos a continuación cómo se presenta con el movimiento general de pasajeros.

Tabla 15. Movimiento General de Pasajeros entre los años 2010 – 2019

MOVIMIENTO DE PASAJEROS			
Año	Entrada	Salida	Total
2010	5,954	5,208	11,162
2011	7,479	6,925	14,404
2012	11,901	11,445	23,346
2013	15,412	14,416	29,828
2014	19,902	19,458	39,360
2015	26,446	25,281	51,727
2016	31,119	30,846	61,965
2017	95,277	92,079	187,356
2018	116,887	112,920	229,807
2019	115,447	112,976	228,423

Elaboración Propia

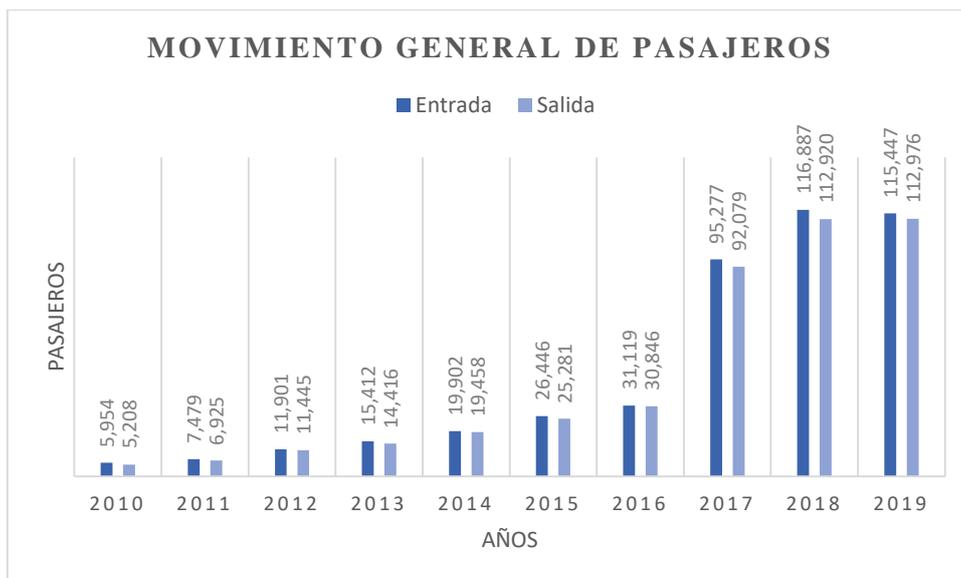


Gráfico 2. Movimiento General de Pasajeros entre los años 2010 – 2019

Elaboración Propia

Interpretación:

Podemos observar en la gráfica que en los últimos 10 años ha aumentado el movimiento de pasajeros dentro del aeropuerto de Jauja, este movimiento se triplicó del año 2016 al 2017 por el mejoramiento ya mencionado, llevando así a que las aerolíneas consideren incrementar sus vuelos por ende el movimiento general de pasajeros creció, generando así un mayor aprovechamiento del aeropuerto, pero al igual que el movimiento de operaciones el año 2019 sufre un cambio, haciendo que este disminuya otra vez notando como influye la infraestructura que se presente.

Ahora adicionamos la siguiente evaluación con respecto al movimiento de carga con fines de observar la demanda de carga que ha tenido el aeropuerto durante años, consideremos que el transporte aeroportuario de mercancías es también un eje en la economía de una región, así como el uso de este medio viene siendo el más eficaz para el transporte de cargas, no solo se tratan de mercancía importante muchas de ellas son medicinas enviadas a la región Junín, así como ciertos productos exportados.

Tabla 16. Movimiento General de Carga expresado en kg. entre los años 2010 - 2019

MOVIMIENTO DE CARGA			
Año	Entrada	Salida	Total
2010	2,400	0	2,400
2011	1,347	200	1,547
2012	33,236	1,807	35,043
2013	6,348	2,304	8,652
2014	2,776	125	2,901
2015	5,725	258	5,983
2016	24,766	6,179	30,945
2017	34,044	11,765	45,809
2018	15,172	19,311	34,483
2019	6,104	5,397	11,501

Elaboración Propia

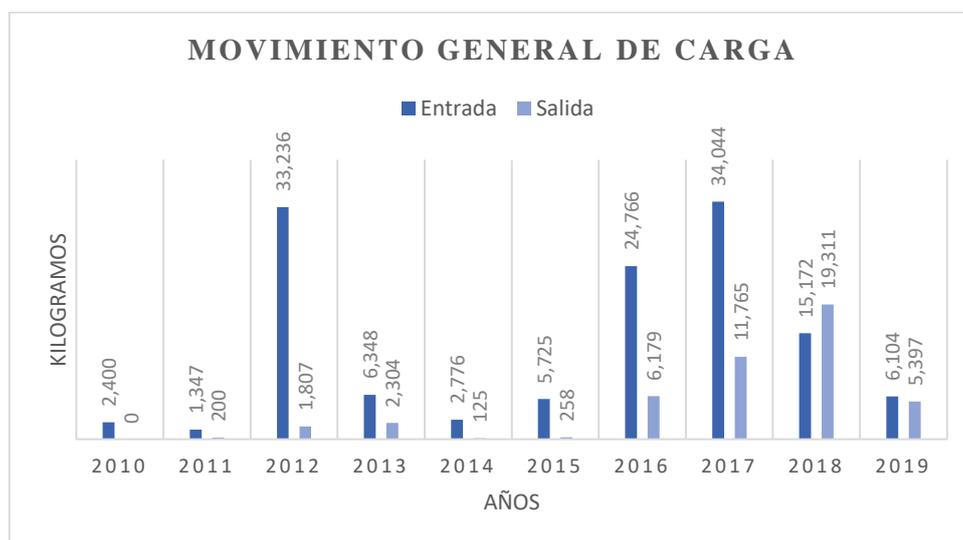


Gráfico 3. Movimiento General de Carga entre los años 2010 - 2019

Elaboración Propia

Interpretación:

En la tabla y sobretodo en la gráfica podemos observar que hubo un aumento en la salida de carga en los últimos 5 años, también podemos ver que después del mejoramiento hecho en el aeropuerto de Jauja este ha aumentado llegando a los 19,311 kg de carga, pero otra vez observamos una baja significativa en el año 2019 ya sea por factores económicos o no, la mala infraestructura perjudico el tiempo de salidas de los vuelos, haciendo que el transporte de carga se vea perjudicado por que ya no cumplían con los tiempos establecidos.

PROYECCIÓN DE LA CAPACIDAD OPERATIVA

Con el estudio de las operaciones realizadas por los últimos años realizaremos una proyección para los siguientes años, con el fin de ver como la capacidad del aeropuerto se ve afectada y demostrar la necesidad de implementar infraestructura en el aeropuerto.

En el siguiente cuadro respecto a las operaciones se puede observar como la cantidad de operaciones en función a los años tiene una tendencia de forma exponencial. Además, se puede observar que las proyecciones realizadas para el periodo 2020-2025 van en aumento y como en el año 2025 la cantidad de operaciones tiene un valor de aproximadamente 2.3 veces más respecto al año 2019. Es por ello que la implementación propuesta a mediano plazo cubrirá la necesidad de las aerolíneas comerciales y privadas para así evitar retrasos en las operaciones.

Tabla 17. Proyección del flujo de operaciones en el aeropuerto de Jauja

AÑO	X	OPERACIONES(Y)
2010	1	1,644
2011	2	1,327
2012	3	1,714
2013	4	2,039
2014	5	2,227
2015	6	2,559
2016	7	2,916
2017	8	3,417
2018	9	3,512
2019	10	2,762
2020	11	3,943
2021	12	4,348
2022	13	4,795
2023	14	5,288
2024	15	5,831
2025	16	6,430

Elaboración Propia

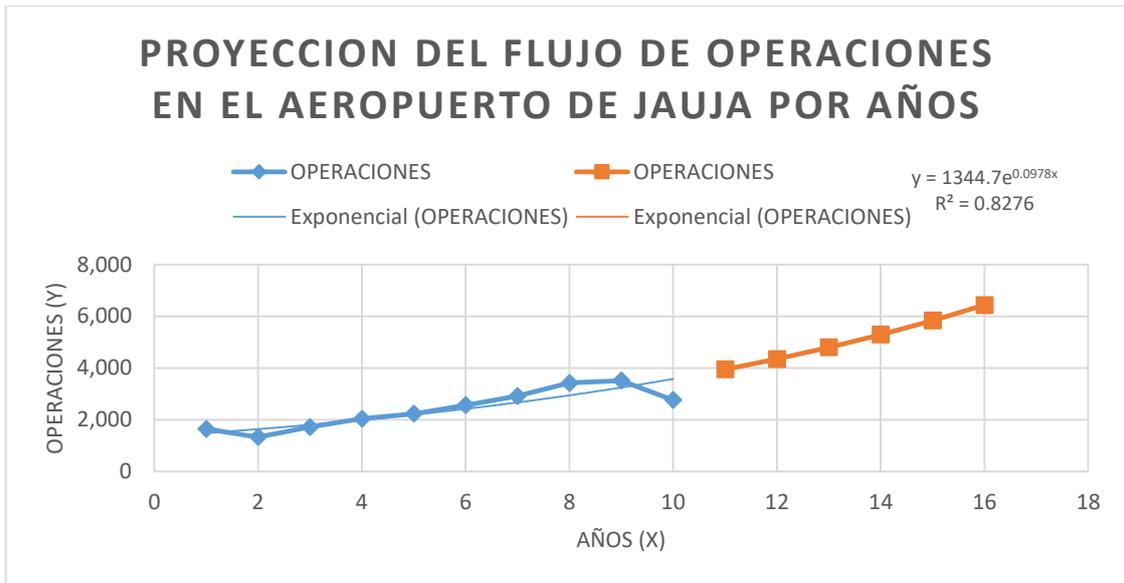


Gráfico 4. Proyección del flujo de operaciones

Elaboración Propia

En el siguiente cuadro se puede observar como los datos del flujo de pasajeros en función a los años tiene una tendencia de forma exponencial. Además, se puede observar que las proyecciones realizadas para el periodo 2020-2025, en el año 2022 el flujo de pasajeros tiene un valor de 3 veces respecto al año 2019. Es por ello que realizar la implementación propuesta para mediano plazo cubrirá la necesidad de demanda de pasajeros.

Tabla 18. Proyección del flujo de Pasajeros en el aeropuerto de Jaúja

AÑO	X	PASAJEROS (Y)
2010	1	11,162
2011	2	14,404
2012	3	23,346
2013	4	29,828
2014	5	39,360
2015	6	51,727
2016	7	61,965
2017	8	187,356
2018	9	229,807
2019	10	228,423
2020	11	375,507
2021	12	538,333
2022	13	771,762
2023	14	1,106,411
2024	15	1,586,169
2025	16	2,273,957

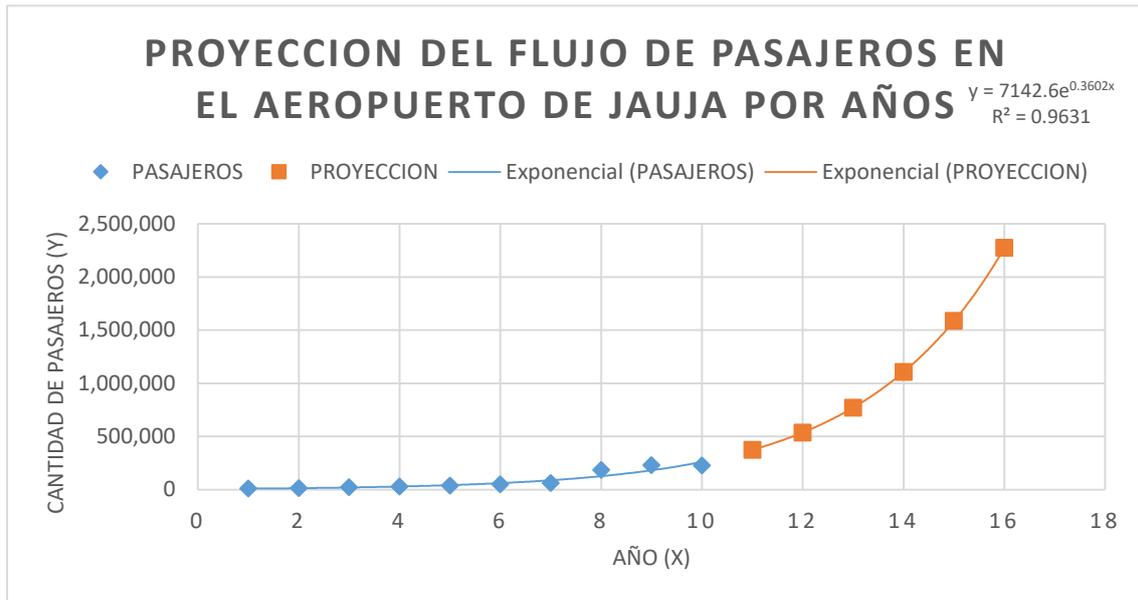


Gráfico 5. Proyección del flujo de pasajeros

Elaboración Propia

En el siguiente cuadro se puede observar como el flujo de cargas en función a los años tiene una tendencia muy dispersa por lo cual se trabajó con el promedio móvil simple. Además, se puede observar se tiene tendencia lineal horizontal, es decir la demanda de servicios de carga es constante en función a los años posteriores.

Tabla 19. Proyección del flujo de carga en el aeropuerto

AÑO	X	CARGA (Y)
2010	2	2,400
2011	3	1,547
2012	4	35,043
2013	5	8,652
2014	6	2,901
2015	7	5,983
2016	8	30,945
2017	9	45,809
2018	10	34,483
2019	11	11,501
2020	12	30,598
2021	13	25,527
2022	14	22,542
2023	15	26,222
2024	16	24,764
2025	17	24,509

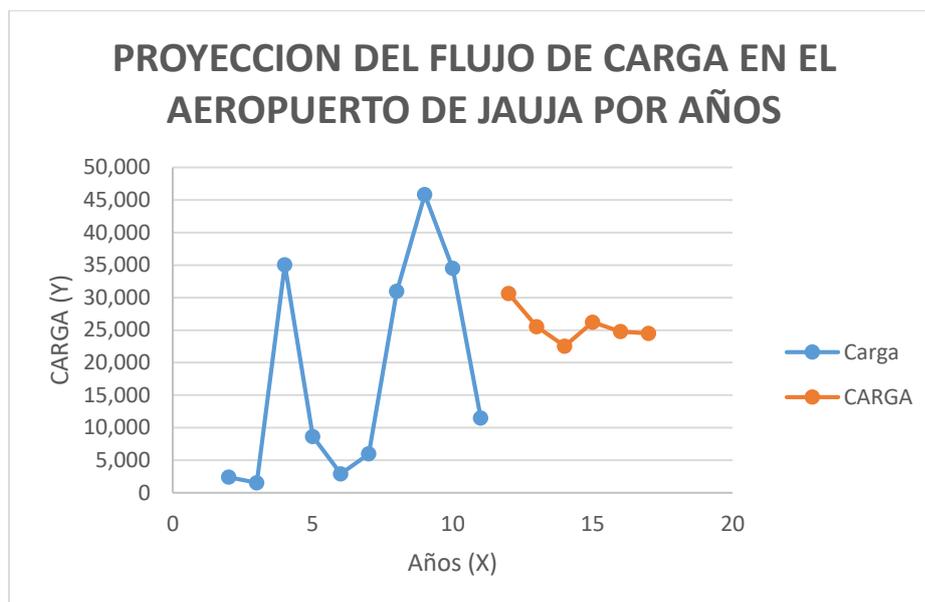


Gráfico 6. Proyección del flujo de carga en el aeropuerto

Elaboración Propia

Las tablas y gráficos realizados nos demostraron la importancia de contar con una adecuada infraestructura porque como vimos la mejora del aeropuerto en el año 2016 contribuyo a una alza significativa de la capacidad operativa del aeropuerto así como la inadecuada infraestructura presentada en la pista de aterrizaje el año 2019 contribuyo a que el aeropuerto baje su capacidad operativa ya sea porque la pista no permitía ser utilizada en su totalidad y existía un retraso en las operaciones, haciendo que incluso sea peligrosa la utilización de esta pista de aterrizaje.

CAPACIDAD OPERATIVA DEL AÑO DE DISEÑO

Finalmente evaluaremos la capacidad operativa del año 2018, año con el cual trabajamos para el desarrollo del diseño y debemos considerar la estadística general emitida en el 2019 por CORPAC respecto a sus operaciones. (pag.96)

En la siguiente tabla veremos la capacidad que tuvo en operaciones, pasajeros y carga, notando que para los meses de enero, marzo, setiembre y diciembre se encontraron mayores operaciones, pero hubo mayores demandas de pasajeros en los meses de enero, febrero, julio y agosto; en

caso del flujo de carga se presentó que en la entrada de mayo ingreso carga con un valor de 3900kg. y de salida del mes de julio con 2237 kg.

Tabla 20. Movimiento General en el año 2018

AEROPUERTO DE JAUJA				
MESES	TIPO	OPERACIONES	PASAJEROS	CARGA(Kg.)
ENERO	Entrada	164	10,541	800
	Salida	163	10,942	2,705
FEBRERO	Entrada	137	10,582	15
	Salida	135	10,205	1,355
MARZO	Entrada	199	9,770	1,570
	Salida	189	9,170	1,740
ABRIL	Entrada	130	8,989	3,650
	Salida	137	9,023	1,630
MAYO	Entrada	125	9,795	3,900
	Salida	123	9,572	1,802
JUNIO	Entrada	145	9,512	800
	Salida	145	9,148	15
JULIO	Entrada	137	10,766	2,237
	Salida	133	9,552	1,601
AGOSTO	Entrada	139	10,863	300
	Salida	135	10,588	2,337
SETIEMBRE	Entrada	160	9,591	800
	Salida	161	9,311	905
OCTUBRE	Entrada	155	10,669	0
	Salida	151	10,258	2,175
NOVIEMBRE	Entrada	125	7,760	150
	Salida	125	7,705	1,867
DICIEMBRE	Entrada	150	8,049	950
	Salida	149	7,446	1,180
TOTAL	Entrada	1,766	116,887	15,172
	Salida	1,746	112,920	19,311
TOTAL	(E/S)	3,512	229,807	34,483

Nota: Se incluye información disponible acerca de vuelos regulares, no regulares, aviación general y militares.

Entrada: Arribo de pasajeros

Salida: Embarque de pasajeros

Los datos considerados fueron provistos por CORPAC hasta la fecha de la elaboración de la presente tesis, siendo estructurados por nosotras para la evaluación previa de la capacidad operativa actual.

4.3 Estudios básicos para el diseño del pavimento

4.3.1 Estudio de tráfico

Para este estudio consideramos las aeronaves que operan en el Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, las cuales se dividen en tres categorías, aeronaves comerciales, del estado y privadas.

a. Aeronaves Comerciales

Latam Airlines y el Peruvian Airlines son las dos aerolíneas comerciales que operan en el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja y cada una cuenta con distintos modelos de aviones.

- **Latam Airlines:** Tiene dos modelos de aviones que realizan operaciones en este aeropuerto los cuales son:
 - **Airbus 320 -200:** Su autonomía de vuelo promedio es de 6.100 kilómetros con sharklets¹⁴.

Tabla 21. Ficha técnica del Avión modelo Airbus 320 – 200



Figura 23. Avión Modelo Airbus 320 -

Fuente: Latam Airlines. Flota de aviones de Latam [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://www.latam.com/vamos/es_un/experience/conoce-flota-aviones-LATAM

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	De 168 a 174 pasajeros
Longitud	44.51 m
Envergadura	34.1 m
Altura	11.76 m
Peso máximo en el despegue	77.00 Tn
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	1 320

Fuente: Sitio Web de Latam Airlines. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://www.latam.com/es_pe/conocenos/nuestra-flota/

¹⁴ Dispositivos aerodinámicos situados en las puntas de las alas que mejoran la eficiencia.

- **Airbus 319:** Es un avión de pasillo único, de corto-mediano alcance y con fly-by-wire: sistema de navegación que utiliza interfaz electrónica (cables) en vez de controles de vuelo manuales.

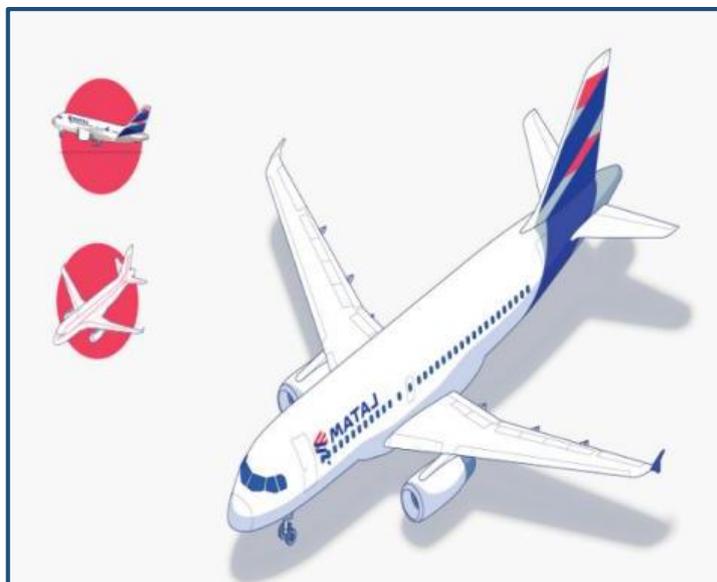


Figura 24. Avión modelo Airbus

Fuente: Latam Airlines. Flota de aviones de Latam [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://www.latam.com/vamos/es_un/experience/conoce-flota-aviones-LATAM

Tabla 22. Ficha técnica del avión modelo Airbus 319

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	144 pasajeros
Longitud	33.84 m
Envergadura	34.1 m
Altura	11.76 m
Peso máximo en el despegue	70.00 Tn
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	879

Fuente: Sitio Web de Latam Airlines. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://www.latam.com/es_pe/conocenos/nuestra-flota/

- **Peruvian Airlines:** Tiene un modelo de avión que realiza operaciones en este aeropuerto el cual es:
 - **Boeing 737-500:** Ideales para operaciones de rango medio que nos permitirá ofrecer un mejor servicio a nivel doméstico.



Figura 25. Avión modelo Boeing 737-

Fuente: PERUVIAN. Flota de aviones de Peruvian Airlines [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://peruvian.pe/home/pe/conozcanos/nuestra-flota>

Tabla 23. Ficha Técnica del avión modelo Boeing 737-500

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	De 110 a 132 pasajeros
Longitud	31.10 m
Envergadura	28.90 m
Altura	11.13 m
Peso máximo en el despegue	68.00 Tn
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	797

Fuente: PAGINA WEB AVIA.PRO. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <http://avia-es.com/blog/boeing-737-500-foto-video-shema-salona-harakteristiki-otzyvy>

b. Aeronaves del Estado

Dentro de esta categoría se encuentran el avión presidencial y los de las fuerzas aéreas del Perú.

- **Presidencial:** El avión en el que se transporta el presidente del Perú es un **Boeing 737-500** manejado con carácter militar por pilotos de la fuerza aérea del Perú.



Figura 26. Avión Presidencial Modelo Boeing 737-500

Fuente: PAGINA WEB. Avión presidencial del Perú [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Avi%C3%B3n_presidencial_del_Per

Tabla 24. Ficha Técnica del avión Presidencial modelo Boeing 737-500

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	70 pasajeros
Longitud	31.10 m
Envergadura	28.90 m
Altura	11.13 m
Peso máximo en el despegue	60.55 Tn
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	10

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Avión_presidencial_del_Perú

- **Fuerza aérea del Perú:** La fuerza aérea del Perú cuenta con varios modelos de Aviones los cuales son:
- **Hércules L-100 -20:** Conocido también como Lockheed Model 382, es un avión de transporte propulsado por cuatro motores turbohélice.



Figura 27. Avión de las Fuerzas aéreas del Perú modelo Hércules L- 100-20

Fuente: PAGINA WEB. Avión de la Fuerza Aérea del Perú L-100-20 [Imagen].2016. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.defensa.com/peru/incidente-l-100-20-hercules-fuerza-aerea-peru>

Tabla 25. Ficha Técnica del Avión de la fuerza Aérea del Perú modelo Hércules L-100-20

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	3-4 tripulación
Longitud	34.35 m
Envergadura	40.4 m
Altura	11.66 m
Peso máximo en el despegue	70.30 Tn
Tipo de tren de aterrizaje	Dual Tandem
Salida anual (2018)	96

Fuente: PAGINA WEB WIKIWAND. Elaboración Propia. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: [https://www.wikiwand.com/en/Lockheed_L-100_Hercules#/Specifications_\(L-100-20\)](https://www.wikiwand.com/en/Lockheed_L-100_Hercules#/Specifications_(L-100-20))

- **Alenia C-27J Spartan:** Es un avión de transporte táctico medio, operado por el Escuadrón de transporte 844.



Figura 28. Avión de las fuerzas aéreas del Perú Spartan

Fuente: PAGINA WEB. Avión de la Fuerza Aérea del Perú C-27J[Imagen].2017. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.defensa.com/peru/cuarto-c-27j-spartan-para-fuerza-aerea-peru-arribara-30>

Tabla 26. Ficha Técnica del Avión de la fuerza Aérea del Perú modelo Spartan C-27J

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	60 Tropas, 46 paracaidistas, 36 camillas
Longitud	22.70 m
Envergadura	28.00 m
Altura	9.64 m
Peso máximo en el despegue	30 Tn
Tipo de tren de aterrizaje	Dual Tandem
Salida anual (2018)	95

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2014. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://www.taringa.net/+info/especificaciones-tecnicas-del-alenia-c-27j-spartan_12q7uy

- **Antonov An- 32B:** Es un avión de transporte táctico bimotor turbohélice, operado por el Escuadrón de transporte 843.



Figura 29. Avión de las Fuerzas aéreas del Perú modelo Antonov An- 32B

Fuente: PAGINA WEB. Avión de la Fuerza Aérea del Perú Antonov An-32B[imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.defensa.com/peru/los-antonov-an-32b-en-peru>

Tabla 27. Ficha Técnica del Avión de la fuerza Aérea del Perú modelo Spartan C-27J

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	50 pasajeros, 42 paracaidistas, 24 enfermos en camillas, 3 asistentes médicos
Longitud	23.8 m
Envergadura	29.2 m
Altura	8.8 m
Peso máximo en el despegue	27 toneladas
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	74

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Antonov_An-32

→ **Twin otter DHC-6-400**: Es un avión de pasajeros STOL¹⁵, operado por el Escuadrón Aéreo 421.



Figura 30. Avión modelo DHC-6-400 Twin Otter

Fuente: PAGINA WEB. Avión de la Fuerza Aérea del Perú Twin Otter DHC-6-400 [Imagen].2015. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.infodefensa.com/latam/2015/07/17/>

Tabla 28. Ficha Técnica del Avión de la fuerza Aérea del Perú modelo DHC-6-400 Twin Otter

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	De 19 a 20 pasajeros
Longitud	15.77 m
Envergadura	19.80 m
Altura	5.90 m
Peso máximo en el despegue	5.67 toneladas
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	72

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/De_Havilland_Canada_DHC-6_Twin_Otter

¹⁵ Short take – off and landing (despegue y aterrizaje cortos)

- **Helicóptero Mil Mi -17:** Es un helicóptero bimotor de transporte con capacidad para portar cohetes y misiles guiados antia ataque, operado por el Escuadrón de helicópteros 341.



Figura 31. Helicóptero modelo Mil Mi -17

Fuente: PAGINA WEB. Helicóptero de la Fuerza Aérea del Perú Mil Mi -17 [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-17#/media/Archivo:MI-17B_FAP.jpg

Tabla 29. Ficha Técnica del Helicóptero de la fuerza Aérea del Perú modelo Mil Mi -17

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	26 pasajeros
Longitud	18.4 m
Envergadura	2.34 m
Altura	4.80 m
Peso máximo en el despegue	13 toneladas
Tipo de tren de aterrizaje	Simple
Salida anual (2018)	97

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Mil_Mi-17

c. Aeronaves privadas

→ **Piper PA-31 Navajo:** Es un avión bimotor para aviación civil.



Figura 32. Avión Piper PA – 31 Navajo

Fuente: PAGINA WEB. Avión privado Piper PA-31 Navajo [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Piper_PA-31_Navajo?fbclid=IwAR0swEVX4Kz6UAfTLyGObg_DX2sm84jYgap3C6S2A-0DGINCopcLsdIRJ1o

Tabla 30. Ficha Técnica del Avión Piper PA-31 Navajo

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	De 5 a 7 pasajeros
Longitud	9.94 m
Envergadura	12.40 m
Altura	3.96 m
Peso máximo en el despegue	2.95 toneladas
Tipo de tren de aterrizaje	Simple
salida anual (2018)	25

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Piper_PA-31_Navajo?fbclid=IwAR0swEVX4Kz6UAfTLyGObg_DX2sm84jYgap3C6S2A-0DGINCopcLsdIRJ1o

- **Beechcraft Super King Air 200:** Es parte de la línea de aviones biturbohélice, usado por clientes gubernamentales, militares y comerciales para realizar operaciones especiales.



Figura 33. Avión Beechcraft Super King air 200

Fuente: PAGINA WEB. Avión privado Beechcraft super King air 200 [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Beechcraft_Super_King_Air

Tabla 31. Ficha técnica del avión Beechcraft super King air 200

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	De 6 a 7 pasajeros
Longitud	13.30 m
Envergadura	16.60 m
Altura	4.60 m
Peso máximo en el despegue	5.67 toneladas
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	23

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Beechcraft_Super_King_Air

- **Beechcraft Super King Air 350:** Es un avión turbopropulsor versión alargada del Beechcraft super King Air 200 con una cabina más espaciosa y de mayor alcance, ideal para trayectos cortos.



Figura 34. Avión Beechcraft super King air 350

Fuente: PAGINA WEB. Avión privado Beechcraft super King air 350 [Imagen].2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://cutteraviation.com/aircraft-charter/aircraft-fleet/beechcraft-super-king-air-350/>

Tabla 32. Ficha técnica del avión Beechcraft super King air 350

FICHA TÉCNICA	
Capacidad	11 pasajeros
Longitud	14.22 m
Envergadura	17.65 m
Altura	4.37 m
Peso máximo en el despegue	6.80 toneladas
Tipo de tren de aterrizaje	Dual
Salida anual (2018)	24

Fuente: PAGINA WEB. Elaboración Propia. Perú, 2019. [Fecha de consulta: 23 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://beechcraft.txtav.com/en/king-air-350i>

4.3.2 Estudio topográfico

Consistió en realizar los trabajos de levantamiento de la pista de aterrizaje, plataforma y demás infraestructura existente, así como el área de rodadura proyectada, para el posterior procesamiento de datos y realización de los planos respectivos. Los trabajos topográficos se realizaron en dos etapas: la de campo y la de gabinete.

a) Trabajos en Campo: El levantamiento topográfico se efectuó sobre el área correspondiente al lado aire y lado tierra ya existente, así como el área de rodadura proyectada, el levantamiento se extendió en toda el área de influencia requerida para el mejoramiento del aeropuerto.

Se determinaron los siguientes Bancos de Nivel – BMs:

Tabla 33. BMs obtenidos del Levantamiento topográfico

BM	COORDENADAS		
	Este	Norte	Cota
BM - 1	447139.032	8698293.528	3363.000
BM - 2	447408.016	8698295.074	3362.000
BM - 3	447606.913	8698088.866	3361.000
BM - 4	447911.951	8697901.317	3359.000
BM - 5	448389.467	8697529.986	3358.000
BM - 6	448793.795	8697241.220	3356.000
BM - 7	449446.457	8696730.508	3354.000
BM - 8	449681.628	8696572.779	3353.000
BM - 9	449619.879	8696372.226	3353.000
BM - 10	448794.263	8696763.139	3357.000
BM - 11	448411.241	8696901.662	3359.000
BM - 12	448262.395	8697029.774	3359.000
BM - 13	448035.962	8697097.925	3359.000
BM - 14	448261.901	8697177.029	3358.000
BM - 15	448049.879	8697283.842	3358.000
BM - 16	447815.077	8697480.081	3359.000
BM - 17	447625.797	8697735.712	3361.000

Fuente: Elaboración Propia

b) Trabajos de gabinete: Consistió en efectuar el procesamiento de la información obtenida en campo y obtener la topografía del área a trabajar, los cuales fueron finalmente plasmados en una serie de planos que detallamos a continuación y que se verán a mayor detalle en los anexos correspondientes a planos.

Tabla 34. Lista de planos Topográficos

PLANO	LISTA DE PLANOS	CODIGO
T-01	Topografía general	TG-01
T-02	Topografía detallada	TD-01
		TD-02
		TD-03
		TD-04
T-03	Estructuras existentes	EE

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Estudio de suelos

El estudio de suelos es de vital importancia en el diseño de pavimentos en un aeropuerto, ya que este es el soporte a la nueva estructura, si la resistencia del suelo no cumple con los estándares establecidos por la FAA será necesario estabilizar para alcanzar los requerimientos establecidos.

La elaboración del estudio de suelos fue realizada en el año 2019, se programó los trabajos de campo respectivos, determinando que el método de exploración para el estudio de suelos se realizaría mediante calicatas ubicadas en el eje proyectado de las calles de rodaje y calles de salida.

Se realizaron dos calicatas de profundidades de 2.50 y 2.80 con fines de elaborar los perfiles estratigráficos y conocer las propiedades físicas-mecánicas de los suelos, además de verificar si cumplen con los estándares mínimos establecidos por la FAA. La situación exacta de las calicatas se representa en el plano de planta adjunto

Plano de ubicación de calicatas
(Para más detalles ver el Anexo N° 12)

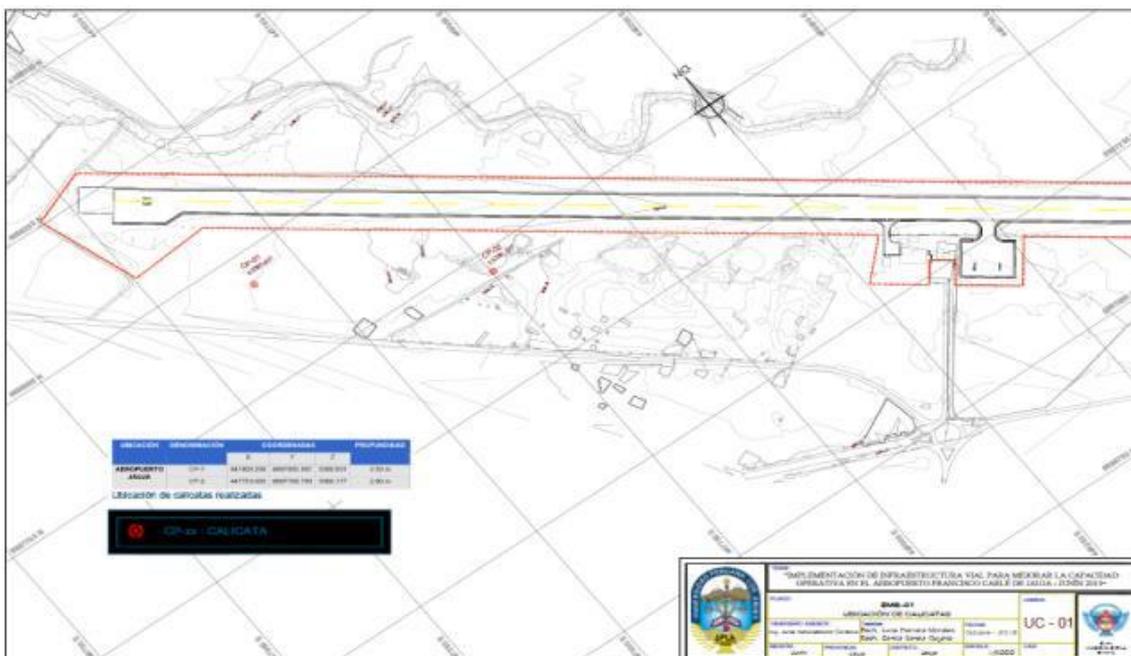


Figura 35. Referencia del plano de Ubicación de Calicatas

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro siguiente se detallan la ubicación de las calicatas:

Tabla 35. Ubicación de las Calicatas

UBICACIÓN	DENOMINACIÓN	COORDENADAS		
		X	Y	Z
Aeropuerto Jauja	CP-1	447409.258	8697935.561	3360.931
	CP-2	447753.050	8697708.793	3360.177

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar los trabajos de campo se pasó a realizar los ensayos de suelos, los resultados de los estudios realizados son plasmados en nuestros ensayos de laboratorio y perfiles estratigráficos que se adjuntan en el Anexo 7.

Ensayos de Laboratorio: De las muestras obtenidas en sacos se efectuaron los siguientes ensayos:

Tabla 36. Ensayos de laboratorio realizados

ENSAYO	CALICATAS	
	C-1 (Calle de Rodaje)	C-2 (Calle de Salida)
Contenido de Humedad	15 %	15 %
Análisis Granulométrico por tamizado	FINO: 76.08 % ARENA: 22.82% GRAVA: 1.10 %	FINO: 89.84 % ARENA: 9.69 % GRAVA: 0.47 %
Límites de consistencia	L.L.: 25 % L.P: 20 % I.P. : 5%	L.L.: 32 % L.P: 18 % I.P. : 14%
Clasificación SUCS	CL-ML: Arcilla Limosa con Arena	CL: Arcilla de Baja Plasticidad
Ensayo Proctor modificado	DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.807 g/cm ³ CONTENIDO DE AGUA: 12.3%	DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.868 g/cm ³ CONTENIDO DE AGUA: 13.9 %
CBR	CBR al 100%: 14.70 CBR al 95% : 8.70	CBR al 100%: 11.53 CBR al 95% : 6.23

Fuente: Elaboración Propia

De las calicatas realizadas y de los ensayos de laboratorio realizados se establecen las condiciones de apoyo para la nueva rodadura.

Tabla 37. Características de las Calicatas

PERFORACIÓN N°	LADO	PROGRESIVA (KM)	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN FAA	CBR al 95% MDS
C-1	Calle de rodaje	0 + 340	M-1	2.50	CL-ML	E-6	8.71
C-2	Calle de salida	0 + 220	M-2	2.80	CL	E-7	6.23

Fuente: Elaboración Propia

El CBR obtenido por el laboratorio, de las calicatas C - 1 y C -2, considera la predominancia de suelo CL (arcilla de baja plasticidad), además consideremos que el CBR de diseño será tomado al 85%. Para más detalles de nuestros ensayos ver los anexos. Finalmente se elaboró un plano estratigráfico que se adjunta al final de la tesis.

Tabla 38. Perfil Estratigráfico de la Calicata 01

		PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO					CALICATA N°: C - 01				
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN		LOCALIDAD: JAUJA - JUNÍN									
TECNICA DE PROSPECCIÓN: CALICATA		HERRAMIENTA MANUAL: LAMPA y PICO			Tesistas:						
FECHA DE INICIO: 03/09/2019		FECHA DE TERMINO: 03/09/2019			Herrera Morales S.						
COORDENADAS: X: 447409.258		Y: 8697935.561			Z: 3360.931						
COORDENADAS: X: 447409.258		Y: 8697935.561			Z: 3360.931						
DATOS DE LA CALICATA											
Escala	Simbología S.U.C.S.	Simbología literal S.U.C.S.	Simbología AASHTO	Simbología literal AASHTO	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	Ripabilidad	Estabilidad	Muestra
0.00		Pt			0.50	0.50		TURBA - MATERIAL ORGÁNICO Textura fibrosa, seca, coloración oscura, olor, presencia de raíces	FÁCIL	ESTABLE	0.50
1.00		GM		A-2-4	1.60	1.10		LIMO ARENOSO CON GRAVA Plasticidad media, consistencia firme, ligeramente húmeda, coloración gris rojiza, arena de grano fino -medio, grava subredondeada dmax: 1 cm	MODERADA	ESTABLE	1.60
2.00		CL		A-2-5	2.50	0.90		ARCILLA LIMOSA CON ARENA Plasticidad media, consistencia firme, ligeramente húmeda, color crema gris, arena de grano fino.	MODERADA	ESTABLE	M - 01
3.00								FIN DE LA CALICATA 2.50 m			2.50
PANEL FOTOGRÁFICO											
											

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Perfil estratigráfico de la calicata 02

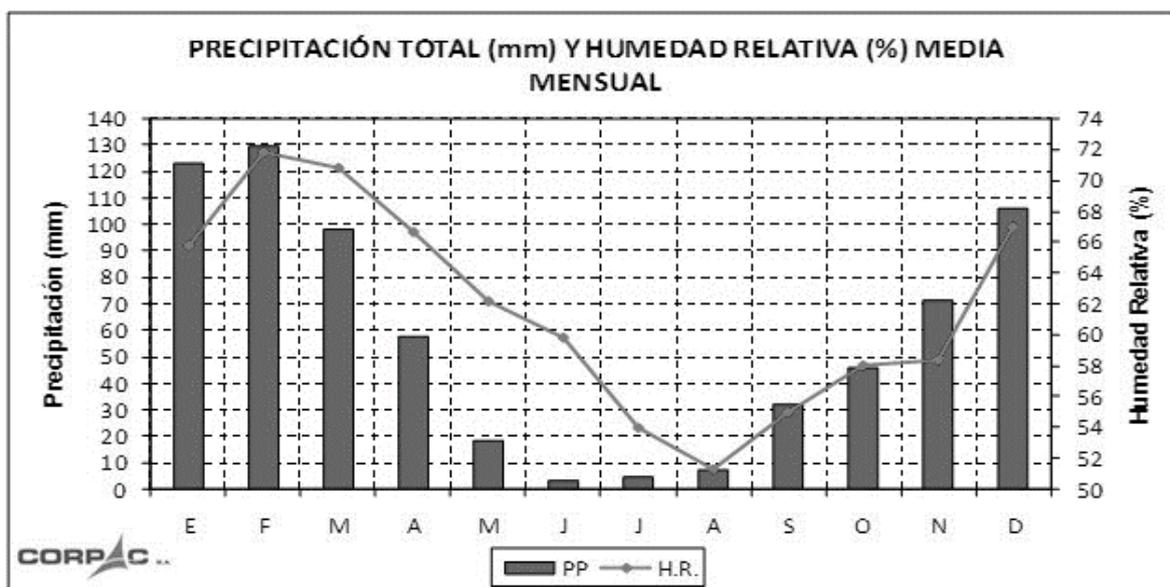
PERFIL ESTATIGRÁFICO DEL SUELO										CALICATA N°:			
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN										C - 02			
LOCALIDAD: JAUJA - JUNÍN													
TECNICA DE PROSPECCIÓN: CALICATA					HERRAMIENTA MANUAL: LAMPA y PICO					Tesistas:			
FECHA DE INICIO: 03/09/2019					FECHA DE TERMINO: 03/09/2019					Herrera Morales S. García Quijano C.			
COORDENADAS: X: 447690.336					Y: 8697751.832					Z: 3360.401			
DATOS DE LA CALICATA										DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	Ripabilidad	Estabilidad	Muestra
Escala	Simbología S.U.C.S.	Simbología literal S.U.C.S.	Simbología AASHTO	Simbología literal AASHTO	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Ripabilidad	Estabilidad				
0.00		Pt			0.50	0.50		TURBA - MATERIAL ORGÁNICO Textura fibrosa, seca, coloración oscura, olor, presencia de raíces LIMO ARENOSO CON GRAVA Plasticidad media, consistencia firme, ligeramente húmeda, coloración gris rojiza, arena de grano fino -medio, grava subredondeada dmax: 1 cm LIMO ARCILLOSO Plasticidad media, consistencia firme, ligeramente húmeda, color crema gris, arena de grano fino. ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD Plasticidad baja, consistencia baja, ligeramente húmeda, color gris, arena de grano fino.	FÁCIL	ESTABLE			
1.00		GM		A-2-4	1.50	1.00			MODERADA	ESTABLE	0.50		
2.00		ML		A - 5	2.00	0.50			MODERADA	ESTABLE	1.50		
2.80		CL		A - 4	2.80	0.80			MODERADA	ESTABLE	2.00		
3.00	FIN DE LA CALICATA 2.80 m										2.80	M-02	

PANEL FOTOGRÁFICO	

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4. Estudio Pluviométrico

El área de climatología Aeronáutica con sede en Lima concentra la información y realiza el informe CLIMAT, el cual es un resumen mensual de las principales variables meteorológicas, las cuales incluye la precipitación (mm) y la humedad relativa (%). Para esta tesis hemos considerado como fuente de datos la información recopilada del informe CLIMAT del Servicio de Meteorología Aeronáutica – CORPAC S.A. los cuales son los datos más actualizados a la fecha.



Humedad relativa: menor en invierno y mayor en Verano

Precipitación: mayor en Verano y menor Invierno

Gráfico 7. Precipitación Total y Humedad Relativa en el Aeropuerto de Jauja

Fuente: SERVICIO DE METEOROLOGIA AERONAUTICA – CORPAC S.A. [Cuadro de Barras].
Disponible en: <http://www.corpac.gob.pe/app/Meteorologia/TRClimatologicas/Tablas.html>

- **Clima:** Jauja posee un clima templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La temperatura máxima registrada es de 22 °C y la mínima de 4 °C.¹⁶

¹⁶ Fuente: SENAMHI

4.4. Diseño de la Nueva Infraestructura de la Calle de Rodaje

4.4.1. Diseño Geométrico

Para la realización del diseño se procederá a identificar la clave de referencia del aeródromo consignado por la OACI, además de considerar que el manual de aeródromos Volumen I - Parte II posee una enmienda publicada el 29 de marzo del 2018, esta está siendo considerada en nuestro diseño, por tanto, según la tabla 1.1 de nuestra tesis establecemos que la clave referencia para nuestro aeropuerto es:

4C

Además de considerar que, basada al estudio de tráfico realizado escogemos como aeronave de diseño a:

AIRBUS A320-200

Se selecciona esta aeronave por que la anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal es mayor, y es la máxima aeronave que puede recibir el aeropuerto de Jauja.

Además, consideraremos los siguientes datos de la aeronave.

Tabla 40. Datos de la aeronave de diseño

Aeronave	Modelo	Clave	Longitud de campo de referencia del avión (m)	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
Airbus	A320-200	4C	2480	34,1	8,7

Fuente: Elaboración propia

A. Ancho de la Calle de Rodaje

Para establecer el ancho de la calle de rodaje se considerara el OMGWS – Ancho exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal, tenemos del cuadro anterior el dato de 8,7 por tanto este se encuentra entre los intervalos de 6 m a 9 m, por tanto escogeremos un ancho de 15 m.

Tabla 41. Anchura de la calle de Rodaje

OMGWS (Ancho exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal)				
	Hasta 4,5 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 15 m (exclusive)
Anchura de la calle de rodaje	7,5 m	10,5 m	15 m	23 m

Fuente: Anexo 14. Volumen I: Diseño y operación de aeródromos. Capítulo 3 ítem (3.9.4)

B. Distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la Calle de Rodaje

Con el dato nuevamente de la OMGWS seleccionamos la distancia libre, pero en este caso debemos considerar el tramo recto por tanto la distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la calle de rodaje es 3 m.

Tabla 42. Distancia Libre

OMGWS				
	Hasta 4,5 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)	Desde 9m hasta 15 m (exclusive)
Distancia libre	1,50 m	2,25 m	3 m ^{a,b} o 4 m ^c	4 m

Fuente: Anexo 14. Volumen I: Diseño y operación de aeródromos. Capítulo 3 ítem (3.3.6)

Donde:

- a. En tramos rectos.
- b. En tramos curvos, si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m.
- c. En tramos curvos, si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a los 18 m.

Considerar: Que la base de ruedas significa la distancia entre el tren de proa y el centro geométrico del tren de aterrizaje principal.

C. Márgenes de las Calles de Rodaje

En este ítem se debe considerar que los tramos rectilíneos de nuestras calles de rodaje para la letra C deben de poseer márgenes que se extiendan a lo largo de la pista simétricamente a ambos lados y que la anchura total de la calle de rodaje y sus respectivos márgenes en las partes que sean rectilíneas no debe ser menor que los 25 m.

D. Franjas de la Calle de Rodaje

Para ello se determina que cuando las OMGWS sea desde 6 m hasta 9 m (exclusive) la franja debe de ser de 12.50 m.

E. Distancia mínima de separación de la Calle de Rodaje

La distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista dependerá si el aeropuerto posee una pista de vuelo por instrumento o una pista de vuelo visual, anteriormente se mencionó que el aeropuerto de Jauja cuenta con una pista de vuelo por instrumento (Véase Pág.96) por lo cual se trabajara con:

Scr = 166m

Ubicación de Calle de Rodaje

Para identificar la ubicación de las calles de rodaje utilizaremos el método de los tres segmentos.

1. Método de tres segmentos

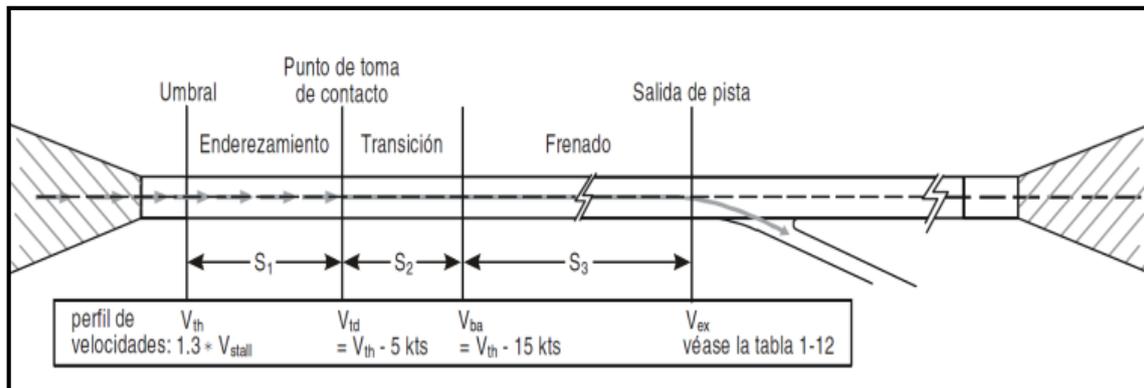


Figura 36. Método de tres Segmentos

Fuente: Manual de diseño de aeródromos. Parte 2: Calles de rodaje, plataforma y apartaderos de espera. Capítulo 1

1.1. Número de Calles de Salida

El número de calles de salida dependerá del tipo y número de aeronaves de cada tipo que efectúan maniobras durante el período de mayor tráfico.

1.2. Ubicación de Calles de Salida

Utilizando el método de tres segmentos, la distancia total requerida desde el umbral de aterrizaje al punto de cierre desde el eje de la pista puede determinarse según el método ilustrado en la Figura 37.

Donde:

- S_1 : Distancia requerida desde el umbral de aterrizaje al punto de toma de contacto del tren de aterrizaje principal (S_1).
- S_2 : Distancia requerida desde la transición del punto de toma de contacto del tren de aterrizaje principal a fin de establecer la configuración de frenado estabilizado (S_2).
- S_3 : Distancia requerida para la desaceleración en un modo de frenado normal hasta una velocidad nominal de salida de pista (S_3).

- **V_{th}**: Velocidad de umbral basada en 1,3 veces la velocidad de pérdida de la masa supuesta de aterrizaje igual a 85% de la masa máxima de aterrizaje. La velocidad se corrige para la elevación y la temperatura de referencia del aeropuerto.
 - **V_{td}**: Hipotéticamente $V_{th} - 5$ kts (a título conservador). Disminución de la velocidad considerada representativa para la mayoría de tipos de aeronave.
 - **V_{ba}**: Velocidad hipotética de aplicación de frenos.
-
- **V_{th}**: 15 kts (aplicación de los frenos de ruedas o de empuje invertido).
 - **V_{ex}**: Velocidad nominal de salida de pista:
 - Número de clave 3 o 4: 30 kts
 - Número de clave 1 o 2: 15 kts

1.2.1. Cálculo de la ubicación de la Calle de Salida

El procedimiento de los cálculos se hizo en referencia a las Normas y Métodos Recomendados Internacionales por La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI):

- Manual de diseño de aeródromos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) Parte II - Calles de rodaje, plataforma y apartaderos de espera.
- Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Volumen I Diseño y operaciones de aeródromos.
- Enmienda 14 al Anexo 14 Volumen I Parte II, publicada el 29 de marzo de 2018, Ref.: AN 4/1.2.27 - 18/23.

a. Cálculo de S₁:

Distancia firme calculada empíricamente al punto medio de toma de contacto, corregida para la pendiente descendente y el componente de viento de cola según corresponda la categoría.

Tabla 43. Cálculo de S1

Categoría	S ₁ (m)	Corrección para la pendiente	Corrección para el viento de cola
A	250	+ 30 m/-0.25 %	+ 30 m/ + 5 Kts
B	250	+ 30 m/-0.25 %	+ 30 m/ + 5 Kts
C	450	+ 50 m/-0.25 %	+ 50 m/ +5 Kts
D	450	+ 50 m/-0.25 %	+ 50 m/ +5 Kts

Fuente: Manual de diseño de aeródromos. Parte 2: Calles de rodaje, plataforma y apartaderos de espera. Capítulo 1

S ₁ :	450 m
------------------	--------------

b. Cálculo de S₂:

La distancia de transición se calcula para un tiempo de transición hipotético (empírico) $D_t = 10$ segundos a una velocidad media en tierra de:

$$S_2 = D_t \times V_{td}$$

Donde:

$D_t = 10$ segundos

$V_{td} = V_{th} - 5$ kt Disminución de la velocidad considerada representativa para la mayoría de tipos de aeronave.

Ahora:

$V_{th} = 15$ Kt* Aplicación de los frenos de ruedas o de empuje invertido.

SI: 1 kts = 1.85 km/h

Kts (Nudo, unidad de medida usada en la aviación)

$$S_2 = D_t \times V_{td}$$

$$S_2 = 10 \times (15 \text{ kt} - 5 \text{ kt})$$

$$S_2 = 10 \times 10 \text{ kt}$$

$$S_2 = 10 \times 10 \times 1.85$$

$$S_2 = 10 \text{ s} \times 18.5 \text{ km/h} \quad \text{CONVERTIENDO LOS km/h EN m/s}$$

$$S_2 = 51.38 \text{ m}$$

c. Calculo de S₃:

Dependerá otra vez de la letra de referencia en nuestro caso la C, por tanto:

Tabla 44. Velocidad de Aplicación de freno

Grupo	Velocidad de aplicación de freno (Vba)	
	Kt	Km/h
Grupo A	91	menos de 169
Grupo B	91 - 222	entre 169 - 222
Grupo C	121 - 140	entre 224 - 259
Grupo D	141 - 306	entre 261 - 306

*Fuente: Manual de diseño de aeródromos. Parte 2:
Calles de rodaje, plataforma y apartaderos de espera.
Capítulo 1*

$$Vba = 259 \text{ Km/h} \quad \text{o} \quad 71.94 \text{ m/s}$$

Usando la tabla:

Tabla 45. Velocidad de la aeronave según el radio de una calle de salida rápida

Radios R(m)	V _{des} (Kts)	V _{op} (Kts)
40	14	13
60	17	16
120	24	22
160	28	24
240	34	27
375	43	30
550	52	33

Donde:

- V_{des}: Velocidad de diseño de salida (velocidad de entrada a la calle de salida)
- V_{op}: Velocidad operacional de cierre

- **Radio de diseño = 550m**

$$V_{des} = 52 \text{ Kts o } 26.72 \text{ m/s}$$

Con la ecuación que se encuentra en el Capítulo 1.3.12 Manual de Diseño de Aeródromos Parte 2, Calle de rodaje, Plataforma y Apartadero tenemos que:

$$S_3: \frac{vba^2 - V_{des}^2}{2a}$$

Consideremos : a = 1.5 m/s²

$$S_3: \frac{71.94^2 - 26.72^2}{2 \times 1.5}$$

$$S_3 = 1487.13 \text{ m}$$

▪ **Ubicación de la calle de salida (S)**

S=	S1 + S2 + S3
S=	450m + 51.38m + 1487.13m
S=	1988.51m

La ubicación de la calle de salida es a 1988.51 m.

Pueden existir variaciones en estos cálculos derivadas de las técnicas de aterrizaje de los pilotos, sus capacidades, la amplia variedad de características de performance de un avión (gama de setting de flaps), uso de empuje reverso, temperatura, etc.

La inusual elevación determina que la ubicación de la calle de salida desde el THR debe estar a 1988.51 m.

A partir de todos los datos obtenidos procedemos a la proyección de nuestra nueva calle de rodaje incluyendo una calle de salida

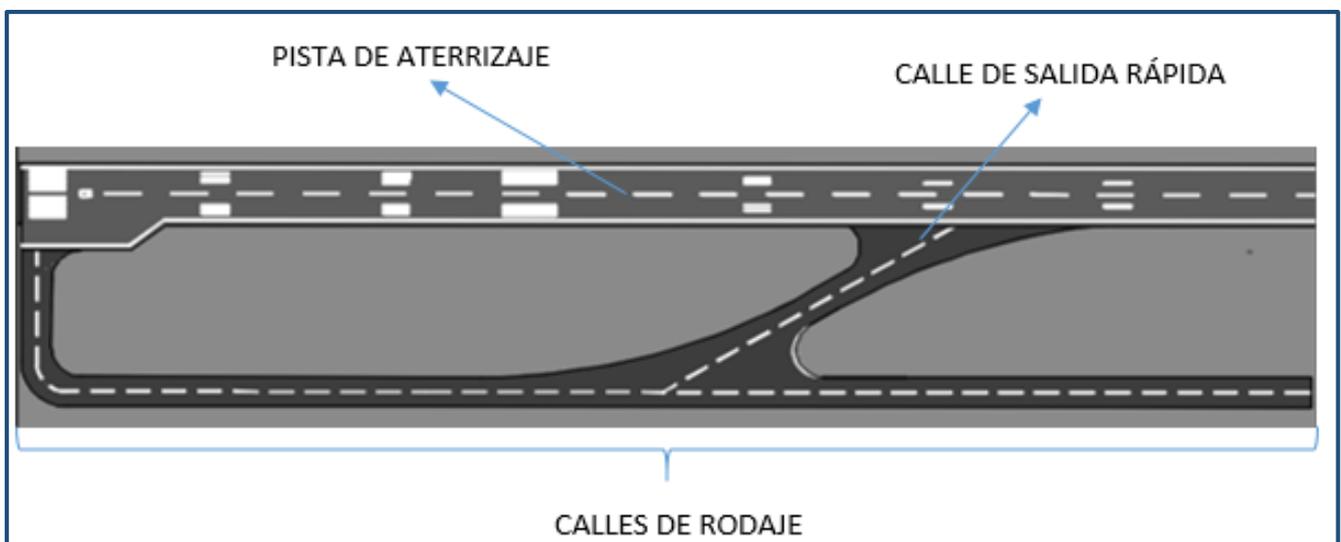


Figura 37. Proyección de la Calle de Rodaje

Fuente: Plano de Estructura Proyectada. Elaboración propia

Con las siguientes dimensiones:

Tabla 46. Dimensiones de la Nueva Infraestructura Proyectada

Descripción	Dimensiones
Pista	2810 m x 45 m
Calle de rodaje	1164 m x 25 m
Calle de salida	330 m x 25 m
Apartadero de espera	216.9 m x 106 m

Fuente: Elaboración Propia

Para mayores detalles ver el plano adjunto de Estructura Proyectada en el Anexo N° 15.

4.4.2. Diseño de drenaje

Un sistema de drenaje adecuado para la evacuación de aguas superficiales y subterráneas es importante para el comportamiento y estabilidad del pavimento de un aeropuerto, asegurando las operaciones de las aeronaves que operan en este, un drenaje inadecuado produce charcos en la superficie de las pistas lo cual implica un gran riesgo para los aterrizajes y despegues.

Para el diseño del drenaje de las calles de rodaje del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja se utilizó datos topográficos, de suelos, temperatura, intensidad y frecuencia de lluvias. En función de los datos analizados se definió la proyección de un sistema de drenaje subterráneo paralelo en ambos sentidos de la calle de rodaje que consta de zanjas rellenas de material drenante adecuadamente compactado, en el fondo de las cuales se encuentran tubos drenantes perforados, que recibirá los caudales tanto de las lluvias como de aguas infiltrantes y/o provenientes del nivel freático.

Determinación del agua a evacuar

Para determinar el escurrimiento superficial se utilizará la metodología del Método racional propuesto por la Administración federal de aviación (FAA). Este método se basa en la relación directa entre la precipitación y la esorrentía para determinar los caudales máximos en cuencas de poca extensión expresado con la siguiente formula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

$Q =$ Descarga máxima Instantánea (caudal a drenar) $m^3/seg.$

$C =$ Coeficiente de esorrentía

$I =$ Intensidad de precipitación ($mm/horas$)

$A =$ Área de cuenca a drenar (Ha)

El valor del coeficiente de esorrentía "C" varía de 0.20 a 0.80, este coeficiente se basa en función del estudio de suelo, la pendiente, las condiciones de la superficie, la permeabilidad del suelo y tomando en cuenta los posibles cambios a futuro en el área del proyecto.

Para el diseño del drenaje se empleó la precipitación máxima de 130 mm del mes de febrero dato obtenido del servicio de meteorología aeronáutica de CORPAC S.A.

Luego procedemos con lo siguiente:

1. Cálculo del caudal para la zanja de drenaje

Para determinar el caudal a evacuar se realizará el análisis de la calle de salida, rodaje más el empalme con la pista de aterrizaje y un área de terreno adicional que se usara como plataforma de estacionamiento de aviones la cual tiene como área de influencia.

Tomado en cuenta este criterio de evaluación se procede a calcular todo el tramo de la calle de rodaje más el empalme con la pista de aterrizaje, calle de salida y el terreno adicional cuyo tramo

comprende desde el final de la calle de rodaje Km 1+160 a Km 1+370:

Área a drenar:

- **Calle de rodaje más empalme:**
Pavimentada = 1160m x 25m = 29100 m² = 2.910 Ha
- **Calle de salida:**
Pavimentada (área compuesta) = 12359 m² = 1.236 Ha
- **Terreno adicional (apartadero de espera)**
Terreno= 210m x 25m = 5250m² = 0.525 Ha

Área total pavimentada (A1) = 4.146 Ha

Área total no pavimentada (A2) = 0.525 Ha

2. Cálculo de la escorrentía:

Para este caso se cuenta con dos áreas una pavimentada (área proyectada para la calle de rodaje y salida) más un área de terreno natural que servirá para la plataforma de estacionamiento, la cual mediante la siguiente tabla:

Tabla 47. Coeficiente de escorrentía

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA > 50%	ALTA > 20%	MEDIA > 5%	SUAVE > 1%	DESPRECIABLE < 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú

Tabla 48. Coeficiente de escorrentía. Método racional

TIPO DE SUPERFICIE	FACTOR "C"
Para todas las superficies de Techos Impermeables	0.75 a 0.95
Para Pavimentos de Asfalto	0.80 a 0.95
Para Pavimentos de Hormigón	0.70 a 0.90
Para Pavimentos de Grava	0.35 a 0.70
Para suelos impermeables (Pesados)*	0.40 a 0.65
Para suelos Impermeables con Césped*	0.30 a 0.55
Para suelos ligeramente penetrables*	0.15 a 0.40
Para suelos ligeramente penetrables con césped*	0.10 a 0.30
Para suelos moderadamente penetrables*	0.05 a 0.20
Para suelos moderadamente penetrables con césped*	0.00 a 0.10

*Para pendientes del 1% al 2%

Fuente: Federal Aviation Administration (1970)

- **C1** = 0.90, área pavimentada cuyo pendiente es 1.5 %
- **C2**= 0.55, área sin vegetación de tipo de suelo semipermeable con pendiente mayor al 2%.

Ponderación del coeficiente de escorrentía:

$$C_p = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2}{A_1 + A_2}$$

$$C_p = \frac{0.90 (4.146) + 0.55 (0.525)}{4.146 + 0.525}$$

$$\mathbf{C_p = 0.861}$$

Finalmente:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

$$Q = \frac{0.861 \times 130 \times 4.671}{360}$$

$$\mathbf{Q = 1.452 \text{ m}^3/\text{seg}}$$

3. Cálculo del diámetro de tubería:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Donde:

Q= caudal de diseño

V= velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)

Según la **Norma O.S. 060** drenaje pluvial urbano, la velocidad máxima para tuberías de alcantarillado de material poliéster reforzado con fibra de vidrio es de 3 m/s.

Entonces:

Q= 1.452 m³/seg

V= 3 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 1.452}{\pi \times 3}}$$

$$D = 0.785 = 0.79 \text{ m} = 790 \text{ mm} = 31 \text{ pulgadas}$$

El diámetro obtenido teóricamente es de 31 pulgadas, para definir el diámetro comercial, se basará en las tablas de fabricantes locales de la TUBERÍA HDPE, para sistemas de alcantarillado, canales y drenaje de la marca PAVCO:

Tabla 49. Diámetro comercial tuberías HDPE

Espesor (mm) / Peso (Kg/m)								
DIÁMETRO EXTERNO (mm)			SDR 33 SN 2		SDR 26 SN 4		SDR 21 SN 8	
Mínimo	Máximo	Medio	e _{min}	Peso	e _{min}	Peso	e _{min}	Peso
110.0	110.0	110.50	--	--	4.2	1.45	5.3	1.81
160.0	161.5	160.75	4.9	2.49	6.2	3.12	7.7	3.84
200.0	201.8	200.90	6.2	3.93	7.7	4.84	9.6	5.98
250.0	252.3	251.15	7.7	6.10	9.6	7.55	11.9	9.26
315.0	317.9	316.45	9.7	9.68	12.1	11.98	15.0	14.71
355.0	358.2	356.60	10.9	12.26	13.6	15.18	16.9	18.68
400.0	403.6	401.80	12.3	15.59	15.3	19.24	19.1	23.78
450.0	454.1	452.05	13.8	19.68	17.2	24.34	21.5	30.12
500.0	504.5	502.25	15.3	24.24	19.1	30.03	23.9	37.20
630.0	633.8	631.90	19.3	38.53	24.1	47.74	30.0	58.85
800.0	808.1	804.05	24.5	62.11	30.6	76.97	38.1	94.90

Fuente: Tuberías Pavco

Según la tabla N°51 el diámetro comercial a optar es 800mm equivalente a 31.5 pulgadas.

4.4.3. Diseño de la Sección del Pavimento Flexible con la aplicación del software FAARFIELD

El diseño del pavimento se realizará siguiendo los procedimientos establecidos en la circular AC 150/5320-6F de la Administración Federal de Aviación, en esta circular se hace uso del software de diseño FAARFIELD V1.42 empleado específicamente para el diseño de pavimentos de aeropuertos. Los resultados que se obtiene de este software son el espesor de las capas del pavimento y el valor del CDF de cada aeronave que conforma el tráfico aéreo.

El software de diseño FAARFIELD requiere los siguientes datos:

- Tráfico Aéreo
- Salidas Anuales de cada avión que opera en el aeropuerto
- Peso Máximo de despegue
- Razón de crecimiento anual
- Ensayo de CBR
- Tipo de material de cada capa del pavimento

Los cuales se mostrarán en el siguiente proceso a presentar:

A. Diseño del pavimento flexible de las Calles de Rodaje

1º Para comenzar el diseño empezamos por abrir el interfaz del programa Faarfield, trabajaremos con la versión 1.42.

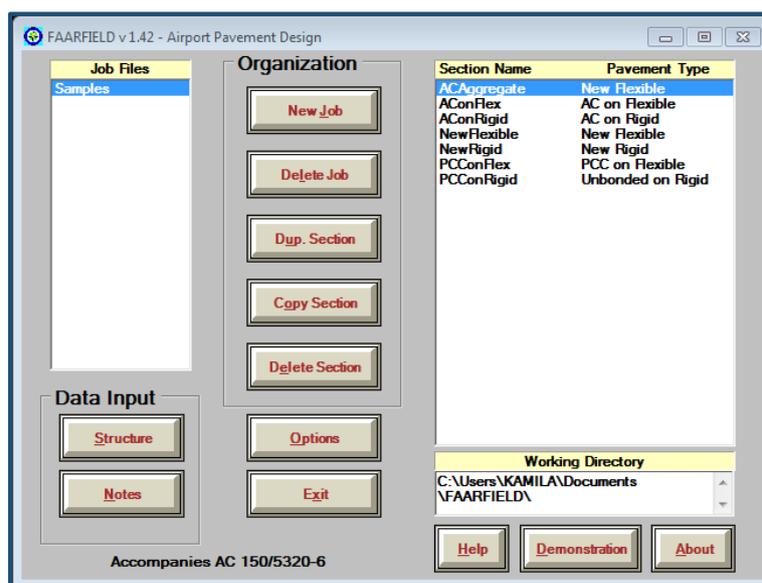


Figura 38. Pantalla de Inicio

Fuente: FAARFIELD V1.42

2º Procedemos a crear el nuevo proyecto al cual denominaremos AEROPUERTOJAUJA.

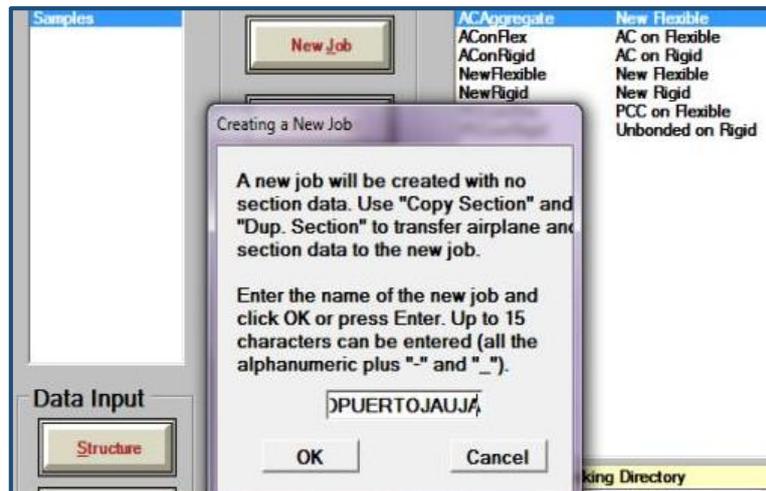


Figura 39. Nombre del nuevo Proyecto
Fuente: FAARFIELD V1.42

3º A continuación, pasamos a seleccionar el tipo de pavimento con el cual vamos a trabajar, en nuestro caso para el diseño de las calles de rodaje se empleará el pavimento flexible, según la FAA este tipo de pavimento se utiliza en las calles de rodaje ya que es un área crítica por donde se desplazan las cargas máximas.

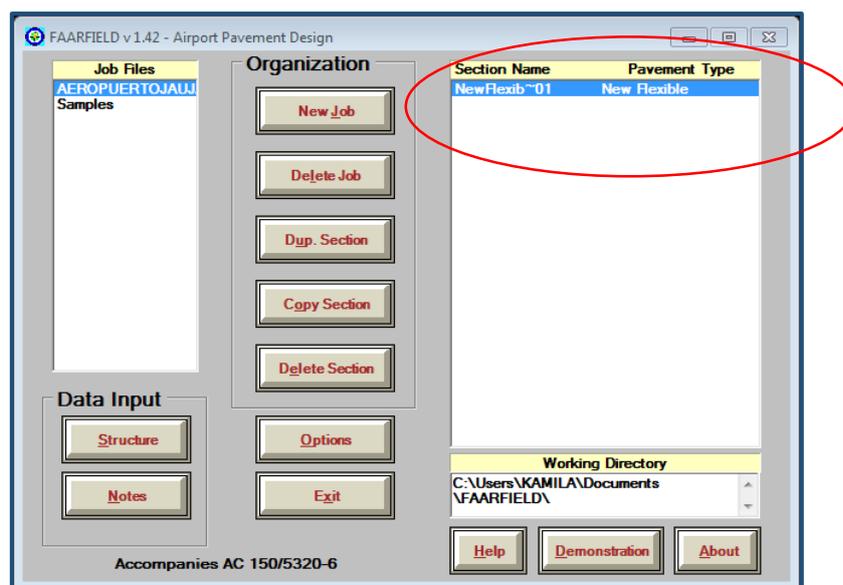


Figura 40. Selección del Tipo de Pavimento
Fuente: FAARFIELD V1.42

4° Registro del tráfico aéreo

Procedemos al registro del tráfico aéreo en el área correspondiente a AIRPLANE, se considerarán los datos de todas las aeronaves de diseño detalladas en el estudio de tráfico anteriormente descrito (véase pág. 113).

En la tabla se consolida datos técnicos de las aeronaves, así como las salidas anuales de cada una.

Tabla 50. Peso de Despegue y Salidas anuales de las aeronaves

Aeronave	Peso de despegue (Tn)	Peso de despegue (Lb)	Peso de despegue (Kg)	Salidas anuales
Airbus 320 - 200	77.00	169,755.74	77,000.00	1320
Airbus 319	70.00	154,323.40	70,000.00	879
Boeing 737 - 500	68.00	133,489.74	60,550.00	797
Boeing 737 - 500	60.55	133,489.74	60,550.00	10
Hércules L100-20	70.30	154,984.79	70,300.00	96
Alenia C-27J Spartan	30.00	66,138.60	30,000.00	95
Antonov An - 32B	27.00	59,524.74	27,000.00	74
Twin otter DHC -6 - 400	5.67	12,500.20	5,670.00	72
Helicóptero MIL Mi-17	13.00	28,660.06	13,000.00	97
Piper PA-31 Navajo	2.95	6,503.63	2,950.00	25
King Air B200	5.67	12,500.20	5,670.00	23
King Air B350	6.80	14,991.42	6,800.00	24
			Total	3,512

Fuente: Elaboración propia

Además, consideraremos la razón anual de crecimiento de 2.8%.

Por tanto, en el programa se consignarán los datos de las aeronaves, las salidas anuales y la razón anual de crecimiento.

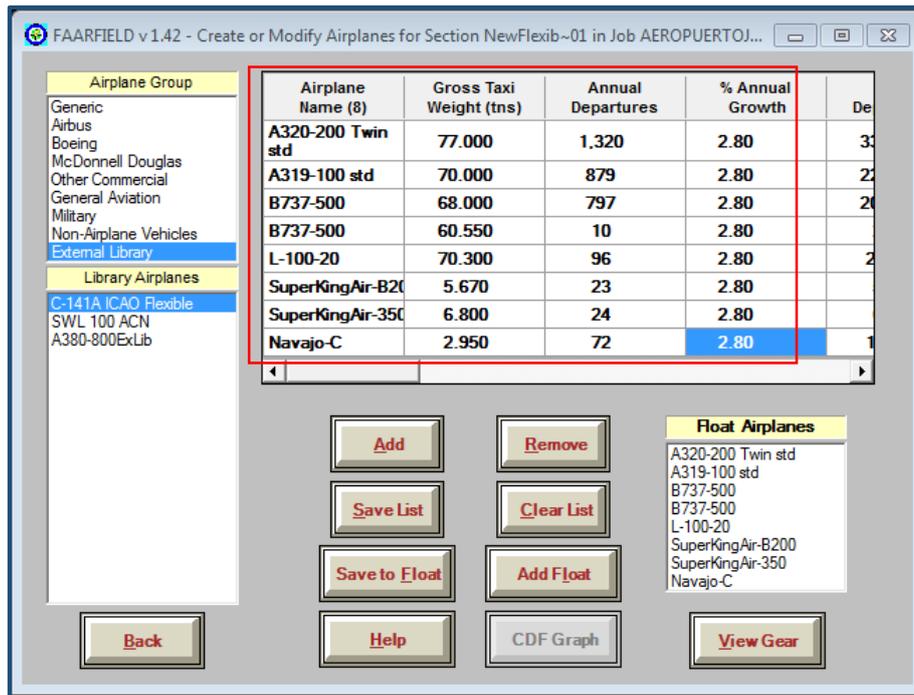


Figura 41. Registro del tráfico
Fuente: FAARFIELD V1.42

5° Para la realización del diseño del pavimento se hará uso del estudio de la sub rasante ya que las propiedades de esta influirán en el espesor de las diversas capas de nuestro pavimento, los datos obtenidos se mencionan a continuación:

Del estudio de suelos realizados se determinó que la sub rasante tiene un CBR igual a 7.5 a una compactación del 95% de la densidad máxima del ensayo de Proctor modificado, con ello determinaremos el CBR de diseño el cual será:

$$CBR \text{ diseño} = 7.5 \times 85\% = 6.4\%$$

6° Selección de material

Teniendo el CBR de diseño, pasamos a seleccionar el tipo de material a utilizar en las diferentes capas del pavimento, consideraremos lo siguiente:

Tabla 51. Selección de material para cada capa

CAPAS DEL PAVIMENTO	TIPO DE MATERIAL	CÓDIGO
Carpeta Asfáltica	Mezcla Bituminosa	P-401
Base	Base estabilizada	P-403 (flex)
	Base Granular	P-209
Sub base	Sub base Granular	P-154

Ingresamos en el software de diseño los materiales seleccionados para cada capa del pavimento, considerando también que el periodo de diseño es de 20 años.

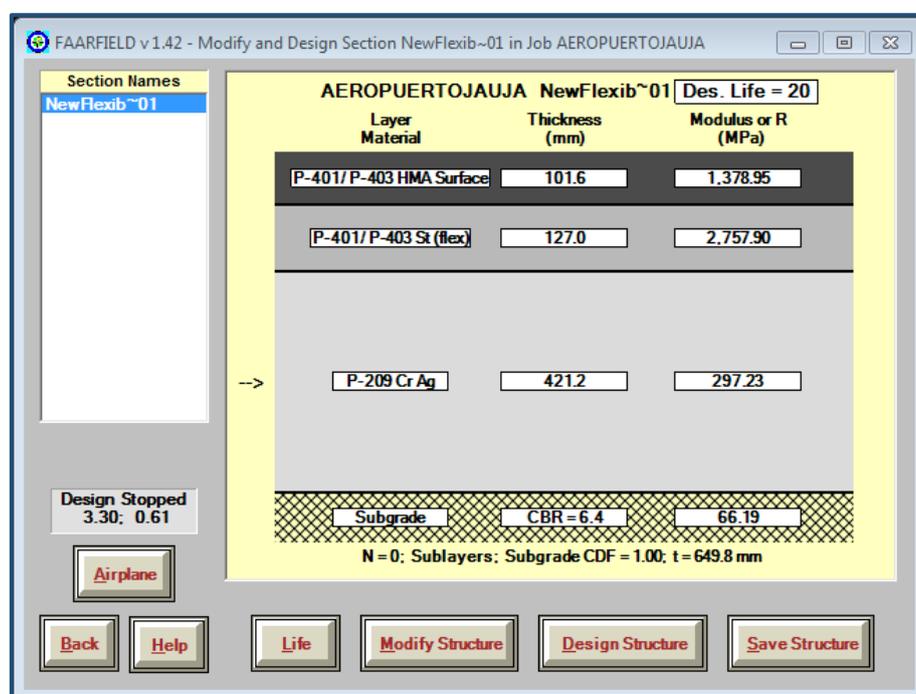


Figura 42. Selección de Materiales

Fuente: FAARFIELD V1.42

7º Estabilización de la base

Diseñamos el espesor mínimo de la Base, el cual se debe estabilizar ya que bajo la circular 5C el CBR requerido debe ser 20, a partir de ello determinaremos que es necesario estabilizar primero nuestra base según los procedimientos establecidos

por la FAA, el cual establece trabajar primero con dos capas para determinar el espesor mínimo de la capa base.

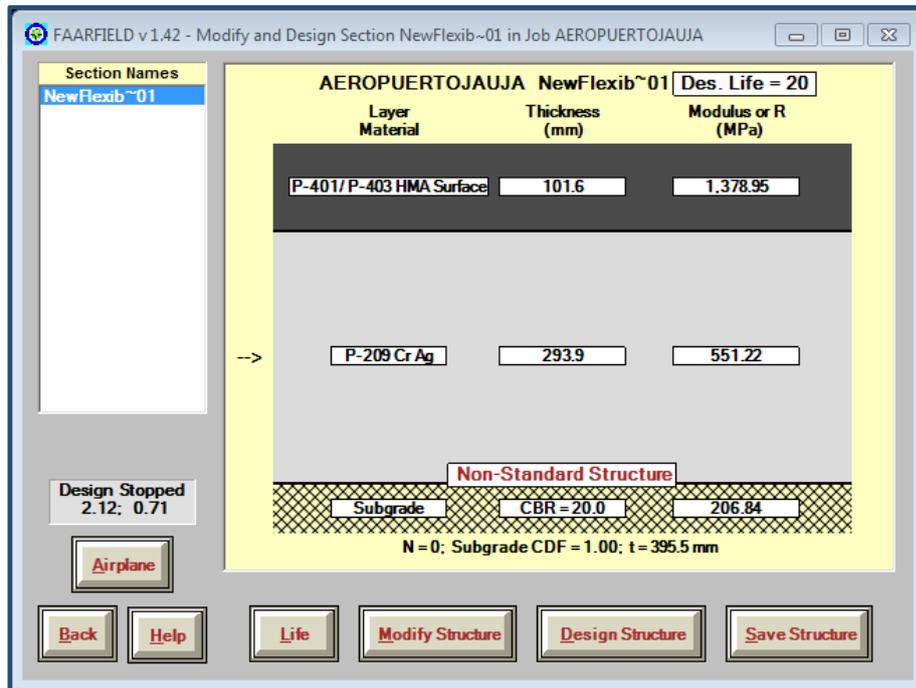


Figura 43. Diseño del espesor mínimo de Base
Fuente: FAARFIELD V1.42

Una vez diseñada la estructura obtenemos el espesor de base de 293.9 mm, valor que debe ser dividido por el factor 1,6 para que sea utilizado como material estabilizado según dispone en la circular AC 150 / 5320-6E, 315 (d), por tanto:

$$T_{P401Base} = T_{P209}/1,6 \text{ mm}$$

$$T_{P401Base} = 293,9/1,6 \text{ mm}$$

$$T_{P401Base} = 183,7 \approx 184 \text{ mm}$$

Se agrega a la estructura la capa de base estabilizada donde colocamos el valor de 184 mm.

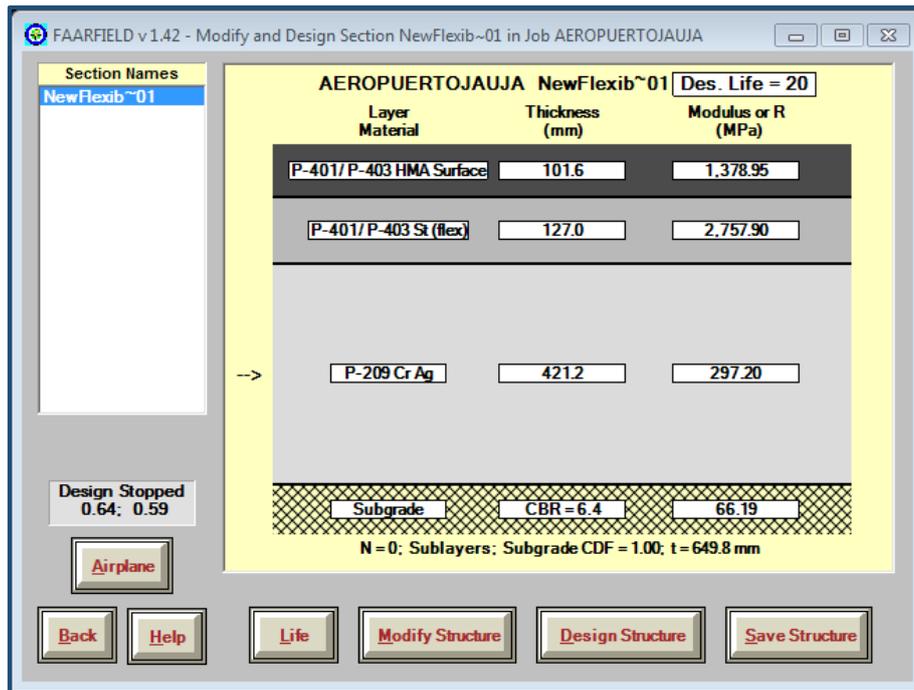


Figura 44. Estabilización de la capa Base
Fuente: FAARFIELD V1.42

Volvemos a diseñar nuestro pavimento para que nos del valor real de la base estabilizada.

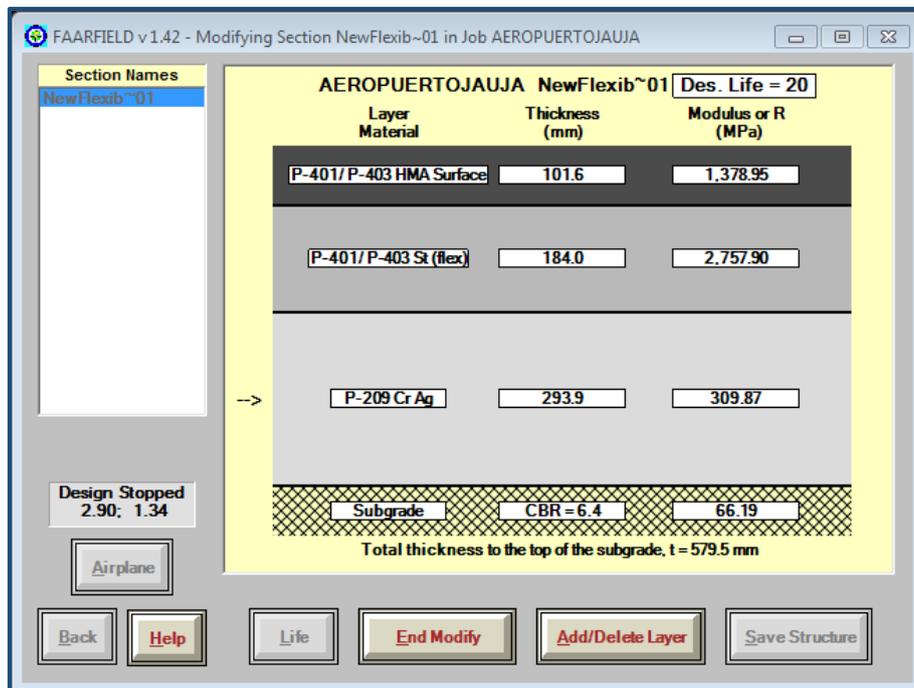


Figura 45. Base estabilizada
Fuente: FAARFIELD V1.42

8º Diseño final del pavimento flexible

Para obtener el diseño final del pavimento flexible se procede a agregar la capa de sub base Granular y como ya se tiene consignado todos los datos anteriores el programa ajustara la capa de diseño hasta que el valor del CDF llegue a 1.0, diseñando automáticamente la estructura final del pavimento, a partir de ello obtenemos los siguientes resultados:

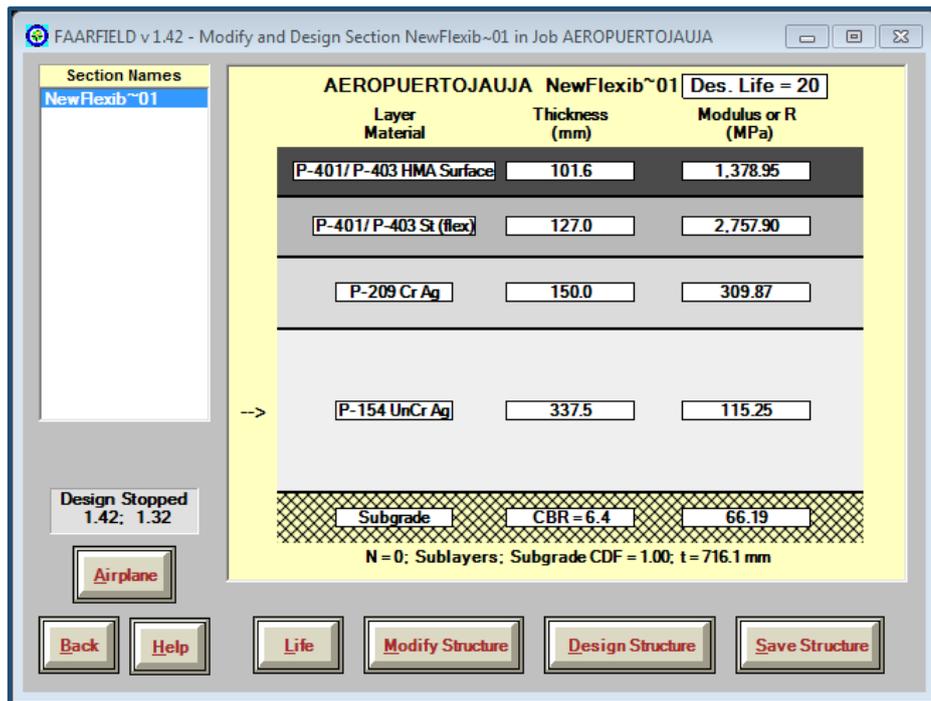


Figura 46. Estructura final del pavimento

Fuente: FAARFIELD V1.42

En la figura 47 se muestra la contribución en valor del CDF de las aeronaves más representativas.

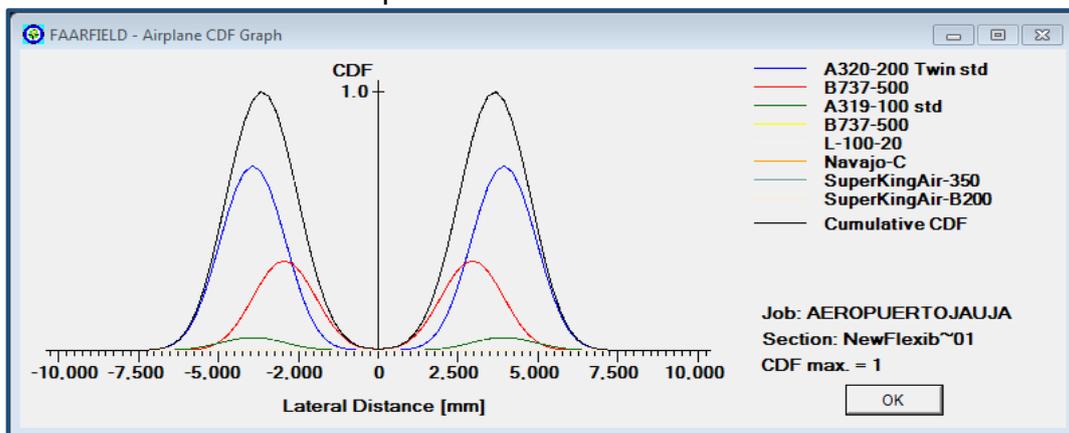


Figura 47. Contribución de las aeronaves en el CDF

Fuente: FAARFIELD V1.42

Tal se muestra la aeronave cuyo aporte es el más significativo es la Airbus A320-200 la cual ha sido determinada como la aeronave de diseño.

9º Diseño del borde

Siguiendo la metodología del software FAARFIELD, esta permite una sección de espesor variable para la carpeta asfáltica y la capa base, considerando que el espesor del pavimento debe ser el mismo para que la sección este nivelada, siguiendo los lineamientos de la Administración Federal de Aviación esta reducción se calcula colocando 1% como la tasa de crecimiento anual del tráfico aéreo .

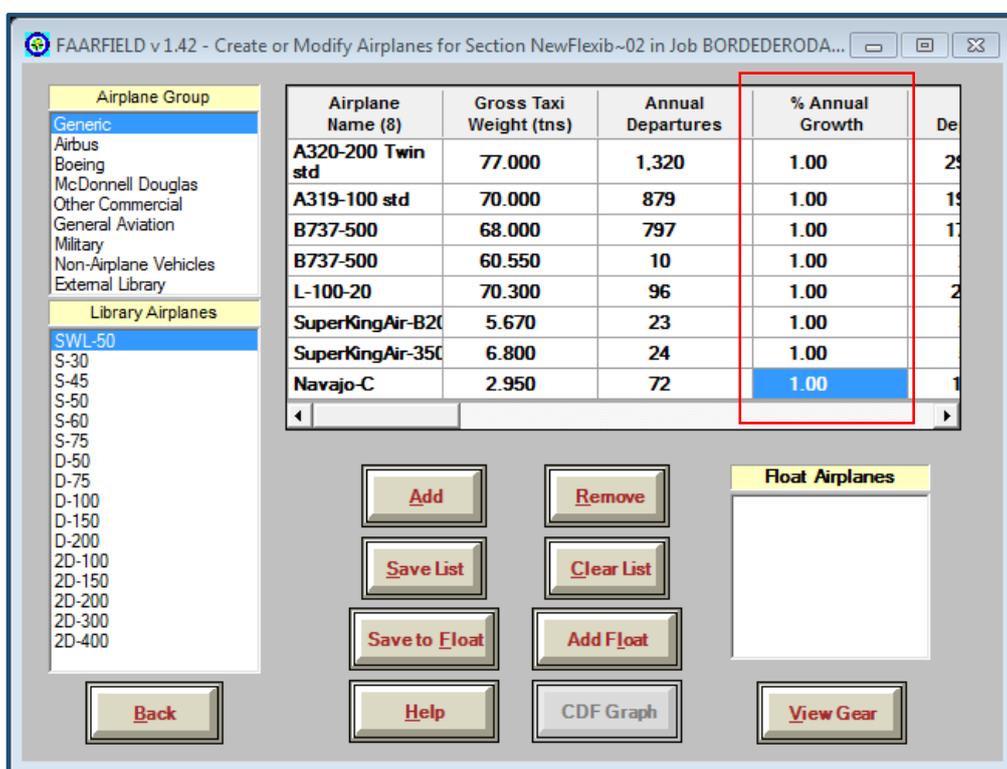


Figura 48. Cambio de la Tasa de crecimiento anual

Fuente: FAARFIELD V1.42

Realizado el cambio de la tasa de crecimiento anual diseñamos los espesores de los bordes de la calle de rodaje, obteniendo así los siguientes resultados:

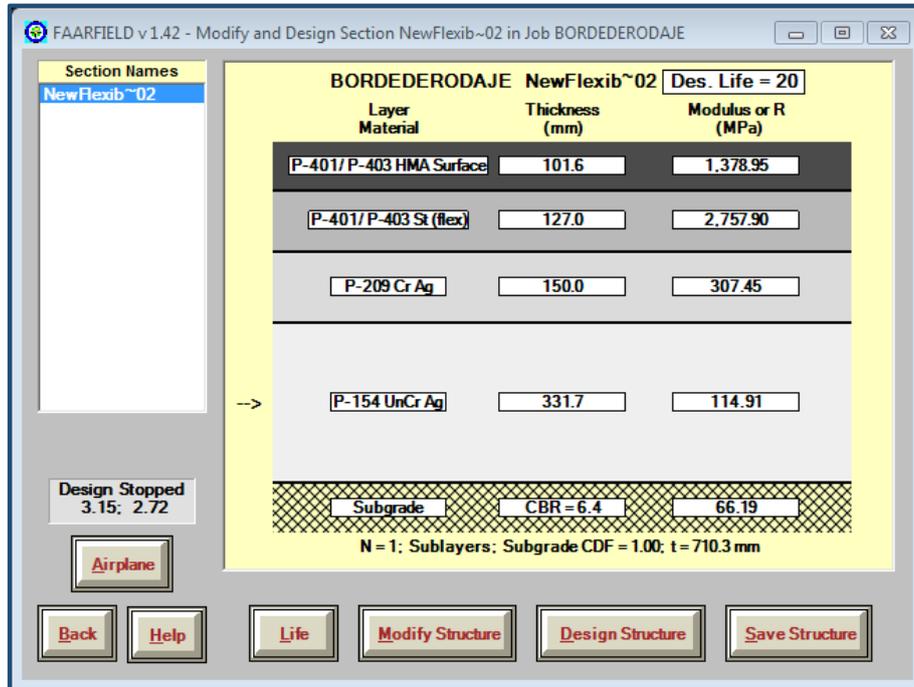


Figura 49. Espesor del Borde de la calle de rodaje
Fuente: FAARFIELD V1.42

10° Diseño del margen

El margen está diseñado para que de manera ocasional se puedan situar en él aeronaves o vehículos de mantenimiento, por lo que no es considerada una zona de mayor exigencia, de tal manera que para su diseño se le debe considerar un total de 15 intervenciones del avión más pesado del grupo de aeronaves que conforman el tráfico aéreo. Para su diseño se crea un nuevo archivo en FAARFIELD, pero debe tener los mismos materiales de nuestro diseño final, determinamos cuál es la aeronave que demanda mayor espesor del pavimento, para ello se colocara 1200 en las salidas anuales de todas las aeronaves del estudio de tráfico.

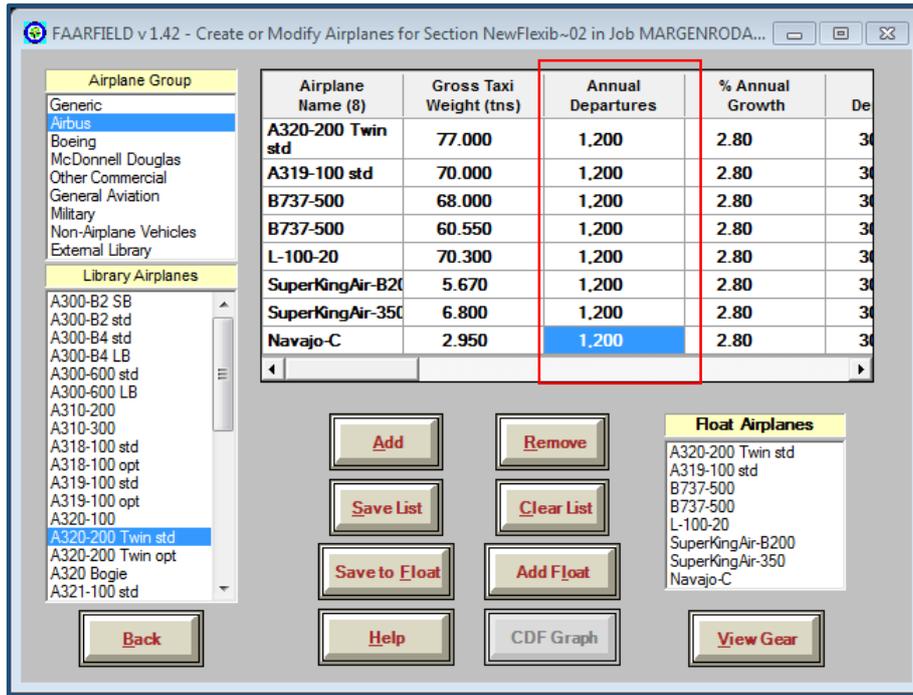


Figura 50. Diseño de Margen
Fuente: FAARFIELD V1.42

Ingresado los datos de las salidas anuales hacemos click en LIFE para verificar cuál de las aeronaves tiene el mayor valor de CDF. En el siguiente grafico se observa la contribución CDF de cada aeronave.

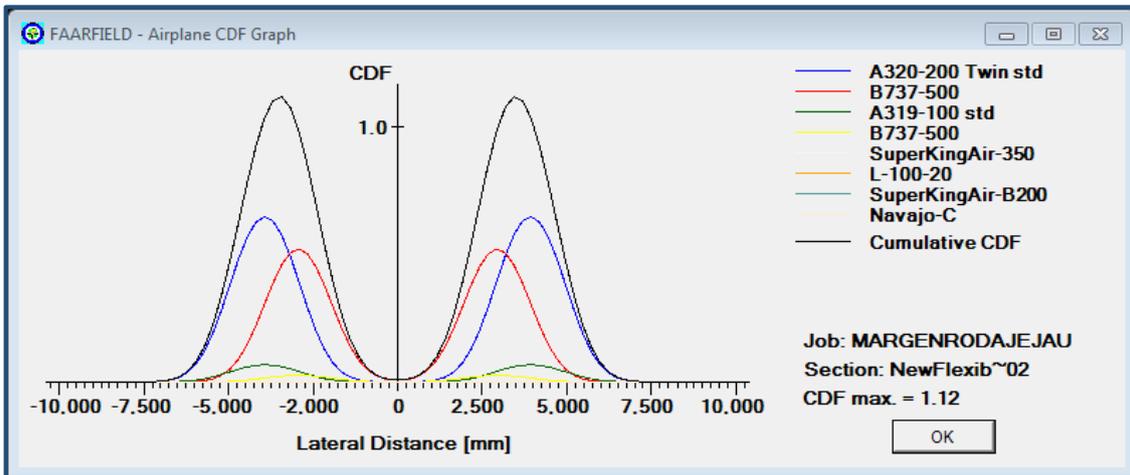


Figura 51. Contribución CDF de la aeronave más demandante
Fuente: FAARFIELD V1.42

En la figura 81 se muestra que la aeronave que demanda mayor espesor del pavimento es el Airbus A 320-200, por lo tanto, esta aeronave será la que utilizaremos para el diseño del margen, para ello borraremos todas las demás aeronaves y solo nos quedaremos con esta a la cual le colocaremos en las salidas anuales el valor de 1.

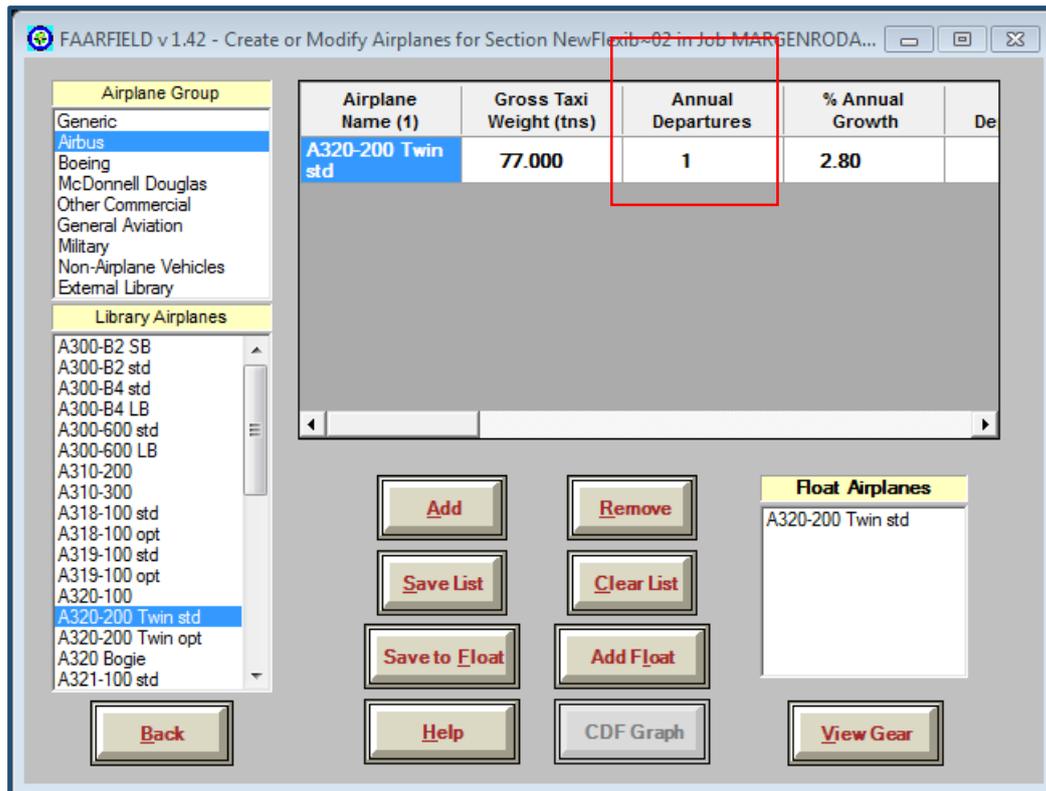


Figura 52. Aeronave que demanda mayor espesor del
Fuente: FAARFIELD V1.42

Por ultimo modificaremos el periodo de diseño a 15 años, de manera que el diseño del pavimento sea por un total de 15 salidas, una vez consignados todos los datos se diseñara la sección del pavimento del margen de las calles de rodaje, obteniendo las siguientes secciones como resultado

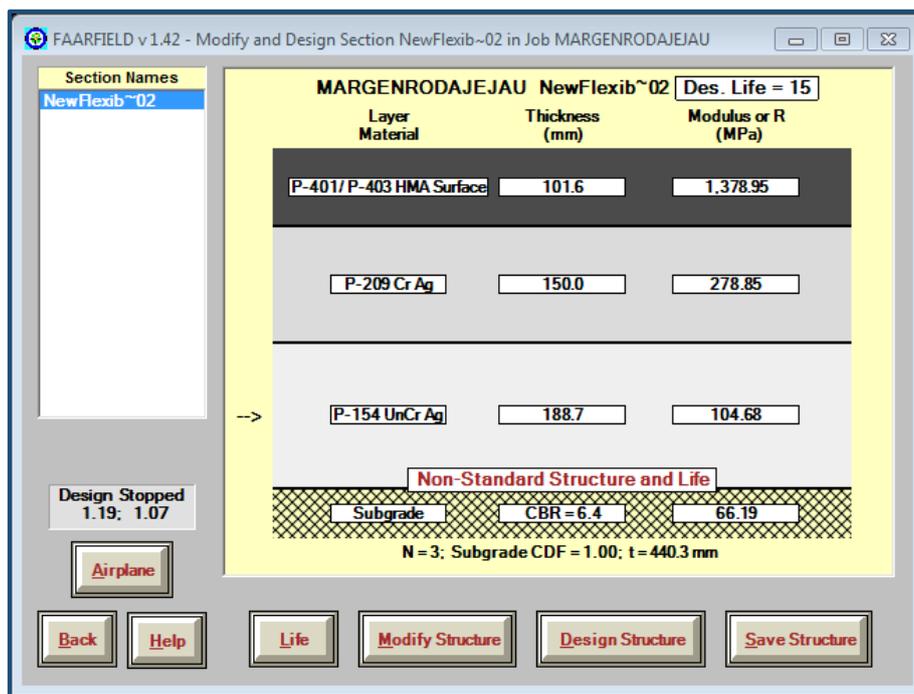


Figura 53. Diseño de Margen
Fuente: FAARFIELD V1.42

Finalizado el diseño del pavimento de las calles de rodaje se tiene que tener en cuenta los espesores mínimos de cada capa que se encuentran detallados en la siguiente tabla, los cuales están en función del material utilizado y el peso máximo de despegue de las aeronaves que operan en el aeropuerto en estudio.

Tabla 52. Espesores mínimos permitidos para cada capa del pavimento diseñado

Tipo de capa	Tipo de especificaciones de la FAA	Peso bruto del avión operando en el pavimento , LB(KG)		
		< 12,500 (5 670)	< 100,000 (45 360)	> 100,000 (45 360)
Superficie HMA	P-401 , Pavimentos de Asfalto de Mezcla Caliente (HMA)	3 in. (75 mm)	4 in. (100 mm)	4 in. (100 mm)
Base estabilizada	P-401 o P-403 ; P-304; P-306	No requiere	No requiere	5 in. (125 mm)
Base de agregado triturado	P-209 , Capa Base de Agregado Triturado	3 in. (75mm)	3 in. (75mm)	6 in. (150 mm)
Base de agregado	P-208 , Capa Base de Agregado	3 in. (75mm)	No usado	No usado
Sub base	P-154 , Capa Sub base	4 in. (100 mm)	4 in. (100 mm) si es requerido	4 in. (100 mm) si es requerido

Fuente: Advisory Circular 150/5320-6F, Federal Aviation Administration. Estados Unidos ,2016. p.3-17.

Con todo ello se tendrá la siguiente sección del pavimento:

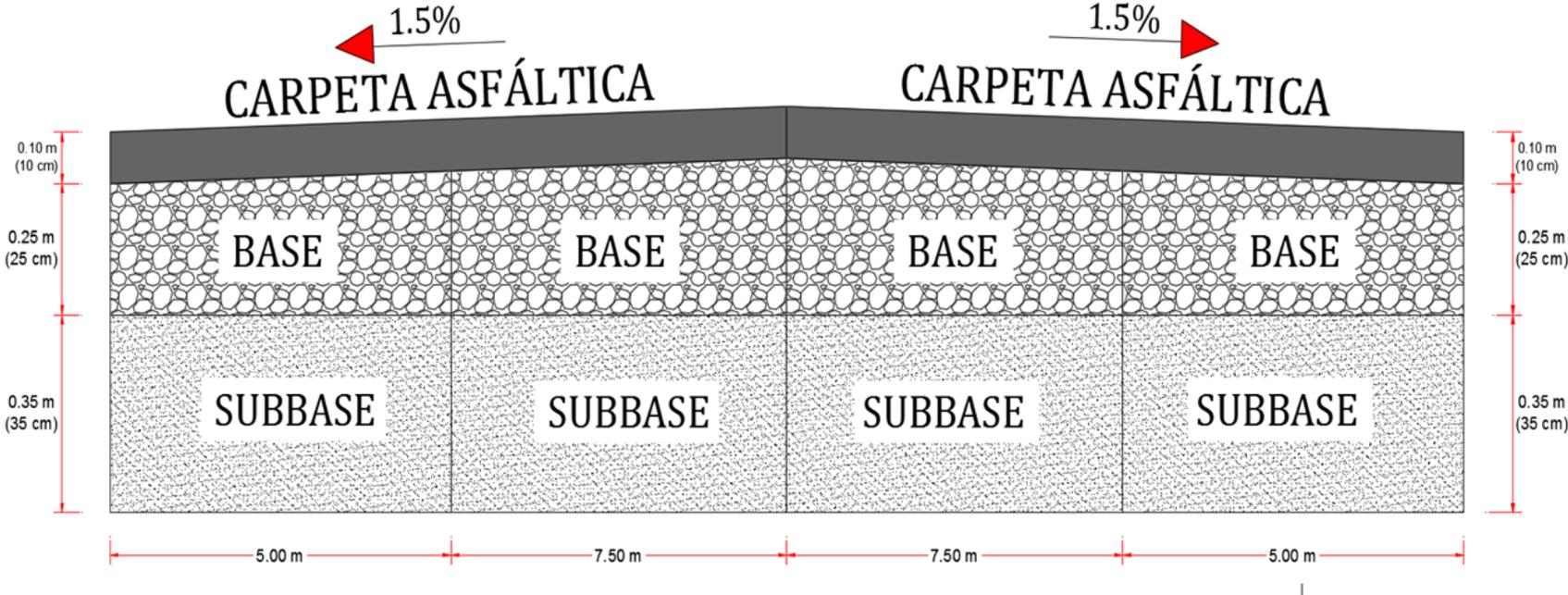
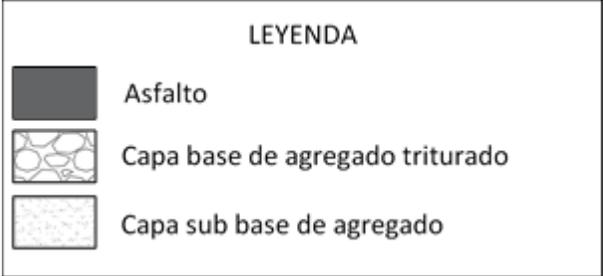


Figura 54. Sección Final del pavimento flexible
Fuente: Elaboración propia



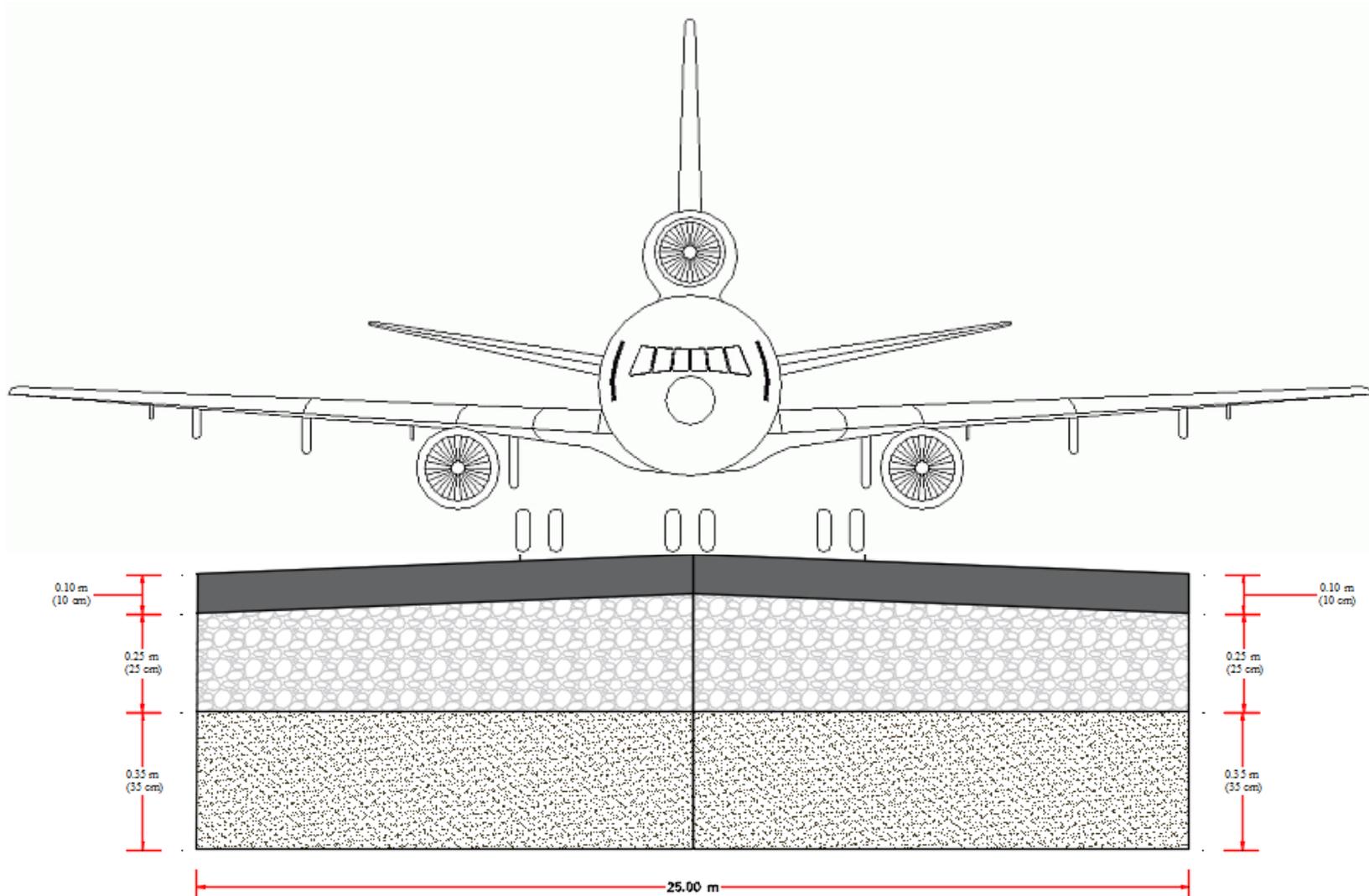


Figura 55. Diseño del pavimento Flexible de las calles de rodaje para el Aeropuerto Francisco
Fuente: Elaboración propia

4.5. Descripción de Resultados

4.5.1. Capacidad operativa

En datos generales:

Tabla 53. Movimiento General Aeroportuario 2018

Movimiento General Aeroportuario 2018			
Aeropuerto	Operaciones	Pasajeros	Carga (Kg.)
Jauja	3512	229807	34483

Fuente: Propia y DGAC

Nota: Comprende información de vuelos regulares, no regulares, aviación general y militares. Se consideran las entradas y salidas efectuadas en aeropuertos concesionados y administrados por CORPAC S.A. que pertenecen a la Red Aerocomercial

Con el valor general de Operaciones en el año 2018 que es de 3512 desgregado por cada avión que opera en el Aeropuerto Francisco Carlé, se trabajó para el diseño del pavimento flexible en el Software FAARFIELD.

Además, consideramos la variación porcentual a lo largo de los últimos 10 años tanto en las operaciones, pasajeros y carga.

Tabla 54. Movimiento Aeroportuario en el aeropuerto de Jauja (2009-2018)

Movimiento Aeroportuario en el Aeropuerto de Jauja (2009-2018)						
Año	Operaciones	Pasajeros	Carga (Tn.)	Variación (%)		
				Operaciones	Pasajeros	Carga
2009	1252	9011	3.3	102.3	96.7	-92.3
2010	1644	11162	2.4	31.3	23.9	-26.6
2011	1327	14404	1.5	-19.3	29	-35.5
2012	1714	23346	4.3	29.2	62.1	177.9
2013	2039	29828	8.7	19	27.8	101.3
2014	2227	39360	2.9	9.2	32	-66.5
2015	2559	51727	6	14.9	31.4	106.2
2016	2916	61965	30.9	14	19.8	417.2
2017	3417	187356	45.8	17.2	202.4	48
2018	3512	229807	34.5	2.8	22.7	-24.7

Fuente: Propia y DGAC

4.5.2. Estudio de tráfico aéreo

En el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja operan 12 aeronaves distintas las cuales se detallan en la siguiente tabla, además de los datos que se requieren para el diseño geométrico como la Aeronave de diseño la cual es el Airbus 320 -200 debido a que esta es la aeronave más pesada y los pesos de despegue de cada aeronave y sus salidas anuales del año 2018 para el diseño del pavimento flexible de las calles de rodaje y calles de salida en el software FAARFIELD.

Tabla 55. Resultados del Estudio de Tráfico Aéreo

Aeronave	Peso de despegue (Tn)	Envergadura (m)	Tipo de tren de aterrizaje	Salidas anuales (2018)
AIRBUS 320 – 200	77	34.10	Dual	1320
AIRBUS 319	70	34.10	Dual	879
BOEING 737 – 500	68	28.90	Dual	797
BOEING 737 - 500 (Presidencial)	60.55	28.90	Dual	10
HERCULES L100-20	70.3	40.40	Dual Tandem	96
ALENIA C-27J SPARTAN	30	28.00	Dual Tandem	95
ANTONOV An - 32B	27	29.20	Dual	74
TWIN OTTER DHC -6 - 400	5.67	19.80	Dual	72
HELICOPTERO MIL Mi-17	13	2.34	Simple	97
PIPER PA-31 NAVAJO	2.95	12.40	Simple	25
KING AIR B200	5.67	16.60	Dual	23
KING AIR B350	6.8	17-65	Dual	24
			Total	3,512

Fuente: Elaboración Propia

4.5.3. Diseño geométrico del pavimento

Para el diseño Geométrico del Pavimento Flexible de las calles de Rodaje y Calles de salida necesitamos tener los datos del Avión de diseño las cuales son la Longitud de Campo de Referencia, Envergadura y Anchura Exterior entre Ruedas del Tren de Aterrizaje Principal. Datos que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 56. Datos del Avión de Diseño

Avión De Diseño	Airbus A320-200
Longitud De Campo De Referencia Del Avión	2480 m
Envergadura (M)	34,1 m
Anchura Exterior Entre Ruedas Del Tren De Aterrizaje Principal (M)	8,7 m

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos de la Tabla 56 y siguiendo los lineamientos del Anexo 14 “Diseño y operaciones de aeródromos” y el Manual de diseño de aeródromos parte 2 “Calles de Rodaje, plataformas y apartaderos de espera” de la Organización de Aviación Civil Internacional y según se detalla en la pg. 124 se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 57. Resultados del Diseño Geométrico

Ancho De La Calle De Rodaje	15 m
Distancia Libre Entre La Rueda Exterior Del Tren Principal Del Avión Y El Borde De La Calle De Rodaje	3 m
Márgenes De Las Calles De Rodaje	5m a cada lado
Franja	12.5 m
Distancia Mínima De Separación De La Calle De Rodaje	166 m
Numero De Calles De Salida	1
Ubicación De La Calle De Salida	1988.51 m

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se obtiene las dimensiones de la Calle de Rodaje, La calle de Salida y el Apartadero de espera, datos que se detallan en el siguiente cuadro.

Tabla 58. Dimensiones de las Infraestructuras proyectadas

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Pista	2810 m x 45 m
Calle de rodaje	1164 m x 25 m
Calle de salida	330 m x 25 m
Apartadero de espera	216.9 m x 106 m

Fuente: Elaboración Propia

4.5.4. Diseño de la Sección del pavimento Flexible con la aplicación del software FAARFIELD

Para el diseño del Pavimento Flexible en el software FAARFIELD se ingresó el dato de todas las aeronaves, su peso de despegue, las salidas anuales del año 2018 de cada aeronave, la razón de crecimiento anual del tráfico aéreo en el año 2018 del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, datos que se observan en el siguiente cuadro de información que emite el software FAARFIELD.

Tabla 59. Información de Aeronaves de diseño

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. tonnes	Annual Departures	% Annual Growth
1	A320-200 Twin std	77.000	1.320	2.80
2	A319-100 std	70.000	879	2.80
3	B737-500	68.000	797	2.80
4	B737-500	60.550	10	2.80
5	L-100-20	70.300	96	2.80
6	SuperKingAir-B200	5.670	23	2.80
7	SuperKingAir-350	6.800	24	2.80
8	Navajo-C	2.950	72	2.80

Fuente: FAARFIELD V1.42

Finalmente se ingresó los datos de los materiales que se utilizaran para cada capa del pavimento, el CBR de 6.4, el tiempo de diseño de 20 años y se diseñó el pavimento, obteniendo el siguiente resultado:

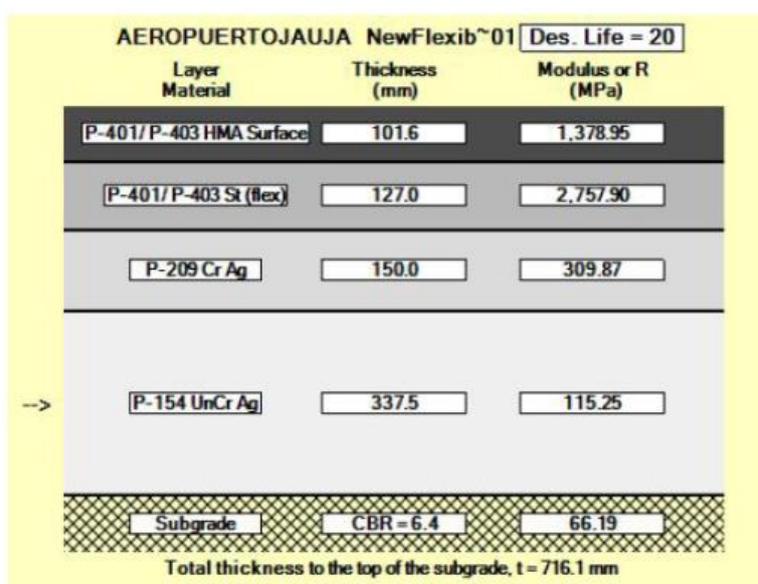


Figura 56. Diseño del Pavimento Flexible del Aeropuerto Francisco de Carlé de Jauja con el software FAARFIELD.

Fuente: FAARFIELD V1.42

Obteniendo finalmente la siguiente sección del Pavimento:

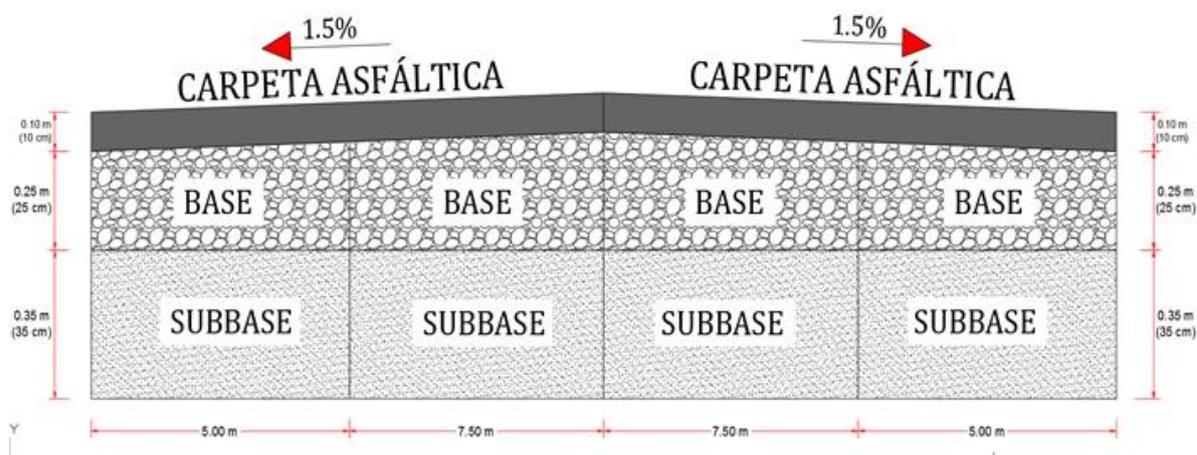


Figura 57. Sección del Pavimento Francisco Carlé de Jauja

Fuente: FAARFIELD V1.42

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 1. Respecto a la Hipótesis General: La implementación de infraestructura vial mejora la capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.**

Mediante la investigación realizada, los ensayos y datos obtenidos nos permitieron definir la capacidad operativa actual del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja con solo dos operaciones diarias, así como plantear el diseño utilizando el software Faarfield y la metodología FAA de la nueva infraestructura (Figura N° 57) y demostrando su funcionalidad a través de una simulación 3D y un diagrama Gantt (Tabla N° 60) donde se muestra las principales actividades realizadas en el área de movimiento del aeropuerto y los horarios estructurados para que se puedan realizar seis operaciones diarias simultáneamente con el nuevo diseño geométrico propuesto en el lado aire del aeropuerto que consta de calles de rodaje, constatando así que a través de la Implementación de una nueva Infraestructura vial mejora la capacidad operativa en tres veces más de la tiene actualmente ya que se podrá tener simultáneamente aeronaves en la pista operando con eficiencia y productividad.

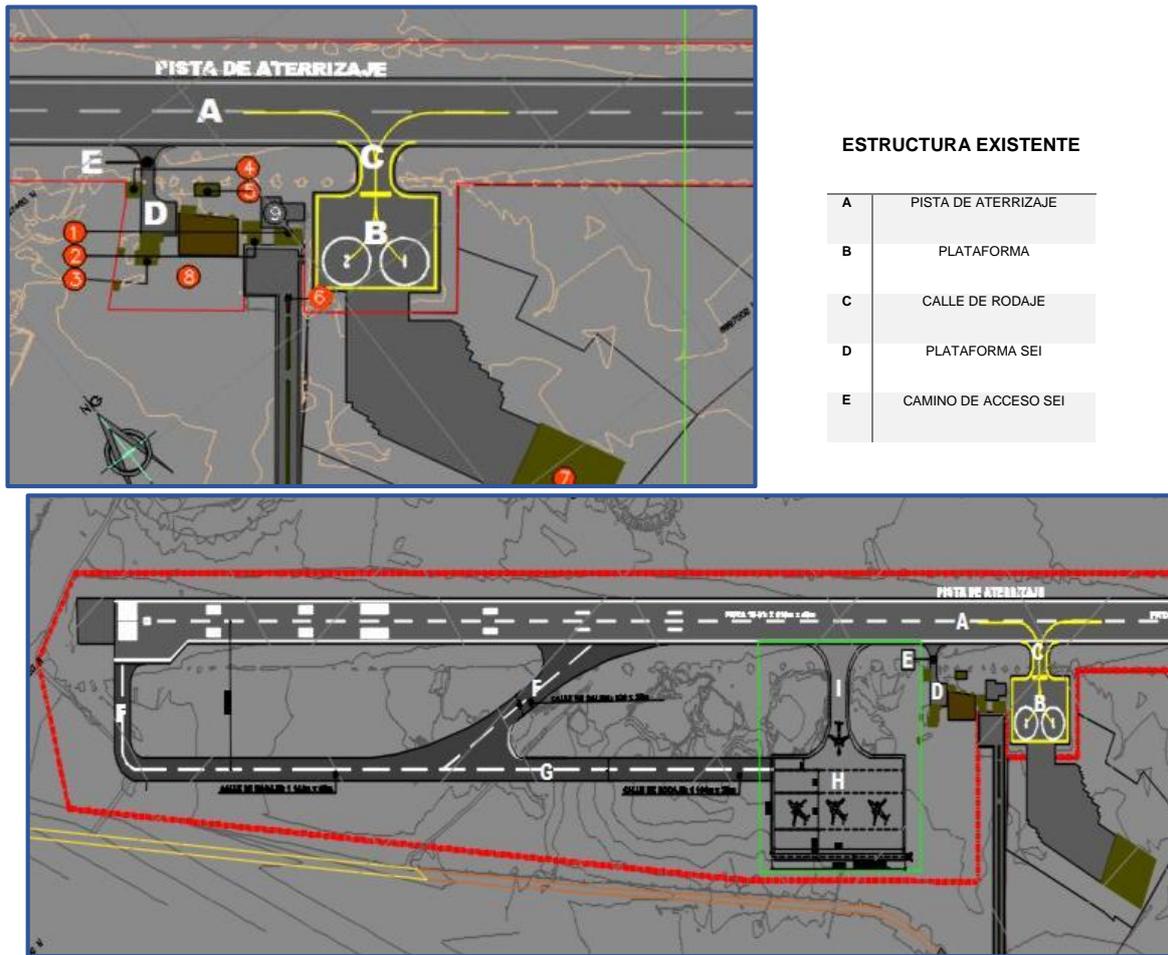


Figura 58. Plano de Estructura Existente y Estructura Proyectada

Fuente: Elaboración propia

A través de la simulación 3D se comprobó que la implementación de calles de rodaje mejora la capacidad operativa del aeropuerto ya que actualmente la pista solo puede ser usada por una aeronave mientras que otra espera al despegue de esta para poder iniciar su operación, con la nueva infraestructura proyectada de calles de rodaje el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja mejorará en gran medida su capacidad operativa ya que se podrá tener hasta tres aviones al mismo tiempo en operación en el aérea de movimiento del aeropuerto y unas tres en espera.

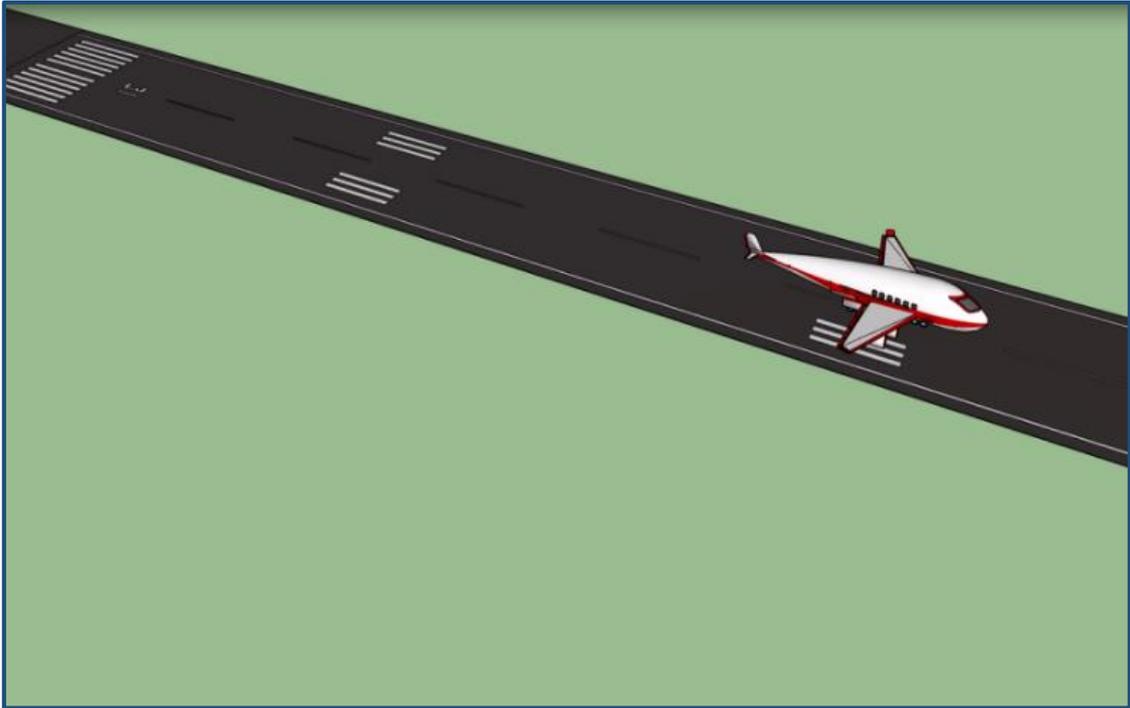


Figura 59. Vista de la animación 3D referente al movimiento de la aeronave en la pista de aterrizaje y el recorrido que realiza en el área de movimiento.

Fuente: Elaboración Propia

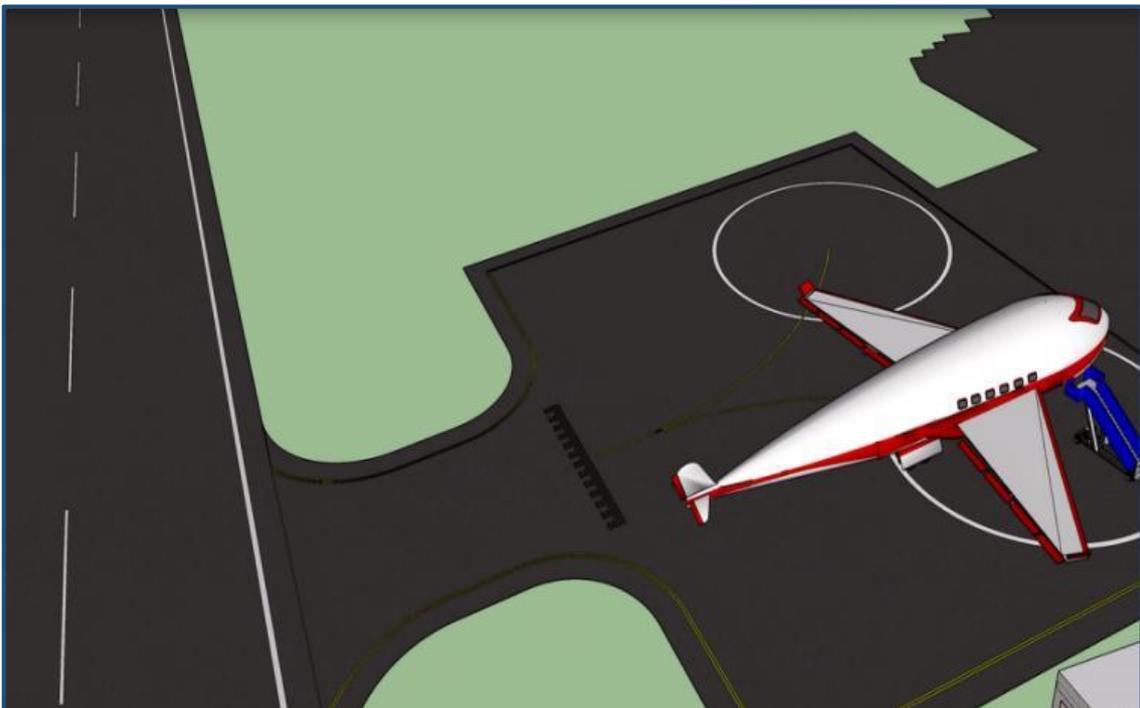


Figura 60. Vista de la plataforma con la aeronave de diseño estacionada (Airbus 320-200)

Fuente: Elaboración Propia

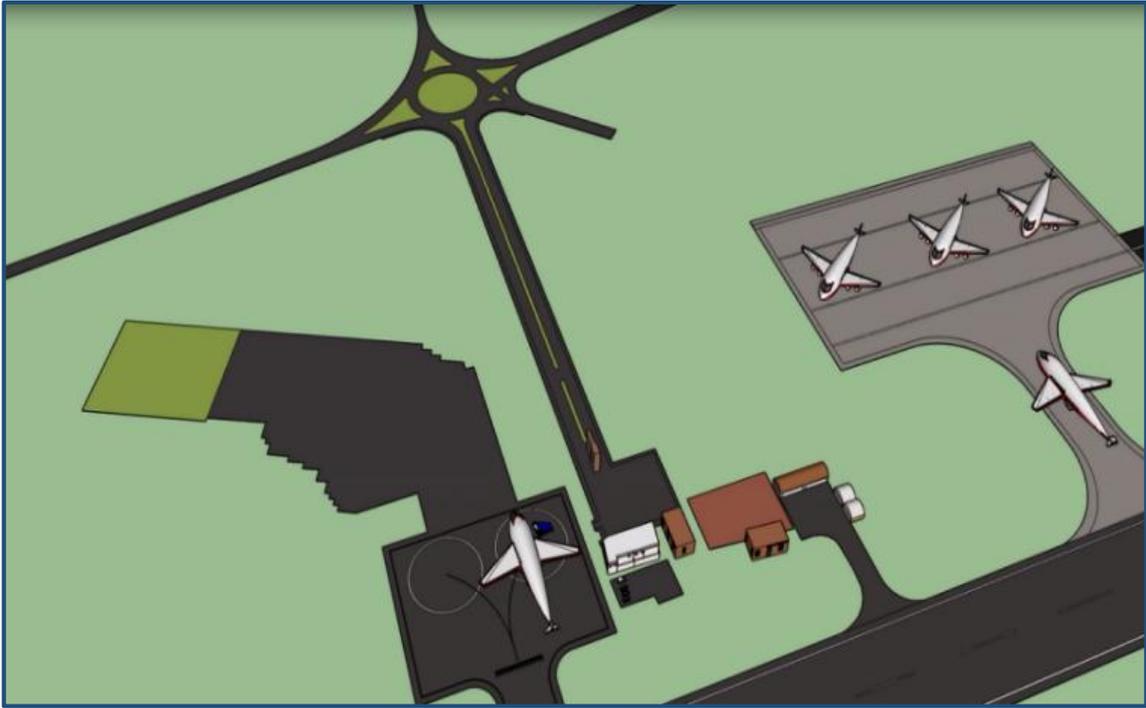


Figura 59. Vista de toda el área de movimiento y área de rodaje del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

Fuente: Elaboración Propia

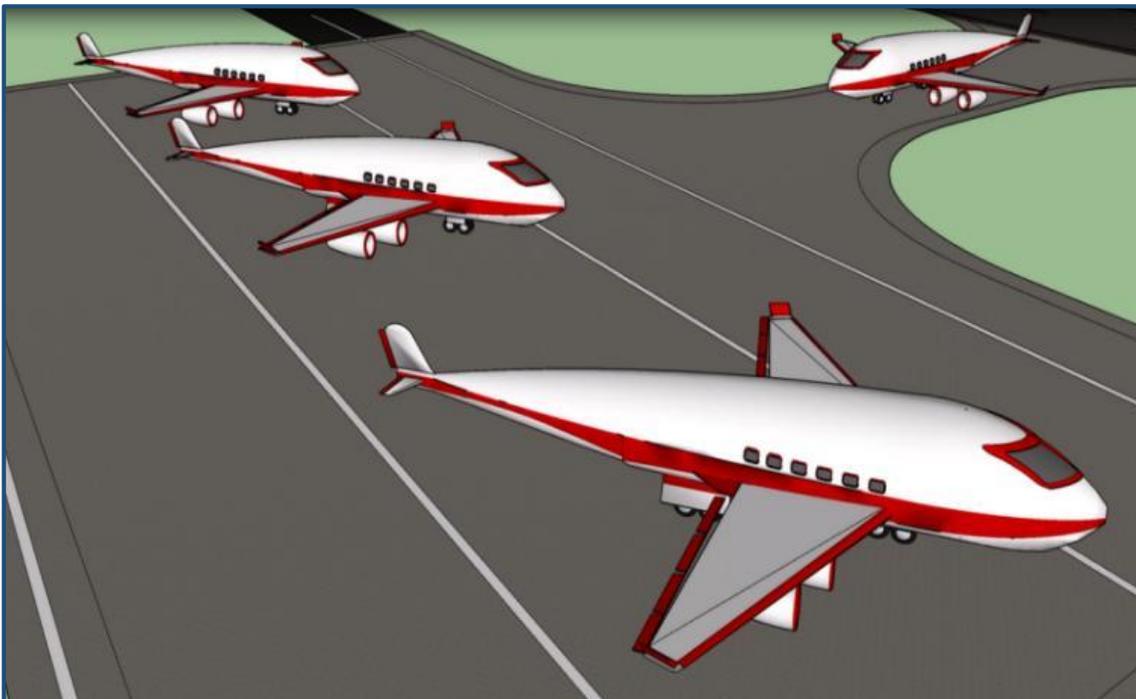


Figura 62. Detalle del estacionamiento de aeronaves en el apartadero de espera diseñado.

Fuente: Elaboración Propia

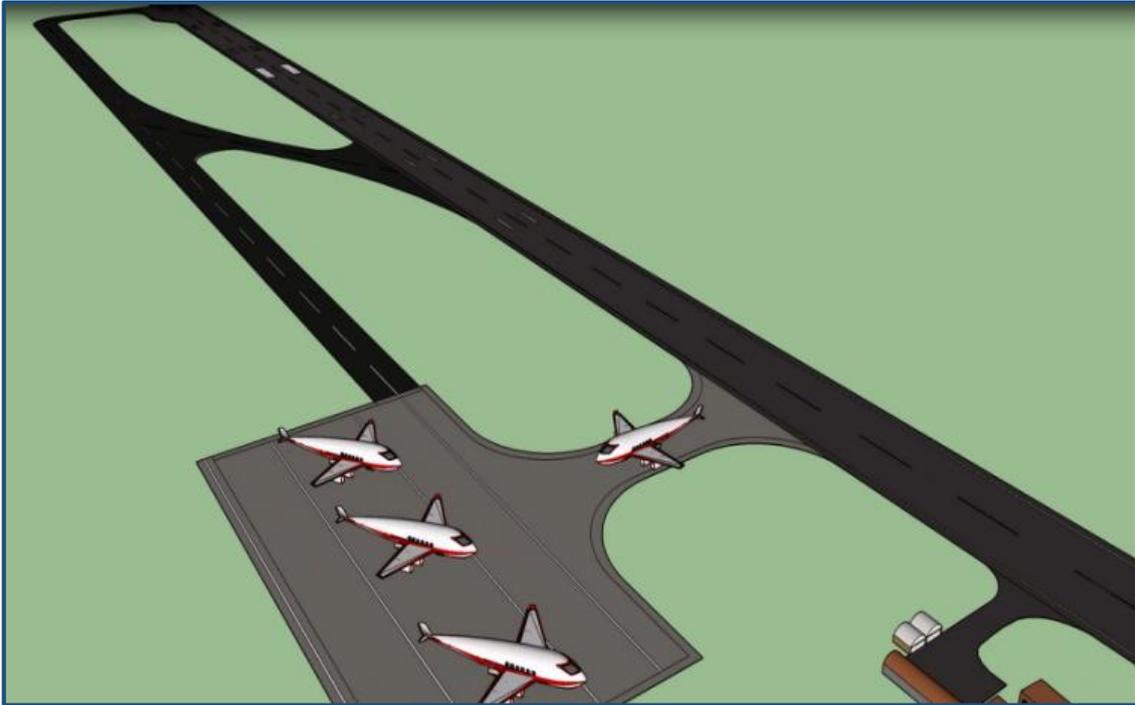


Figura 60. Detalle del ingreso de la aeronave de diseño al apartadero de espera.

Fuente: Elaboración Propia

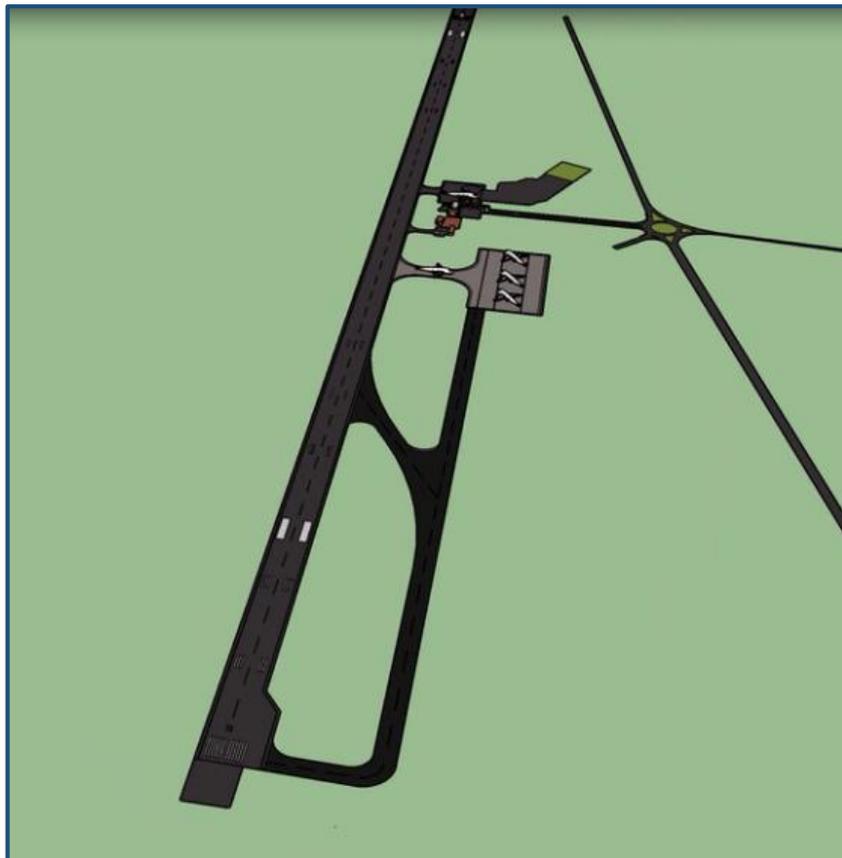
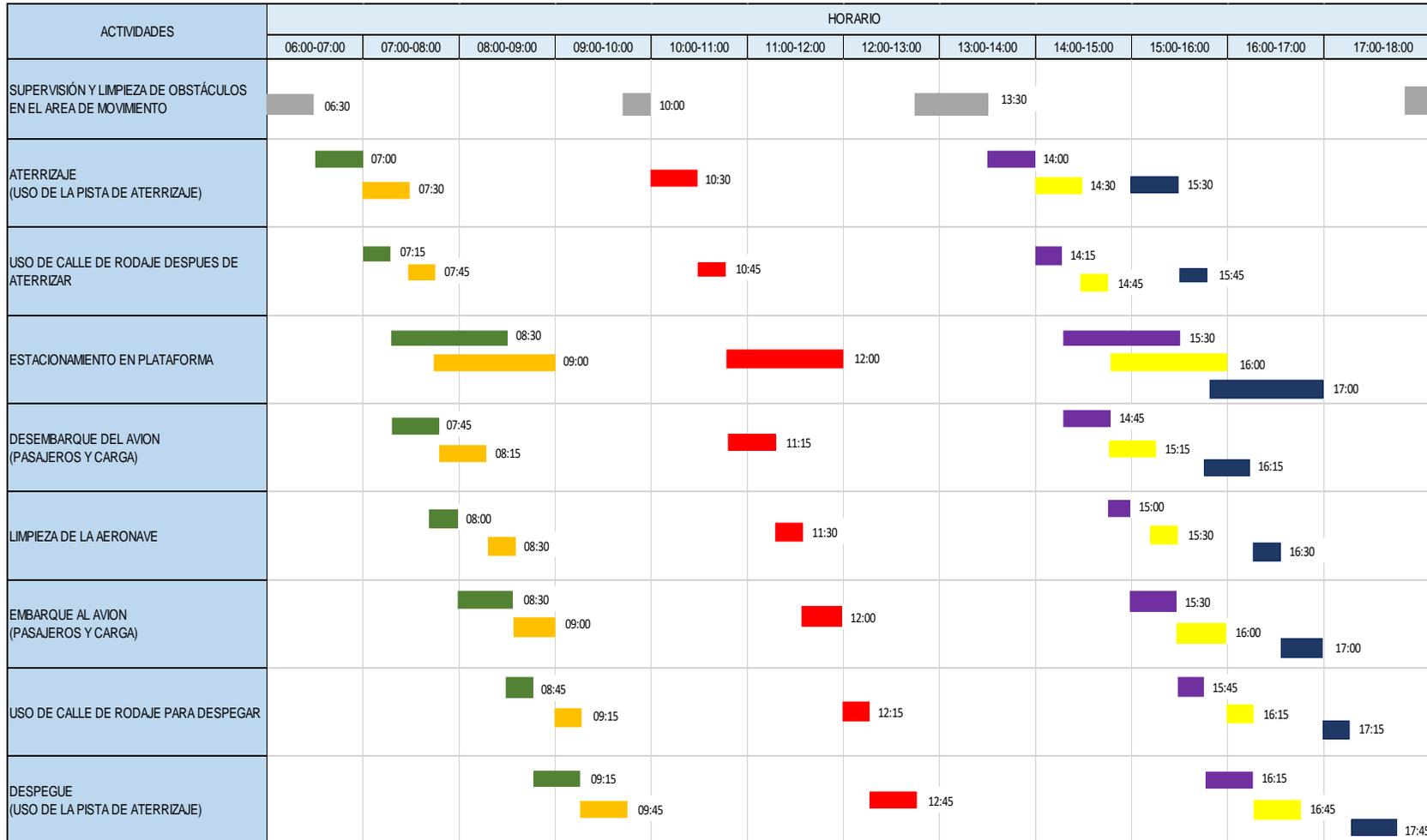


Figura 61. Vista en planta del diseño de la nueva infraestructura del área de movimiento y rodaje del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Diagrama Gantt de operaciones con la nueva estructura proyecta



LEYENDA	
	Operación N°1
	Operación N°2
	Operación N°3
	Operación N°4
	Operación N°5
	Operación N°6

Fuente: Elaboración Propia

2. Respecto a la Hipótesis específica a: La capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja es inadecuada en función a la infraestructura vial actual.

En el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja solo operan dos aerolíneas Latam Airlines y Peruvian Airlines, al no tener calles de rodaje el flujo de salida y entrada de aviones está supeditada a esperar que solo un avión pueda hacer uso del área de movimiento de este aeropuerto.

La capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja en función de la infraestructura vial que posee actualmente se expresa en el movimiento tanto de pasajeros, operaciones y carga como se muestra en las tablas 61, 62 y 63 que reflejan los tres últimos años, en las cuales se evidencia que en el año 2018 ha habido incrementos en movimiento de pasajeros del 22.66%, en operaciones del 2.78% y disminución en carga en un 24.30% en comparación con el año 2017, pero por lo contrario para este año 2019 en función del año 2018 se ha reducido los movimientos tanto en pasajeros en un 0.6%, operaciones en un 21.35% y carga en un 66.65%, debido a que en este año se produjo fallas estructurales en el pavimento de la pista de aterrizaje por lo cual esta no ha estado operativa en su totalidad. También lo podemos observar en los gráficos presentados anteriormente en el capítulo de Capacidad operativa.

Por todo ello queda demostrado que la capacidad operativa del aeropuerto es inadecuada en función a la infraestructura vial que posee actualmente.

Tabla 61. Movimiento general de pasajeros

AEROPUERTO		2017	2018	2019
ENERO	Entrada	2,147	10,541	7,223
	Salida	2,193	10,942	7,501
FEBRERO	Entrada	2,412	10,582	7,997
	Salida	2,352	10,205	8,164
MARZO	Entrada	6,961	9,770	9,634
	Salida	6,440	9,170	9,829
ABRIL	Entrada	7,492	8,989	9,506
	Salida	7,262	9,023	9,344
MAYO	Entrada	6,722	9,795	10,952
	Salida	6,406	9,572	10,606
JUNIO	Entrada	7,125	9,512	9,927
	Salida	6,891	9,148	9,727
JULIO	Entrada	10,794	10,766	11,164
	Salida	9,780	9,552	9,932
AGOSTO	Entrada	10,910	10,863	10,360
	Salida	11,609	10,588	10,152
SETIEMBRE	Entrada	10,594	9,591	9,857
	Salida	10,778	9,311	9,869
OCTUBRE	Entrada	9,762	10,669	8,448
	Salida	9,475	10,258	8,078
NOVIEMBRE	Entrada	9,055	7,760	9,253
	Salida	9,043	7,705	9,225
DICIEMBRE	Entrada	11,303	8,049	11,126
	Salida	9,850	7,446	10,549
TOTAL	Entrada	95,277	116,887	115,447
	Salida	92,079	112,920	112,976
TOTAL	(E/S)	187,356	229,807	228,423

Nota: Se incluye información disponible acerca de vuelos regulares, no regulares, aviación general y militares.

Entrada: Arribo de pasajeros

Fuente: CORPAC y DGAC.

Salida: Embarque de pasajeros

Elaboración: Propia

Tabla 62. Movimiento general de operaciones

AEROPUERTO		2017	2018	2019
ENERO	Entrada	82	164	75
	Salida	82	163	75
FEBRERO	Entrada	62	137	74
	Salida	62	135	74
MARZO	Entrada	125	199	130
	Salida	122	189	130
ABRIL	Entrada	118	130	122
	Salida	118	137	123
MAYO	Entrada	164	125	117
	Salida	160	123	117
JUNIO	Entrada	140	145	147
	Salida	139	145	146
JULIO	Entrada	176	137	128
	Salida	176	133	127
AGOSTO	Entrada	172	139	119
	Salida	172	135	121
SETIEMBRE	Entrada	174	160	128
	Salida	173	161	128
OCTUBRE	Entrada	156	155	87
	Salida	156	151	88
NOVIEMBRE	Entrada	160	125	106
	Salida	159	125	105
DICIEMBRE	Entrada	184	150	147
	Salida	185	149	148
TOTAL	Entrada	1,713	1,766	1,380
	Salida	1,704	1,746	1,382
TOTAL	(E/S)	3,417	3,512	2,762

Nota: Se incluye información disponible acerca de vuelos regulares, no regulares, aviación general y militares.

Entrada: Arribo de pasajeros

Salida: Embarque de pasajeros

Fuente: CORPAC

Elaboración Propia

Tabla 63. Movimiento general de carga (En Kg)

AEROPUERTO		2017	2018	2019
ENERO	Entrada	223	800	0
	Salida	0	2,705	77
FEBRERO	Entrada	131	15	0
	Salida	127	1,355	820
MARZO	Entrada	6,605	1,570	3,780
	Salida	538	1,740	804
ABRIL	Entrada	1,722	3,650	1,200
	Salida	0	1,630	709
MAYO	Entrada	4,230	3,900	160
	Salida	611	1,802	1,343
JUNIO	Entrada	4,350	800	500
	Salida	383	15	1,479
JULIO	Entrada	4,160	2,237	464
	Salida	1,488	1,601	163
AGOSTO	Entrada	0	300	0
	Salida	2,220	2,337	2
SETIEMBRE	Entrada	3,610	800	0
	Salida	1,466	905	0
OCTUBRE	Entrada	703	0	0
	Salida	750	2,175	0
NOVIEMBRE	Entrada	2,210	150	0
	Salida	4,065	1,867	0
DICIEMBRE	Entrada	6,100	950	0
	Salida	117	1,180	0
TOTAL	Entrada	34,044	15,172	6,104
	Salida	11,765	19,311	5,397
TOTAL	(E/S)	45,809	34,483	11,501

Nota: Se incluye información disponible acerca de vuelos regulares, no regulares, aviación general y militares.

Entrada: Arribo de pasajeros

Salida: Embarque de pasajeros

Fuente: CORPAC

Elaboración: Propia

3. Respecto a la Hipótesis específica b: El diseño de la infraestructura vial de las calles de rodaje en el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja se diseña con la metodología de la FAA y con el uso del software FAARFIELD.

Haciendo uso de la metodología y lineamientos que establece la Administración Federal de Aviación (FAA) y utilizando el software de diseño FAARFIELD V1.42, se logró realizar el diseño del pavimento flexible para las calles de rodaje y calle de salida del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja. Para el diseño se recabo datos de estudio de suelos, levantamiento topográfico, estudio de tráfico aéreo, salidas anuales por cada aeronave, peso de despegue de cada aeronave y razón de crecimiento anual. Datos que fueron ingresados en el software de diseño y nos dieron los siguientes resultados:

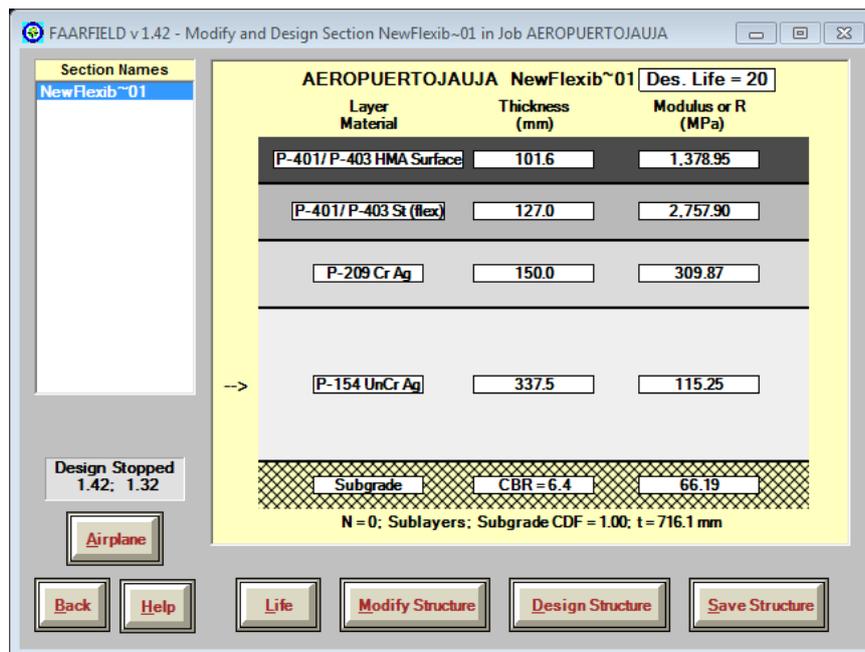


Figura 625. Diseño del Pavimento Flexible en el software FAARFIELD

Tabla 64. Espesores de las Capas del Pavimento Flexible

CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	ESESOR DE LA CALLE DE RODAJE		ESESOR DEL BORDE	
	Pulg.	Cm.	Pulg.	Cm.
Capa de rodadura	3.94	10	3.94	10
Capa base o firme	11.82	30	9.85	25
Capa sub base	13.78	35	13.78	35
Espesor total del pavimento	29.54	75	27.57	70

Fuente: Elaboración propia

4. **Respecto a la Hipótesis Especifica c: Los beneficios que se obtienen con la implementación de las calles de rodaje se dan fundamentalmente en un mayor flujo de movimiento de operaciones, pasajeros y carga.**

Esta nueva infraestructura traerá consigo mejoras significativas en la capacidad operativa tanto en el flujo de movimiento de pasajeros, operaciones y cargas del aeropuerto ya que la capacidad operativa será tres veces mejor que la que tiene actualmente (demostrado ya anteriormente) y cumpliría con las proyecciones futuras satisfaciendo así la oferta y demanda.

En los gráficos vueltos a presentar abajo vemos el gran incremento de flujo en operaciones, pasajeros y carga de los próximos 5 años, que podría satisfacer el aeropuerto con una nueva infraestructura, haciendo que el aeropuerto sea eficiente y funcional.

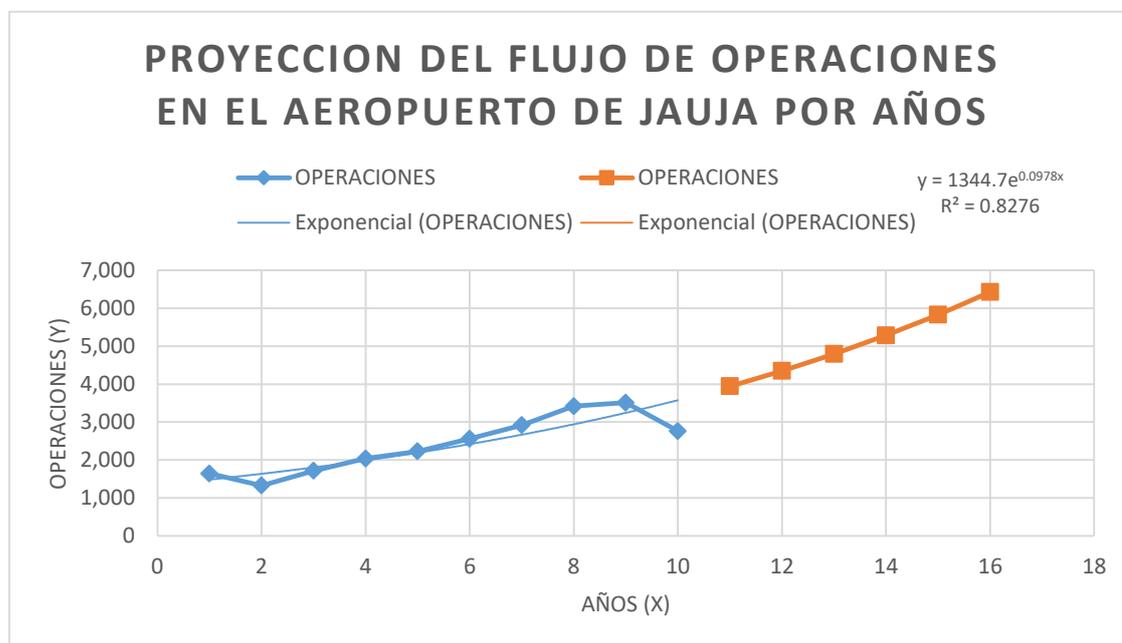


Gráfico 8. Proyección del flujo de operaciones

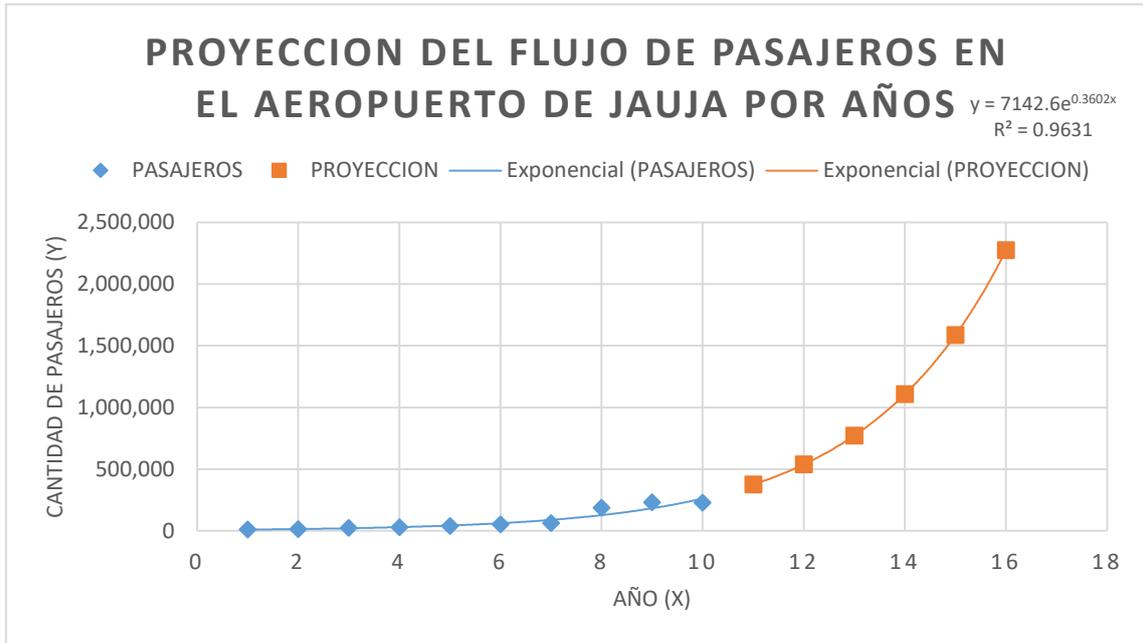


Gráfico 9. Proyección del flujo de pasajeros

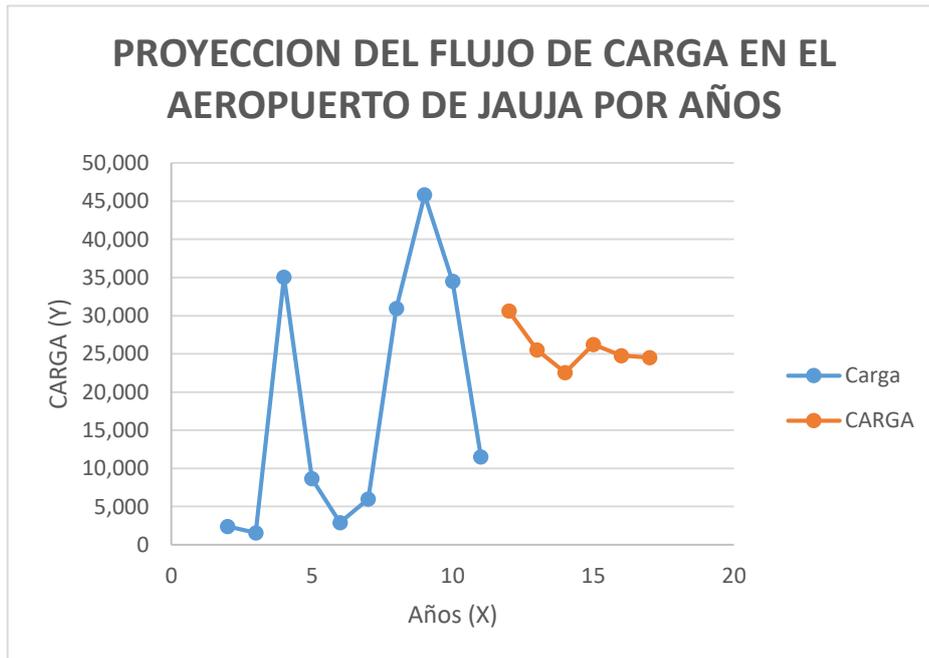


Gráfico 10. Proyección del flujo de carga en el aeropuerto

CONCLUSIONES

1. En mención a la hipótesis general con la implementación de infraestructura vial se mejora la capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja que se expresa en movimiento de pasajeros, operaciones y carga, así como el uso de la normativa aeroportuaria internacional FAA en el diseño geométrico con el software FAARFIELD de los elementos faltantes del lado aire nos llevaron a obtener una infraestructura de rodaje que implementa al aeropuerto, elevando así su capacidad operativa en tres veces más de la que tiene actualmente debido a que se puede tener 3 aeronaves en el apartadero de espera y 3 aeronaves operando simultáneamente en la pista de aterrizaje y la calle de rodaje (área de movimiento) siendo demostrado esto mediante un diagrama Gantt (Tabla N°60) de las operaciones que se pueden realizar con la estructura proyecta y una animación 3D que demuestra su funcionalidad.
2. La capacidad operativa del aeropuerto de Jauja es inadecuada por la deficiente infraestructura actual que posee, con la evaluación obtuvimos que para el año 2019 en función al año 2018 se ha reducido los movimientos tanto de pasajeros en un 0.6%, operaciones en un 21.35% y cargas en un 66.65%, debido a fallas estructurales en la pista de aterrizaje lo que limito a que esta no se encuentre operativa en su totalidad. Incluso notamos la importancia de implementar infraestructura con el fin de satisfacer demanda futura y elevar la capacidad operativa como se vio reflejado en el año 2017 con el mejoramiento realizado.
Además, con el estudio de la capacidad operativa del aeropuerto obtuvimos los valores necesarios para el diseño del pavimento de las calles de rodaje tomados del Movimiento General Aeroportuario de Jauja del año 2018 con un valor general de operaciones de 3512 y una razón de crecimiento anual del 2.8%.

3. Se realizó el diseño geométrico del pavimento tomando como aeronave de diseño al Airbus 320-200 y con sus datos técnicos se determinó el ancho de la calle de rodaje de 15 m, márgenes de 5 m a cada lado de la calle de rodaje, distancia mínima de separación entre ejes de la pista de aterrizaje y la calle de rodaje de 166 m , así como la ubicación en función al umbral de la calle de salida ubicada a 1988.51 m. Obteniendo así las dimensiones de la Calle de Rodaje de 1164 m x 25 m, la calle de salida de 330 m x 25 m y el apartadero de espera de 216.9 m x 106 m.

La aplicación del programa FAARFIELD fue usada en el diseño de la sección del pavimento flexible para las calles de rodaje del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja, dando como resultado un pavimento flexible compuesto por una sección de 10 cm de espesor de Mezcla Asfáltica P-401 sobre una base granular estabilizada tipo P-209 de 30 cm de espesor, situada sobre una sub base granular tipo P-154 de 35 cm de espesor. La infraestructura vial del aeropuerto se ha diseñado bajo las normativas y recomendaciones de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) y la Administración Federal de Aviación (FAA) y con la utilización del software FAARFIELD V 1.42 para el diseño de la sección del pavimento, permitiendo y asegurando así que el diseño de nuestro aeropuerto cumpla con estándares internacionales y de calidad.

4. Con las evaluaciones actuales de la capacidad operativa, las proyecciones realizadas y la futura implementación de calles de rodaje en el aeropuerto Francisco Carlé de Jauja se obtendrían un mayor flujo de movimiento de operaciones, pasajeros y cargas siendo esto uno de los mayores beneficios con cambios importantes en el desarrollo comercial, industrial, cultural, turístico y gastronómico como consecuencia a los mayores despegues y aterrizajes, mayor demanda de pasajeros, precios de mercado, por consiguiente obteniendo una mejora económica para la región.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mejorar la infraestructura vial de los aeropuertos, así como el mantenimiento adecuado, con la finalidad de optimizar su capacidad operativa.
2. Se sugiere realizar estudios detallado de la capacidad operativa de los aeropuerto que contemple los parámetros fundamentales de su operatividad las operaciones, flujo de pasajeros, de carga y la razón de crecimiento anual información que se contempla en el Plan Maestro de los Aeropuertos; así como el estado de la infraestructura vial que posee para poder definir cuál es el estado situacional del aeropuerto tanto del lado aire como del lado tierra y determinar si con la infraestructura existente tiene una adecuada capacidad operativa.
3. Se recomienda utilizar la normativa internacional de la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) y la Administración Federal de Aviación (FAA) para el diseño de infraestructura vial de los aeropuertos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AEROPUERTOS.** *Aeropuertos.Capitulo I.* Mexico : s.n., s.f.
2. **ANEXO 14** “Aeródromos”,
3. **ARTICULO CIENTIFICO:** *Revista Infraestructura Vial / Lanamme UCR*
ISSN: 1409-4045 - ISSN electrónico: 2215-3705 / Volumen 18 / Número
32 / Diciembre, 2016 .
4. **CEU.** *Curso de Especialista Superior en Gestión Aeronáutica y
Aeroportuaria.* 2009.
5. **CORPAC.** *Aeropuerto Francisco Carle.* Lima : s.n., s.f.
6. **FAA. ADVISORY CIRCULAR 150/5320-6D** .*Airport Pavement Design
and Evaluation.* Estados Unidos : s.n., 1995.
7. **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. AC 150/5300 - 13A.** *Diseño
de aeropuertos “Airport Design”* Traducción Propia. Estados Unidos.
8. **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION .AC 150/5335 - 5C.** *Método
estandarizado para reportar la resistencia del pavimento del aeropuerto -
PCN “Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength –
PCN”* Traducción Propia. Estados Unidos.
9. **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. AC 150/5320 - 5D** *Diseño de
Drenaje Aeroportuario “Airport Drainage Design”* Traducción Propia.
Estados Unidos.
10. **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. AC N° 150/5320-6E.** *Airport
Pavement Design and Evaluation.* Traducción Propia. Estados Unidos
:2009.
11. **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION .AC 150/5320 – 6F** .“*Airport
Pavement Design and Evaluation”* Traducción Propia. Estados Unidos.
12. **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION .AC 150/5370 - 10F** .*Normas
para Especificar la Construcción de Aeropuertos. “Standards for
Specifying Construction of Airports”* Traducción Propia. Estados Unidos.
13. **GARDEY, Julian Perez Porto Y Ana.** *Definicion de Aeropuerto.* 2013.
14. **HORONJEFF, Robert; MCKELVEY, Francis; SPROULE, William;
YOUNG, Seth.** *Planning and Design of Airports.* Traducción propia. Quinta
edición. Estados Unidos: McGraw Hill, 2010

15. **HOYOS, D.** *Diseño Estructural De Pavimentos Para Aeropuertos*. Revista de la Universidad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia.
16. **ICAO.** *PLANES MAESTROS: Conceptos de planificacion aeroportuaria (Lado Aire y tierra)*. Lima : s.n., 2013.
17. **MANUAL DE AEROPUERTOS STOL** (Doc. 9760).
18. **MANUAL DE DISEÑO DE AERÓDROMOS** (Doc. 9157)
19. **MANUAL DE PLANIFICACIÓN DE AEROPUERTOS** (Doc. 9184).
20. **MCGRAW HILL.** *Planning and Design of Airports*. Estados Unidos , 2010.
21. **MTC.** *Manual de Carreteras. Seccion Suelos y Pavimentos*. 2014.
22. **OACI.** *Manual de Diseño de aerodromos -Parte 1: Pistas*. Tercera Edicion. Canada : Organizacion de Aviacion de Aviacion Civil Internacional, 2006.
23. **OACI.** *Manual de diseño de aerodromos Parte II: Rodaje y plataforma*. Cuarta Edicion . Canada : s.n., 2005.
24. **VILLAGAZ CRESPO, C.** *Vías de Comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos*. Cuarta edicion. Mexico : Limusa, 2008

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

“IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cómo influye la implementación de la infraestructura vial en la capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja – Junín?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Establecer la influencia de la implementación de infraestructura vial en la capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja</p>	<p>GENERAL:</p> <p>La implementación de infraestructura vial mejora la capacidad operativa del Aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.</p>	<p align="center">VARIABLE INDEPENDIENTE(X)</p> <p>Infraestructura Vial</p>	<p align="center">TIPO DE PAVIMENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capa de Rodadura • Capa Base • Capa Sub base 	<p>Nivel de investigación:</p> <p>Descriptivo-Explicativo</p> <p>Método General:</p> <p>Científico</p> <p>Método Específico:</p> <p>Analítico – Sintético</p>
<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>a. ¿Cuál es la capacidad operativa del aeropuerto con la infraestructura vial actual?</p> <p>b. ¿Cuál es el diseño de la infraestructura vial de las calles de rodaje en el aeropuerto?</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>a. Determinar la capacidad operativa del aeropuerto con la infraestructura vial actual.</p> <p>b. Establecer el diseño de la infraestructura vial de las calles de rodaje en el aeropuerto.</p>	<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>a. La capacidad operativa del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja es inadecuada en función a la infraestructura vial actual.</p> <p>b. El diseño de la infraestructura vial de las calles de rodaje en el</p>			<p align="center">METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de Pavimento Aeroportuario • Software Faarfield • Tráfico • Suelos • Topográfico • Pluviométrico

<p>c. ¿Qué beneficios se obtienen con la implementación de este proyecto?</p>	<p>c. Especificar los beneficios resultantes de la implementación de la infraestructura vial del aeropuerto.</p>	<p>aeropuerto Francisco Carlé de Jauja se diseñó con la metodología de la FAA y con el uso del software FAARFIELD.</p> <p>c. Los beneficios que se obtienen con la implementación de las calles de rodaje se dan fundamentalmente en un mayor flujo de movimiento de operaciones, pasajeros y carga.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE(Y)</p> <p>Capacidad Operativa</p>	<p>ÁREAS DE TRABAJO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Terminal de Pasajeros • Torre de Control • Instalaciones de Carga • Parking /Estacionamiento • Pista de Aterrizaje • Calles de Rodaje • Plataforma 	<p>Para la presente investigación la población estuvo conformada por los dos lados del aeropuerto Francisco Carlé de Jauja.</p> <p>Muestra</p> <p>Se realiza a los dos lados ya que son determinantes en la investigación.</p> <p>Técnicas e instrumentos:</p> <p>Técnica:</p> <p>Observación y análisis documental</p> <p>Instrumento:</p> <p>Ficha de observación</p>
---	--	--	--	-------------------------	--	---

ANEXO 2
MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE (X): INFRAESTRUCTURA VIAL	La infraestructura vial es todo conjunto de elementos que permite el desplazamiento de un medio de transporte, de un lugar a otro.	TIPO DE PAVIMENTO	FLEXIBLE	Capa de rodadura
				Capa base
				Capa sub base
		METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS	METODOLOGÍA FAA	Diseño de Pavimento Aeroportuario
				Software Faarfield
			ESTUDIOS	Tráfico
				Suelos
				Topográfico
DEPENDIENTE (Y): CAPACIDAD OPERATIVA	Va en función de los elementos de las diversas áreas de trabajo tanto del lado tierra como del lado aire	ÁREAS DE TRABAJO	LADO TIERRA	Terminal de Pasajeros
				Torre de Control
				Instalaciones de Carga
				Parking /Estacionamiento
			LADO AIRE	Pista de Aterrizaje
				Calles de Rodaje
				Plataforma

ANEXO 3
MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE INSTRUMENTO

VARIABLES	DIMENSIONES	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS PARA LA FICHA DE OBSERVACION	DETALLES
DEPENDIENTE (Y): CAPACIDAD OPERATIVA	ÁREAS DE TRABAJO	LADO AIRE	Pista de aterrizaje	Descripción de la Pista	Existencia, área, dimensiones
			Calles de Rodaje	Descripción de las Calles de Rodaje	Existencia, área, dimensiones
			Plataformas	Descripción de las Plataforma	Existencia, área, dimensiones
		LADO TIERRA	Terminal de pasajeros	Descripción del tipo de terminal	Geometría, Niveles
			Torre de Control	Descripción de Procesos	Pasajeros en Partidas, Pasajeros en arribos
			Instalaciones de Carga	Descripción de las Instalaciones de Carga	Presencia , área , dimensiones
			Parking / estacionamiento	Descripción del Parking	Existencia, dimensiones
INDEPENDIENTE (X): INFRAESTRUCTURA VIAL	TIPO DE PAVIMENTOS	FLEXIBLE	Capa de rodadura	Detalles del tipo de pavimento de la infraestructura vial: * Pista * Calles de Rodaje * Plataforma	Tipo de pavimento
			Capa base		
			Capa sub base		

	METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS	METODOLOGÍA FAA	Diseño de Pavimento Aeroportuario	Propuesta de diseño para infraestructura vial faltante: * Capacidad Operativa del aeropuerto *Avión de Diseño *Peso Total del Avión *Tipo y geometría del tren de aterrizaje * Presión del Neumático * Volumen de tráfico : Salidas anuales (solo de despegue) * Tráfico aéreo /Aeronaves permitidas que operan en el aeropuerto de estudio.	Propuesta
			Software FAARFIELD		
		ESTUDIOS	Tráfico	Estudios de suelos que se cuenta: *Suelos *Topográfico * Trafico * Pluviométrico	Resultados de todos los estudios realizados.
			Suelos		
			Topográfico		
Pluviométrico					

ANEXO 4
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CONSTANCIA DE SU
APLICACIÓN

FICHA DE OBSERVACIÓN

Fecha: 18-Julio-2019
 Aeropuerto: FRANCISCO CARLÉ DE JAUA
 Ubicación: APROXIMADAMENTE A 2 Km DE LA CIUDAD DE JAUA, PROVINCIA DE JAUA, REGIÓN JUNÍN
 Tipo de Aeropuerto: NACIONAL
 Aerolíneas que Operan en el Aeropuerto: LATAM AIRLINES y PERUVIAN AIRLINES
 Situación observada y contexto: DETENCIÓN DE PISTA DE ATERRIZAJE.
 Tiempo de observación: 3 HORAS
 Observadoras: BACH. CAMILA SHIONE GARCIA GONZALO y BACH. STEPHANNY LUCIA HERRERA MORALES
 Administrador del Aeropuerto: SR. JOSÉ ANTONIO GÓMEZ CAMPOS

1. Pautas para la observación

Aspectos a tener en cuenta en el trabajo, pautas para la observación

A. LADO AIRE: Presencia de los elementos del lado aire y las características de las mismas.

Indicadores	Presencia	Área	Dimensiones	Pavimento
Descripción de la Pista de aterrizaje	SI	126.450.00 m ²	2.810m x 45m	ASFALTO
Descripción de las Calles de Rodaje		977.50 m ²	42,5m x 23m	ASFALTO
Descripción de la Plataforma	SI	6.300.00 m ²	90m x 70m	ASFALTO

Otras Observaciones:

- LA PISTA DE ATERRIZAJE POSEE UNA ZONA DE PARADA EN AMBOS UMBRALES DE 60m x 60m, MARGENES DE 3m EN AMBOS SENTIDOS Y UNA PENDIENTE LONGITUDINAL DE 0.299%.
- SE OBSERVA UNA CALLE DE RODAJE DE SAUDA CON MARGENES DE 3m DE CADA LADO Y UNA PENDIENTE TRANSVERSAL DE 0.5%.
- LA PLATAFORMA TIENE PENDIENTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL DE 0.5%.

B. LADO TIERRA:

B.1. TIPO DE TERMINAL: Presencia de terminal, el tipo de geometría y niveles

Indicadores	Presencia	Área	Niveles	Geometría
Descripción de tipo de Terminal de pasajeros	SI	220.21 m ²	1	LINEAL SIMPLE

Otras Observaciones:

- SE ENCUENTRA UBICADO A 1.420.00 m DEL UMBRAL 13 HACIA EL LADO DERECHO y A 31m DEL EJE DE LA PISTA DE ATERRIZAJE.
- EN LA TERMINAL DE PASAJEROS SE OBSERVA LAS SIGUIENTES INSTALACIONES: UN HALL DE 95.71 m² CON DOS COUNTERS DE LAS AEROLÍNEAS QUE OPERAN EN EL AEROPUERTO, UNA ZONA DE EMBARQUE DE 59.36 m², UNA OFICINA ADMINISTRATIVA y UNA OFICINA DE LAS AEROLÍNEAS.

B.2. PARKING / ESTACIONAMIENTO: Presencia de parking, área, dimensiones y otras observaciones.

Indicadores	Presencia	Área	Dimensiones	Pavimento
Descripción del Parking / Estacionamiento	SI	1,389.50 m ²	33.7 m x 35 m	

Otras Observaciones:

- SE ENCUENTRA FRENTE A LA TERMINAL DE PASAJEROS Y CUENTA CON 23 PUESTOS DE ESTACIONAMIENTO.

B.4. TERMINAL DE CARGAS

Indicadores	Presencia	Área	Dimensiones	Pavimento
Descripción del Terminal de Cargas	NO			

Otras Observaciones:

- NO PRESENTA INSTALACIONES DE CARGA.

C. PAVIMENTO: Indicar el tipo de pavimento del área de movimiento.

Indicadores	Flexible	Rigido
Pista de aterrizaje	X	
Calles de rodaje		
Plataforma		

Otras Observaciones:

- CERCA DEL UMBRAL 13 DE LA PISTA DE ATERRIZAJE SE PRESENTA EN EL PAVIMENTO BACHES, FURRAS Y GRIETAS TIPO PIEL DE COCODRILLO.
- LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO DE LA PISTA DE ATERRIZAJE ES DE 30 F/C/X/T
- LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO DE LA CALLE DE RODAJE DE SALIDA ES DE 30 F/C/X/T
- LA RESISTENCIA DEL PAVIMENTO DE LA PLATAFORMA ES DE 30 F/C/X/T

D. PROPUESTA DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA VIAL FALTANTE:

LA PROPUESTA DE DISEÑO SE ENFOCARÁ EN LA IMPLEMENTACIÓN DE CALLES DE RODAJE YA QUE DE ESA FORMA SE PODRÁ MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA DEL AEROPUERTO, AL PODER DAR ACOGIDA A MAYOR NÚMERO DE AVIONES, CONSIDEREMOS ADEMÁS EN EL DISEÑO UNA APARTADERO DE EMERGENCIAS.

E. ESTUDIOS: Indicar el tipo de estudios que se necesitan y que ya se tienen.

Indicadores	Necesario	Antecedentes
Tráfico	SI	
Suelos	SI	
Canteras	SI	
Pluviométrico	SI	

Otras Observaciones:

LOS DATOS RECOGIDOS DEL ESTUDIO DE TRÁFICO SERÁN ENVIADOS PARA EL DUEÑO
 ASI COMO SE TOMO MUESTRAS PARA EL ENSAYO DE SUELOS, ASI COMO LA REALIZACIÓN
 DE CANTERAS Y EL ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO.

F. AERONAVES:

MODELO DE AERONAVE	Peso de despegue (Kg)	Tipo de tren de Aterrizaje	Salidas anuales (Año 2018)
AIRBUS 320-200	77,000.00	DUAL	1320
AIRBUS 319	70,000.00	DUAL	879
BOEING 737-500	68,000.00	DUAL	797
BOEING 737-500 PRESIDENCIAL	60,550.00	DUAL	10
HERCULES L-100-20	70,300.00	DUAL TANDEM	96
ALENIA C-27J SPARTAN	30,000.00	DUAL TANDEM	95
ANTONOV AN-32B	27,000.00	DUAL	74
TWIN OTTER DAC-6-400	5,670.00	DUAL	72
HELICOPTERO MIL MI-17	13,000.00	SIMPLE	97
PIPER PA-31 NAVAJO	2,950.00	SIMPLE	25
SUPER KING AIR 200	5,670.00	DUAL	23
SUPER KING AIR 350	6,800.00	DUAL	24

Otras Observaciones:

SE CONSIDERARA EL NÚMERO DE SALIDAS ANUALES DEL AÑO 2018 PORQUE ADEMÁS
 DE TENERLO COMPLETO PARA EL AÑO DE INVESTIGACIÓN, SE RECOMIENDA QUE
 PARA EL DISEÑO SE TOQUE COMO REFERENCIA LOS DATOS DE UN AÑO ANTERIOR AL DEL
 AÑO QUE SE REALIZA EL DISEÑO.
 CONSIDERAR ADICIONALMENTE QUE ES IMPORTANTE CONOCER LA AERONAVE CÉTRICA, ES
 DECIR LA AERONAVE CON MAYOR PESO Y LONGITUD.

G. PASAJEROS:

Año	Flujo de Pasajeros	Flujo de Operaciones	Flujo de Carga
2018	229,807	3,512	39,483
2017	187,356	3,417	45,803
2016	61,965	2,316	30,945

Otras Observaciones:

EL FLUJO DE PASAJEROS SE DEBE CORRELACIONAR ADICIONALMENTE EL DE OPERACIONES Y CARGAS, YA QUE DE ESTA FORMA EVALUAMOS TAMBIÉN LA CAPACIDAD OPERATIVA QUE TIENE EL AEROPUERTO.

H. MEMORIA ANUAL:

Año	Razón del Crecimiento Anual del Tráfico Aéreo
2018	2.8 %

Otras Observaciones:

LA MEMORIA ANUAL SE ENTREGA EN UN INFORME REALIZADO ANUALMENTE POR CORPOC, QUE DETALLA EL FLUJO DE PASAJEROS, OPERACIONES Y CARGA Y DE FORMA TODA NOVA SE DA EL PORCENTAJE ANUAL, DADO QUE ES IMPORTANTE PARA EL DUEÑO.

I. OTRAS OBSERVACIONES: Indicar otros datos encontrados.

- A LO LARGO DE LA OBSERVACIÓN DEL AEROPUERTO NOS HEMOS PERCATABA EN EL DEBIDO QUE TIENE LA FRONTE FINAL DEL AEROPUERTO PORQUE CONTIENE BARRAS QUE HA OCURRIDO QUE EL AVIÓN NO LLEGA A DESPEGAR DESDE DONDE SE DEBE, DIMINUYENDO ASI LA CAPACIDAD DE LA PISTA.
- SE DEBE TENER EN CUENTA ADICIONALMENTE QUE SE DEBE PLANEAR EL DUEÑO DE UNA TERMINAL MEJOR IMPLEMENTADA.
- ES IMPORTANTE CONCIER LA OPINIÓN DE LOS CONTRIBUYENTES DE TRÁFICO DEL AEROPUERTO YA QUE DE ESTA FORMA TENDRAN ENCUENTRO CUBRIR EN LA FORMA DE LA IMPLEMENTACIÓN ACTUAL Y CUALES SON LAS NECESIDADES QUE SE DEBE TENER EN CUENTA EN LA FORMA DUEÑO.

ANEXO 5
CONFIABILIDAD VALIDA DEL INSTRUMENTO

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

JUICIO DE EXPERTOS

I.- DATOS

- 1.1 APELLIDOS Y NOMBRES: CHAMBI SUÁREZ CARLOS ENRIQUE.
 1.2 DNI: 29726893 TELÉFONO: 959495288
 1.3 GRADO ACADÉMICO: SUPERIOR: MAGISTER
 1.4 INSTITUCIÓN DONDE LABORA: CORPAC S.A.
 1.5 CARGO: ESPECIALISTA AERONAUTICO - AFIS.
 1.6 TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL: 10 AÑOS
 1.7 TÍTULO DE INVESTIGACIÓN: "IMPLEMENTACION DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CHARLÉ DE JAUJA – JUNIN 2019"
 1.8 AUTORAS DEL INSTRUMENTO: García Quijano Camila Shilome
 Herrera Morales Sthephanny Lucia
 1.9 NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de Observación de la Infraestructura vial y la Capacidad Operativa del Aeropuerto Francisco Charlé de Jauja – Junin.

II.- ASPECTOS A EVALUAR:

- a. De 01-09 (No válido, reformular)
 b. De 10-12 (No válido, modificar)
 c. De 12-15 (Válido, mejorar)
 d. De 15-18 (Válido, precisar)
 e. De 18-20 (Válido, aplicar)

Indicadores de Evaluación del Instrumento	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	VALORACIÓN
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado	18
2. Objetividad	Está expresado en conductos observables	18
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología	18
4. Organización	Existe una organización lógica	18
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad	18
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos de estudio	18
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos y temas de estudio	18
8. Coherencia	Hay coherencia entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices	18
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio	18
10. Conveniencia	Es útil para la investigación y genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías	18
	SUB TOTAL/10	180
	TOTAL	18

Opinión de aplicabilidad: VALIDO - APLICAR

Huancayo, 12 de Setiembre de 2019

FIRMA:

CARLOS E. CHAMBO SUÁREZ
OPERADOR - AFIS
CORPAC S.A.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTOS

I.- DATOS

- 1.1 **APELLIDOS Y NOMBRES:** JOSÉ ANTONIO GÓMEZ CAMPOS.
 1.2 **DNI:** 20033775 **TELÉFONO:** 978470507
 1.3 **GRADO ACADÉMICO:** SUPERIOR UNIVERSITARIO ADMINISTRACIÓN
 1.4 **INSTITUCIÓN DONDE LABORA:** CORPAC SA.
 1.5 **CARGO:** ADMINISTRADOR
 1.6 **TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL:** 30 AÑOS
 1.7 **TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:** "IMPLEMENTACION DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CHARLÉ DE JAUJA – JUNIN 2019"
 1.8 **AUTORAS DEL INSTRUMENTO:** García Quijano Camila Shiome
 Herrera Morales Stephanny Lucia
 1.9 **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Ficha de Observación de la Infraestructura vial y la Capacidad Operativa del Aeropuerto Francisco Charlé de Jauja – Junín.

- II.- ASPECTOS A EVALUAR:**
- a. De 01-09 (No válido, reformular)
 - b. De 10-12 (No válido, modificar)
 - c. De 12-15 (Válido, mejorar)
 - d. De 15-18 (Válido, precisar)
 - e. De 18-20 (Válido, aplicar)

Indicadores de Evaluación del Instrumento	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	VALORACIÓN
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado	19
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables	19
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología	18
4. Organización	Existe una organización lógica	18
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad	18
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos de estudio	19
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos, científicos y temas de estudio	19
8. Coherencia	Hay coherencia entre las dimensiones, indicadores, preguntas e índices	19
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio	19
10. Conveniencia	Es útil para la investigación y genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías	18
SUB TOTAL/10		186
TOTAL		18.6

Opinión de aplicabilidad: **VALIDO - APLICAR**

Huancayo, 12 de SETIEMBRE de 2019

FIRMA:

ANEXO 6
AUTORIZACIÓN DE LA CORPORACION PERUANA DE
AEROPUERTOS Y AVIACIÓN COMERCIAL

MTC/CORPAC S.A.
SPJJ-090-2019-C

Jauja, 08 de julio de 2019

Señoritas: Bach. En Ingeniería Civil García Quijano Camila Shiome

Bach. En Ingeniería Civil Herrera Morales Sthephanny Lucía

Ref: Solicitud S/N de fecha 01 de julio de 2019.

Presente. -

De mi especial consideración:

Dando respuesta a lo solicitado en el documento de la referencia les comunico que, los días miércoles y sábado es imposible su ingreso al área de movimiento debido a que tenemos 04 operaciones de las compañías LATAM y Peruvian Air Line S.A.C. entre las 07:00 a.m. y 17:00 p.m. **Los días lunes, martes, jueves y domingo es factible entre las 09:00 a.m. a 12:00 p.m.** ya que tenemos 03 vuelos de las mismas compañías aéreas entre las 07:00 a.m. a 9:00 a.m. y entre las 12:00 p.m. a 17:00 p.m.; todo esto siempre en cuando no tengamos vuelos chárteres y/o vuelos militares lo cual complicaría su ingreso al área de movimiento.

Agradeciendo su comprensión y sin otro en particular, aprovecho la oportunidad para reiterarles las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



JOSE A. CUZCO CAMPOS
ADMINISTRACION AEROPUERTO
CORPAC S.A.

C/c: Archivo.

ANEXO 7
ESTUDIO DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS INFORME

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 1329-2019-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. GARCIA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCIA |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019" |
| 5. UBICACIÓN | : JAUJA-JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019 |

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MATERIAL	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD
P-085-2019	CALICATA	M-01 (0.00m-2.50m)	JAUJA - JUNÍN	2.50	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	15

NOTA:

Los resultados se reportan al ± 1% .
Fecha de ensayo : 2019-09-10
Temperatura Ambiente : 19.0 °C
Humedad relativa : 44%

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

TRAZABILIDAD: EQUIPO HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, BALANZA MARCA HENKEL MODELO BQ1001 SERIE KG089932 CALIBRACIÓN: 2019-02-20

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-001 REV.04 FECHA: 2019/03/24

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.
GERENCIA TÉCNICA
[Firma]
Ing. Víctor Peña Dueñas
INGENIERO CIVIL
CIP. 70480

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.S.
ÁREA DE CALIDAD
[Firma]
Mg. Ing. Janet Yessira Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP. 60770

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

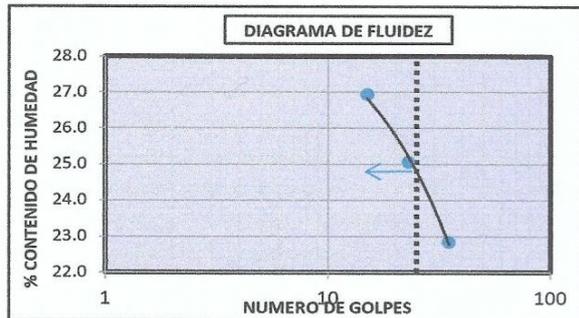
- 1. EXPEDIENTE N° : 1330-2019-AS
- 2. PETICIONARIO : BACH. GARCIA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCIA
- 3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
- 4. PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
- 5. UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
- 6. FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
- 7. FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-085-2019	Sondeo : M-01 (0.00 m-2.50 m)	Profundidad de calicata (m) : 2.50
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación: Jauja - Junín

ENSAYOS:	MÉTODOS:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	99.07
N°4	4.750	98.90
N°10	2.000	98.70
N°20	0.850	98.20
N°40	0.425	96.84
N°60	0.250	93.36
N°140	0.106	80.81
N°200	0.075	76.08



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA

CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
76.08%	22.82%	1.10%
100.00%		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	25
% LÍMITE PLÁSTICO	20
% ÍNDICE PLÁSTICO	5

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)	
CL-ML	ARCILLA LIMOSA CON ARENA

Nota:
Fecha de ensayo : 2019-09-11
Temperatura Ambiente : 18.8 °C
Humedad relativa : 41 %

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
Ing. Víctor Peña Dueñas
INGENIERO CIVIL
CIP. 70489

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
Mg. Ing. Tatyssa Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP. 60770

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACION: 2019-02-20, HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

HC-AS-004 REV.04 FECHA:2019/08/27

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

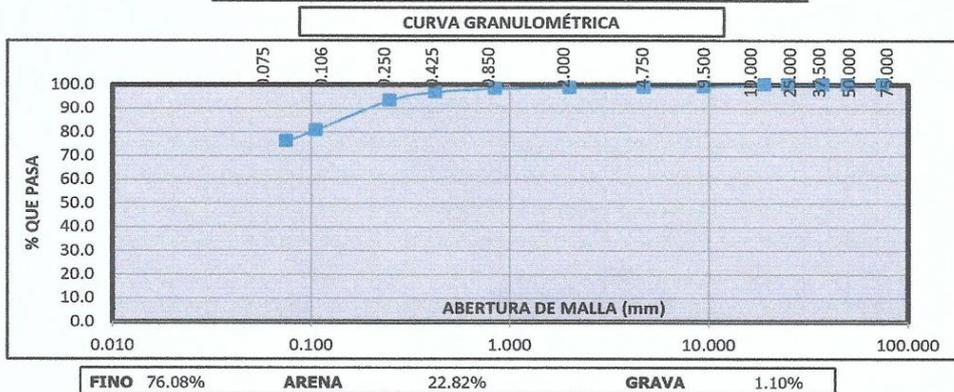
1. EXPEDIENTE N° : 1330-2019-AS
2. PETICIONARIO : BACH. GARCIA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCIA
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
5. UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
7. FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-085-2019 Sondeo	: M-01 (0.00 m-2.50 m)	Profundidad de calicata (m) : 2.50
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación: Jauja - Junín

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	1.10
% ARENA	AG %	0.20
	AM %	1.86
	AF %	20.76
% FINOS		76.08
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/8"
Forma del suelo grueso		Sub Redondeado
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		-
Coefficiente de Uniformidad		-



INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
Ing. Victor Peña Dueñas
INGENIERO CIVIL
CIP. 70489

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP. 3373

NOTA:

Fecha de ensayo : 2019-09-11

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

HC-AS-004 REV.04 FECHA: 2019/08/27

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141

Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/D5D-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 1331-2019-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. GARCIA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCIA |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019" |
| 5. UBICACIÓN | : JAUJA-JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019 |

ENSAYO:	MÉTODO:
Contenido de Humedad	NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

CÓDIGO ORDEN DE TRABAJO	SONDEO	MUESTRA / PROF.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE LA CALICATA (m)	TIPO DE MATERIAL	CONDICIÓN DE MUESTRA	MÉTODO	% DE HUMEDAD
P-085-2019	CALICATA	M-02 (0.00m-2.80m)	JAUJA - JUNÍN	2.80	SUELO	MUESTRA ALTERADA	± 1%	15

NOTA:

Los resultados se reportan al ± 1%.
Fecha de ensayo : 2019-09-10
Temperatura Ambiente : 19.0 °C
Humedad relativa : 44%

OBSERVACIÓN : Muestra remitidas por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

TRAZABILIDAD: EQUIPO HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, BALANZA MARCA HENKEL MODELO BQ1001 SERIE KG089932 CALIBRACIÓN: 2019-02-20

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-001 REV.04 FECHA: 2019/03/24

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
[Firma]
Ing. Victor Peña Dueñas
INGENIERO CIVIL
CIP. 70453

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
[Firma]
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA EN CALIDAD
CIP. 10

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

Informe de ensayo con valor oficial

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

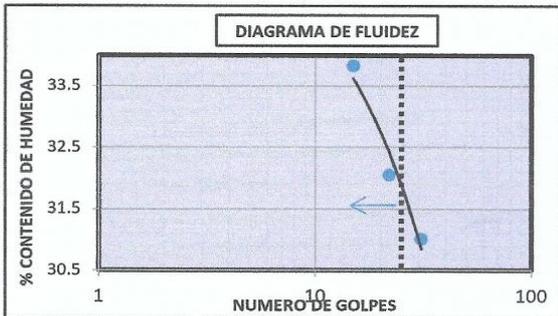
- | | |
|-----------------------|---|
| 1. EXPEDIENTE N° | : 1333-2019-AS |
| 2. PETICIONARIO | : BACH. GARCIA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCIA |
| 3. ATENCIÓN | : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES |
| 4. PROYECTO | : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019" |
| 5. UBICACIÓN | : JAUJA-JUNÍN |
| 6. FECHA DE RECEPCIÓN | : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019 |
| 7. FECHA DE EMISIÓN | : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019 |

Código orden de Trabajo : P-085-2019	Sondeo : M-02 (0.00 m-2.80 m)	Profundidad de calicata (m) : 2.80
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación: Jauja - Junín

ENSAYOS:	MÉTODO:
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 1 DE 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	75.000	100.00
2"	50.000	100.00
1 1/2"	37.500	100.00
1"	25.000	100.00
3/4"	19.000	100.00
3/8"	9.500	99.74
N°4	4.750	99.53
N°10	2.000	99.15
N°20	0.850	98.98
N°40	0.425	98.65
N°60	0.250	96.80
N°140	0.106	92.34
N°200	0.075	89.84



CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA		
FINO	ARENA	GRAVA
89.84%	9.69%	0.47%
100.00%		

MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	SECA

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LÍMITE LÍQUIDO	32
% LÍMITE PLÁSTICO	18
% ÍNDICE PLÁSTICO	14

CLASIFICACIÓN (S.U.C.S)	
CL	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD

Nota:
Fecha de ensayo : 2019-09-11
Temperatura Ambiente : 18.8 °C
Humedad relativa : 41 %

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
Ing. Victor Peña Dueñas
INGENIERO CIVIL
CIP. 70822

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
Mg. Ing. Janet Yessir Andía Arias
INGENIERA EN CALIDAD
CIP. 66110

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.
EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

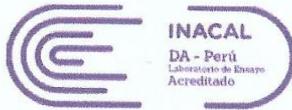
LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20 , HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN: 2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

HC-AS-004 - REV.04 - FECHA: 2019/08/27

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964968015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-141



Registro N° LE - 141
Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

LABORATORIO DE SUELOS

INFORME

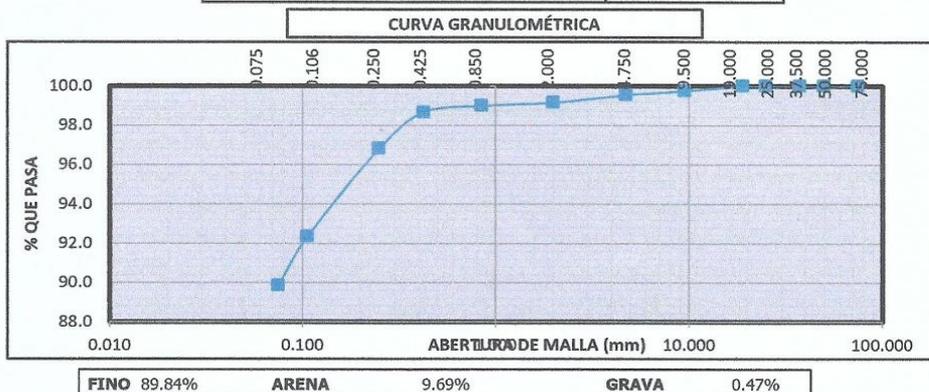
1. EXPEDIENTE N° : 1333-2019-AS
2. PETICIONARIO : BACH. GARCIA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCIA
3. ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
4. PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
5. UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
6. FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
7. FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

Código orden de Trabajo : P-085-2019/ Sondeo	: M-02 (0.00 m-2.80 m)	Profundidad de calicata (m) : 2.80
Tipo de material : Suelo	Condiciones de muestra: Muestra Alterada	Ubicación: Jauja - Junín

ENSAYOS	MÉTODO
Análisis Granulométrico por tamizado	NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Límites de Consistencia	NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
Clasificación SUCS	NTP 339.134 Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

PAGINA 2 DE 2

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRAVA	GG %	0.00
	GF %	0.47
% ARENA	AG %	0.39
	AM %	0.49
	AF %	8.81
% FINOS		89.84
Tamaño Máximo de la Grava (pulg)		3/4"
Forma del suelo grueso		Redondeado
Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)		0.00
Coefficiente de Curvatura		-
Coefficiente de Uniformidad		-



UNIVERSIDAD GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
Ing. Victor Peña Dueñas
INGENIERO CIVIL
CIP 20185

UNIVERSIDAD GENERAL CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
INGENIERA CIVIL
CIP 20185

NOTA:

Fecha de ensayo : 2019-09-11

OBSERVACION : Muestreo e identificación realizados por el Peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542 CALIBRACIÓN: 2019-02-20 , HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2018-08-27, COPA CASAGRANDE MODELO: PS-11 NUMERO DE SERIE: 1623 CALIBRACIÓN:2019-02-20, JUEGO DE TAMICES RESPECTIVAMENTE CALIBRADOS: 2019-02

HC-AS-004 REV 04 FECHA:2019/08/27

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1334-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

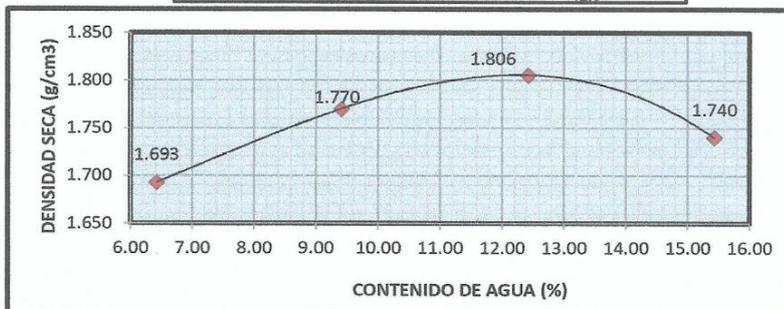
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

ENSAYO PROCTOR MÉTODO A - MTC E 115									
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pisón (cm):	45.72	Peso del pisón (Kg):	4.54	Volumen del molde (g/cm ³)	944		
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm ³):	27.5		Número de golpes/capa:		25.00				
Peso suelo húmedo + molde (g)	3642.00		3769.50		3858.00		3837.50		
Peso del molde (g)	1941.50		1941.50		1941.50		1941.50		
Peso suelo húmedo compactado (g)	1701		1828		1917		1896		
Peso volumetrico humedo (g/cm ³)	1.801		1.936		2.030		2.008		
Recipiente N°	CAP-28	CAP-01	CAP-34	CAP-04	L-05	Y-05	CAP-13	N-05	
Peso suelo húmedo + tara (g)	88.13	94.30	92.00	98.30	95.67	90.18	84.55	112.92	
Peso suelo seco + tara (g)	84.37	89.75	86.48	92.00	88.22	83.66	76.92	101.29	
Peso de Recipiente (g)	25.77	18.98	27.87	24.97	28.35	31.14	27.50	25.90	
Peso del agua (g)	3.76	4.55	5.52	6.30	7.45	6.52	7.63	11.63	
Peso suelo seco (g)	58.60	70.77	58.61	67.03	59.87	52.52	49.42	75.39	
Contenido de agua (%)	6.42	6.43	9.42	9.40	12.44	12.41	15.44	15.43	
Promedio de contenido de agua (%)	6.42		9.41		12.43		15.43		
Peso volumetrico seco (g/cm ³)	1.693		1.770		1.806		1.740		

DENSIDAD SECA MAXIMA : 1.807 g/cm³
 CONTENIDO DE AGUA : 12.3 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO%	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N°4	0.00	100.00
<N°4	100.00	0.00



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.
 HC-AS-007 REV.02 FECHA:2019/03/20
 TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542, CALIBRACIÓN: 2019-02-20
 HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)
 REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

[Signature]
 INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Víctor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70489

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA C.V.U.
 CIP. 0310

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1334-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

ENSAYO PROCTOR MÉTODO A - MTC E 115									
Nro de capas:	5,00	Altura de caída del pisón (cm):	45.72	Peso del pisón (Kg):	4.54	Volumen del molde (g/cm ³)	944		
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm ³):	27.5			Número de golpes/capa:	25.00				
Peso suelo húmedo + molde (g)	3642.00		3769.50		3858.00		3837.50		
Peso del molde (g)	1941.50		1941.50		1941.50		1941.50		
Peso suelo húmedo compactado (g)	1701		1828		1917		1896		
Peso volumétrico húmedo (g/cm ³)	1.801		1.936		2.030		2.008		
Recipiente N°	CAP-28	CAP-01	CAP-34	CAP-04	L-05	Y-05	CAP-13	N-05	
Peso suelo húmedo + tara (g)	88.13	94.30	92.00	98.30	95.67	90.18	84.55	112.92	
Peso suelo seco + tara (g)	84.37	89.75	86.48	92.00	88.22	83.66	76.92	101.29	
Peso de Recipiente (g)	25.77	18.98	27.87	24.97	28.35	31.14	27.50	25.90	
Peso del agua (g)	3.76	4.55	5.52	6.30	7.45	6.52	7.63	11.63	
Peso suelo seco (g)	58.60	70.77	58.61	67.03	59.87	52.52	49.42	75.39	
Contenido de agua (%)	6.42	6.43	9.42	9.40	12.44	12.41	15.44	15.43	
Promedio de contenido de agua (%)	6.42		9.41		12.43		15.43		
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	1.693		1.770		1.806		1.740		

DENSIDAD SECA MAXIMA : 1.807 g/cm³
 CONTENIDO DE AGUA : 12.3 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO%	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N°4	0.00	100.00
<N°4	100.00	0.00



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

HC-AS-007 REV.02 FECHA:2019/03/20
 TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542, CALIBRACIÓN: 2019-02-20
 HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)
 REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDÍA ARIAS

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70489

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 03 10

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo – Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 001.14425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1335-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
Contenido de agua	%	6.423	9.408	12.429
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.693	1.770	1.806

ETAPA DE COMPACTACION			
IDENTIFICACION DEL MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	10.00	25.00	56.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo	8829	8915	8417	8608	9236	9311
Peso del molde	4540.0	4540.0	3951.5	3951.5	4602.5	4602.5
Peso del suelo humedo	4289.0	4375.0	4465.5	4656.5	4633.5	4708.5
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.852	1.889	1.928	2.011	2.001	2.033
% de humedad	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30	12.30
Densidad seca	1.649	1.682	1.717	1.790	1.782	1.810
Tara N°	I-2	CAP-10	CAP-11	CAP-35	CAP-38	CAP-09
Tara + suelo humedo	68.5	57.4	45.0	60.0	59.7	51.6
Tara + suelo seco	62.3	51.1	42.4	54.8	55.9	47.5
Peso del agua	4.2	6.4	2.6	5.1	3.8	4.0
Peso de la tara	29.4	24.9	24.3	27.3	27.3	25.7
Peso del suelo seco	32.9	26.1	18.1	27.5	28.6	21.9
% de humedad	12.72	24.34	14.11	18.66	13.13	18.47

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : 14.70 %
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : 8.71 %
 MDS : 1.81 GR/CM3
 OCH : 12.30 % CH

HC-AS-008 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Víctor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70483

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yesica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 6313

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1335-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

ESPECIMEN I (10)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.139	31.25	10.42
0.254	57.10	19.03
0.330	74.18	24.73
0.389	87.45	29.15
0.442	99.36	33.12
0.484	108.80	36.27
0.554	124.54	41.51
0.721	162.08	54.03
0.874	196.48	65.49
1.018	228.85	76.28

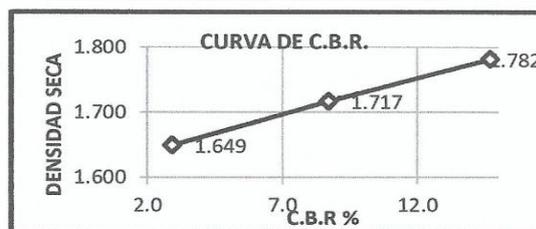
ESPECIMEN II (25)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.194	43.61	14.54
0.530	119.14	39.71
0.877	197.15	65.72
1.162	261.22	87.07
1.401	314.94	104.98
1.633	367.10	122.37
2.002	450.05	150.02
2.631	591.45	197.15
3.213	722.28	240.76
3.779	849.52	283.17

ESPECIMEN III (56)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.328	73.73	24.58
0.895	201.20	67.07
1.480	332.70	110.90
1.962	441.06	147.02
2.364	531.43	177.14
2.755	619.32	206.44
3.378	759.37	253.12
4.440	998.11	332.70
5.422	1,218.87	406.29
6.411	1,441.19	480.40

C.H.	DENS. SECA
6.42	1.693
9.41	1.770
12.43	1.806
15.43	1.740



N° GOLPES	% CBR	D.S.
10.00	2.9	1.649
25.00	8.7	1.717
56.00	14.7	1.782



MDS	1.81
95%MDS	1.717
(10) MDS	

CBR AL 100% : 14.7
 CBR AL 95% : 8.7

HC-A5-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Víctor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70489

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ÁREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Viquez Anala Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 66775

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

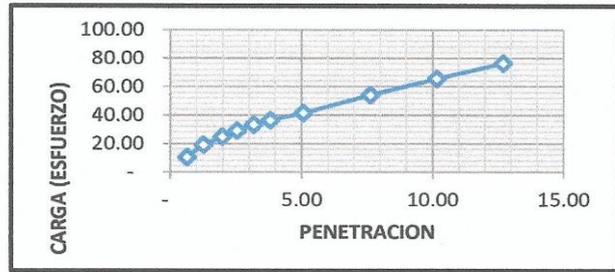
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1335-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

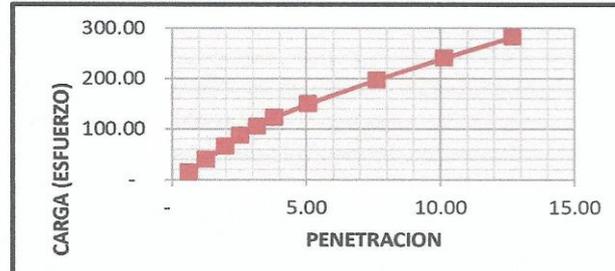
CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

PENETRACION

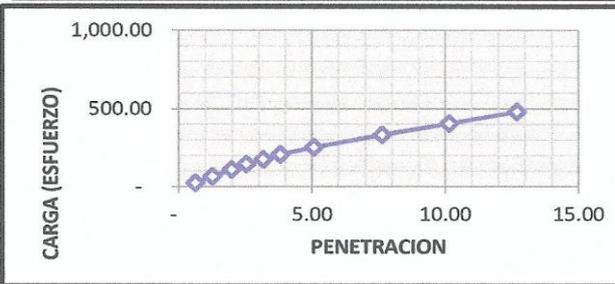
	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
10 GOLPES	0.139	31.2	3.00	10.42	0.63
	0.254	57.1	3.00	19.03	1.27
	0.330	74.2	3.00	24.73	1.99
	0.389	87.4	3.00	29.15	2.54
	0.442	99.4	3.00	33.12	3.17
	0.484	108.8	3.00	36.27	3.81
	0.554	124.5	3.00	41.51	5.08
	0.721	162.1	3.00	54.03	7.62
	0.874	196.5	3.00	65.49	10.16
	1.018	228.8	3.00	76.28	12.70



	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
25 GOLPES	0.194	43.6	3.00	14.54	0.63
	0.530	119.1	3.00	39.71	1.27
	0.877	197.1	3.00	65.72	1.99
	1.162	261.2	3.00	87.07	2.54
	1.401	314.9	3.00	104.98	3.17
	1.633	367.1	3.00	122.37	3.81
	2.002	450.0	3.00	150.02	5.08
	2.631	591.4	3.00	197.15	7.62
	3.213	722.3	3.00	240.76	10.16
	3.779	849.5	3.00	283.17	12.70



	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
56 GOLPES	0.328	73.7	3.00	24.58	0.63
	0.895	201.2	3.00	67.07	1.27
	1.480	332.7	3.00	110.90	1.99
	1.962	441.1	3.00	147.02	2.54
	2.364	531.4	3.00	177.14	3.17
	2.755	619.3	3.00	206.44	3.81
	3.378	759.4	3.00	253.12	5.08
	4.440	998.1	3.00	332.70	7.62
	5.422	1218.9	3.00	406.29	10.16
	6.411	1441.2	3.00	480.40	12.70



HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 70993

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 69778

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

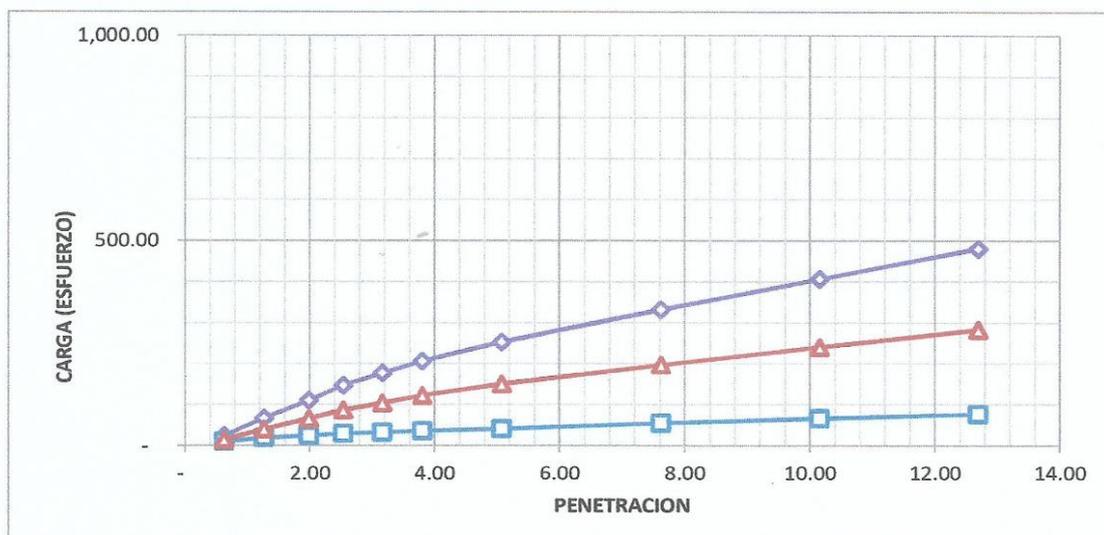


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1335-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA



HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05
 TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA

 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP 70489

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Vanessa Andino Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 60770

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1335-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCÍA
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
 MTC E 132

Pag. 01 de 02

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	1.807 g/cm3
Optimo Contenido de Humedad	12.30 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm3)	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
1.00	56.00	14.7	1.782	0.10	100.00	14.7
2.00	25.00	8.7	1.717	0.10	95.00	8.7
3.00	10.00	2.9	1.649			

EXPANSIÓN

HORAS	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (pulg.)	Expansión %	Lectura (pulg.)	Expansión %	Lectura (pulg.)	Expansión %
0.00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24:00:00	0.104	0.104	0.134	0.134	0.152	0.152
48:00:00	0.181	0.181	0.309	0.309	0.309	0.309
72:00:00	0.249	0.249	0.550	0.550	0.617	0.617
96:00:00	0.422	0.422	0.609	0.609	0.822	0.822

OBSERVACION : Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TECNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70407

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA EN CALIDAD
 CIP. 66.10

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
 - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN ROCAS
 - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

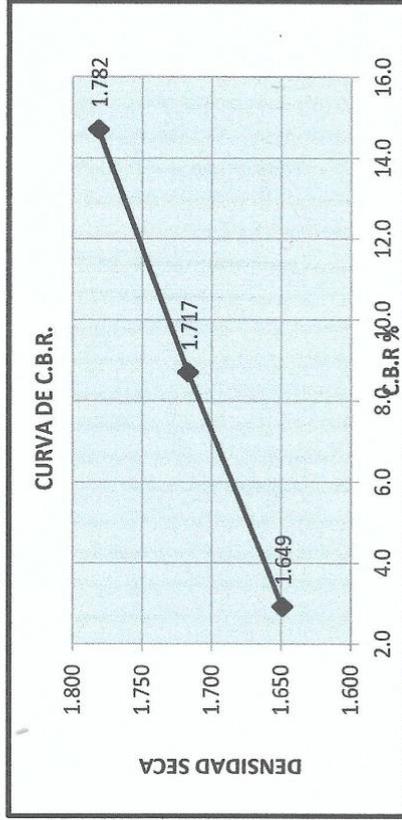
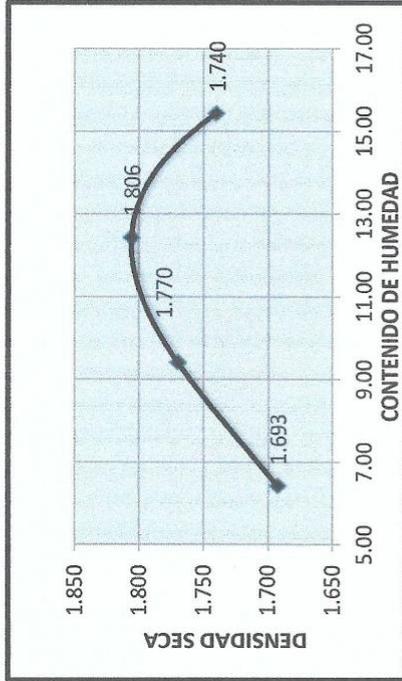
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1335-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA



OBSERVACION: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

(Firma manuscrita)
 INGENIEROS GERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Bueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 704185

INGENIEROS GERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ASISTENTE TÉCNICO
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 704185

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla Nº 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1336-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

ENSAYO PROCTOR MÉTODO A - MTC E 115										
Nro de capas:	5.00	Altura de caída del pisón (cm):	45.72	Peso del pisón (Kg):	4.54	Volumen del molde (g/cm3)				944
Energía de Compactación modificada (kg-cm/cm3):	27.5		Número de golpes/capa:			25.00				
Peso suelo húmedo + molde (g)	3793.00	3950.50	3890.50	3797.00						
Peso del molde (g)	1941.00	1941.00	1941.00	1941.00						
Peso suelo húmedo compactado (g)	1852	2010	1950	1856						
Peso volumetrico húmedo (g/cm3)	1.962	2.129	2.065	1.966						
Recipiente N°	N-07	CAP-01	CAP-34	CAP-04	E-03	Y-05	CAP-13	N-05		
Peso suelo húmedo + tara (g)	61.47	72.61	69.02	94.27	79.51	95.05	68.57	88.94		
Peso suelo seco + tara (g)	57.32	67.66	63.63	85.80	70.88	85.04	60.75	78.21		
Peso de Recipiente (g)	21.03	23.40	25.24	25.18	20.87	26.64	22.47	26.25		
Peso del agua (g)	4.15	4.95	5.39	8.47	8.63	10.01	7.82	10.73		
Peso suelo seco (g)	36.29	44.26	38.39	60.62	50.01	58.40	38.28	51.96		
Contenido de agua (%)	11.44	11.18	14.04	13.97	17.26	17.14	20.43	20.65		
Promedio de contenido de agua (%)	11.31		14.01		17.20		20.54			
Peso volumetrico seco (g/cm3)	1.763		1.867		1.762		1.631			

DENSIDAD SECA MÁXIMA : 1.868 g/cm3
 CONTENIDO DE AGUA : 13.9 %

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
TAMIZ	PARCIAL RETENIDO%	PASA (%)
3"	0.00	100.00
2"	0.00	100.00
3/4"	0.00	100.00
3/8"	0.00	100.00
N°4	0.00	100.00
<N°4	100.00	0.00



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

HC-AS-007 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542, CALIBRACIÓN: 2019-02-20

HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004:1993)

REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDÍA ARIAS

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Ferras Fuentes
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70483

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 C.P. 9115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

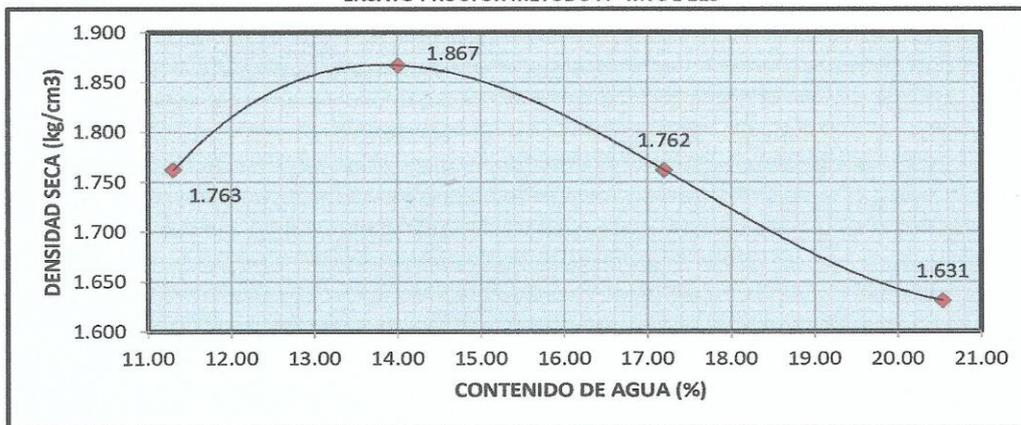
EXPEDIENTE N° : 1336-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

Máxima Densidad Seca	1.868 g/cm3
Optimo Contenido de Humedad	13.90 %

ENSAYO PROCTOR MÉTODO A - MTC E 115



OBSERVACION : Muestra remitida por el Peticionario.

HC-AS-007 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: BALANZA MARCA OHAUS MODELO SE6001F SERIE 8346710542, CALIBRACIÓN: 2019-02-20

HORNO DIGITAL 80 L MARCA METROSTEST MODELO MS-H3 SERIE 561 CALIBRACIÓN: 2019-08-13

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDÍA ARIAS

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 24463

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
 Cami Dávila A
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 99712

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS



SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1337-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

CBR - MTC E 132

ENSAYO PRELIMINAR PROCTOR MODIFICADO				
Contenido de agua	%	11.310	14.006	17.198
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.763	1.867	1.762

ETAPA DE COMPACTACION			
IDENTIFICACION DEL MOLDE	MOLDE I	MOLDE II	MOLDE III
NUMERO DE CAPAS	5.00	5.00	5.00
GOLPES POR CAPA	10.00	25.00	56.00

MUESTRA	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo	9075	8925	8663	8480	8732	8470
Peso del molde	4590.0	4590.0	3980.0	3980.0	3800.0	3800.0
Peso del suelo humedo	4485.0	4335.0	4683.0	4500.0	4932.0	4670.0
Volumen del molde	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0	2316.0
Densidad humeda	1.937	1.872	2.022	1.943	2.130	2.016
% de humedad	13.90	13.90	13.90	13.90	13.90	13.90
Densidad seca	1.700	1.643	1.775	1.706	1.870	1.770
Tara N°	F-557	CAP-30	CAP-25	CAP-27	CAP-22	CAP-16
Tara + suelo humedo	66.6	57.5	45.3	59.9	53.1	48.7
Tara + suelo seco	62.8	52.2	43.0	55.0	50.1	44.8
Peso del agua	3.8	5.3	2.3	4.9	3.0	3.9
Peso de la tara	32.3	26.1	24.5	28.0	27.6	23.7
Peso del suelo seco	30.5	26.1	18.5	27.1	22.5	21.1
% de humedad	12.42	20.44	12.43	17.93	13.40	18.71

CBR AL 100% DE LA M.D.S. : 11.53 %
 CBR AL 95% DE LA M.D.S. : 6.23 %
 MDS : 1.87 GR/CM3
 OCH : 13.90 % CH

HC-AS-008 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 CIP. 70420

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Tessera Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 89719

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1337-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

ESPECIMEN I (10)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.111	24.95	8.32
0.192	43.16	14.39
0.251	56.42	18.81
0.291	65.42	21.81
0.326	73.28	24.43
0.369	82.95	27.65
0.433	97.34	32.45
0.562	126.34	42.11
0.676	151.96	50.65
0.793	178.27	59.42

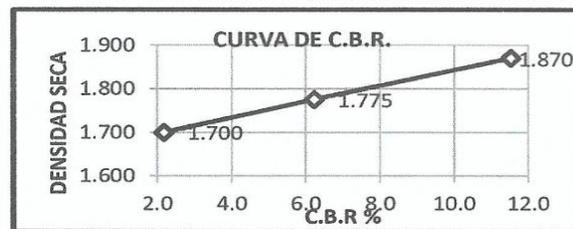
ESPECIMEN II (25)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.193	43.39	14.46
0.451	101.38	33.79
0.660	148.37	49.46
0.832	187.03	62.34
0.965	216.93	72.31
1.101	247.50	82.50
1.352	303.93	101.31
1.804	405.54	135.18
2.247	505.13	168.38
2.718	611.01	203.67

ESPECIMEN III (56)		
KN	LBS	LBS/PUL 2
0.357	80.25	26.75
0.834	187.48	62.49
1.221	274.48	91.49
1.539	345.97	115.32
1.785	401.27	133.76
2.037	457.92	152.64
2.501	562.22	187.41
3.337	750.16	250.05
4.157	934.49	311.50
4.928	1,107.81	369.27

C.H.	DENS. SECA
11.31	1.763
14.01	1.867
17.20	1.762
20.54	1.631



N° GOLPES	% CBR	D.S.
10.00	2.2	1.700
25.00	6.2	1.775
56.00	11.5	1.870



MDS	1.87
95%MDS	1.775
(10) MDS	

CBR AL 100% : 11.5
 CBR AL 95% : 6.2

HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 10455

INGENIEROS GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 09715

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

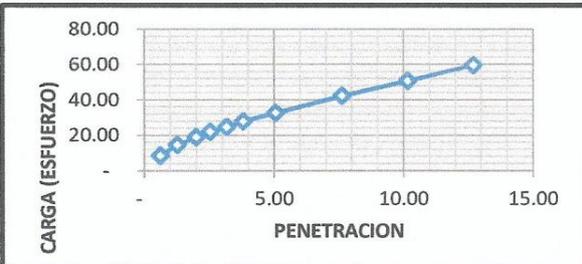
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1337-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

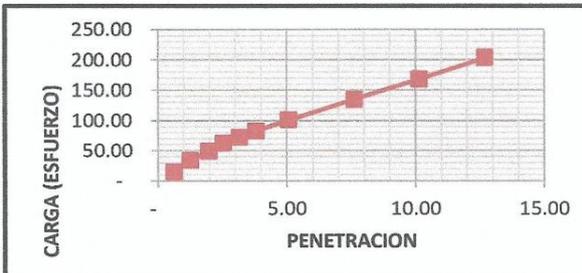
CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

PENETRACION

	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
10 GOLPES	0.111	25.0	3.00	8.32	0.63
	0.192	43.2	3.00	14.39	1.27
	0.251	56.4	3.00	18.81	1.99
	0.291	65.4	3.00	21.81	2.54
	0.326	73.3	3.00	24.43	3.17
	0.369	83.0	3.00	27.65	3.81
	0.433	97.3	3.00	32.45	5.08
	0.562	126.3	3.00	42.11	7.62
	0.676	152.0	3.00	50.65	10.16
	0.793	178.3	3.00	59.42	12.70



	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
25 GOLPES	0.193	43.4	3.00	14.46	0.63
	0.451	101.4	3.00	33.79	1.27
	0.660	148.4	3.00	49.46	1.99
	0.832	187.0	3.00	62.34	2.54
	0.965	216.9	3.00	72.31	3.17
	1.101	247.5	3.00	82.50	3.81
	1.352	303.9	3.00	101.31	5.08
	1.804	405.5	3.00	135.18	7.62
	2.247	505.1	3.00	168.38	10.16
	2.718	611.0	3.00	203.67	12.70



	KN	LB	AREA	ESFUERZO	P. EN PULG
56 GOLPES	0.357	80.3	3.00	26.75	0.63
	0.834	187.5	3.00	62.49	1.27
	1.221	274.5	3.00	91.49	1.99
	1.539	346.0	3.00	115.32	2.54
	1.785	401.3	3.00	133.76	3.17
	2.037	457.9	3.00	152.64	3.81
	2.501	562.2	3.00	187.41	5.08
	3.337	750.2	3.00	250.05	7.62
	4.157	934.5	3.00	311.50	10.16
	4.928	1107.8	3.00	369.27	12.70



HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Víctor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 20549

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80716

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Av. Mariscal Castilla N° 3950 - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.) Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS GPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU

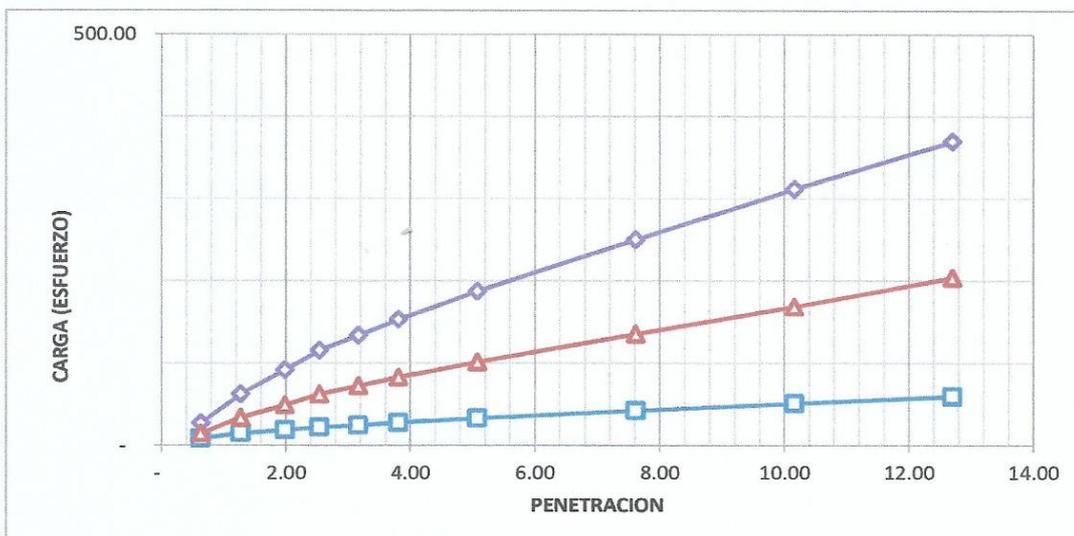


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOP con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOP

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1337-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STEPHANNY LUCÍA
 ATENCION : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA



HC-AS-008 REV.00 FECHA:2018/02/05

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO P5-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP- 70210

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Néstor Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP- 69710

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

INFORME

EXPEDIENTE N° : 1337-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCÍA
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO PARA LA DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR
 MTC E 132

Pag. 01 de 02

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca	1.868 g/cm3
Optimo Contenido de Humedad	13.90 %

ENSAYO DE CBR

Especimen	Numero de Golpes	CBR %	Densidad Seca (g/cm3)	Penetración (pulg.)	% M.D.S.	CBR %
1.00	56.00	11.5	1.870	0.10	100.00	11.5
2.00	25.00	6.2	1.775	0.10	95.00	6.2
3.00	10.00	2.2	1.700			

EXPANSIÓN

HORAS	56 GOLPES		25 GOLPES		12 GOLPES	
	Lectura (pulg.)	Expansión %	Lectura (pulg.)	Expansión %	Lectura (pulg.)	Expansión %
0:00:00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24:00:00	0.137	0.137	0.143	0.143	0.212	0.212
48:00:00	0.178	0.178	0.235	0.235	0.257	0.257
72:00:00	0.283	0.283	0.304	0.304	0.414	0.414
96:00:00	0.394	0.394	0.409	0.409	0.453	0.453

OBSERVACION : Muestra extraidas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20 F-4464

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Víctor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70486

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Mg. Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 69773

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS PARA MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

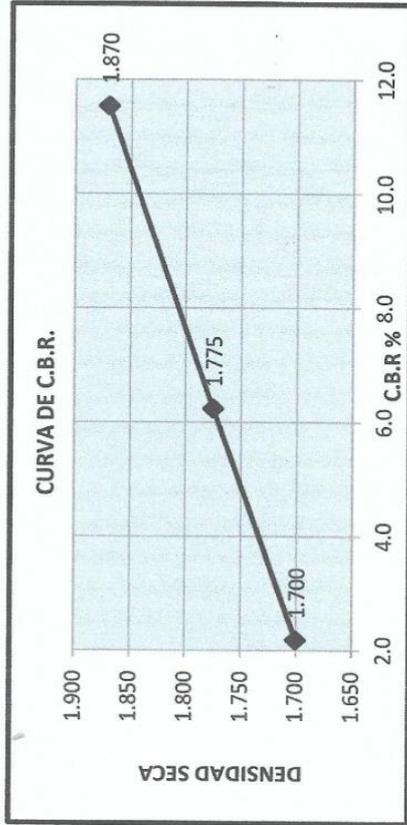
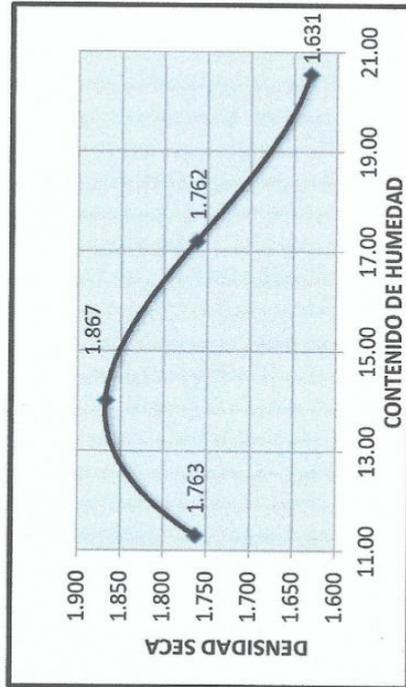


LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO CENTAURO INGENIEROS

EXPEDIENTE N° : 1337-2019-AS
 PETICIONARIO : BACH. GARCÍA QUIJANO CAMILA SHIOME Y HERRERA MORALES STHEPHANNY LUCÍA
 PROYECTO : "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"
 UBICACIÓN : JAUJA-JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03 DE SETIEMBRE DEL 2019
 FECHA DE EMISIÓN : 16 DE SETIEMBRE DEL 2019

ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR MTC E 1132

DATOS DE LA MUESTRA
 CALICATA : C-02, AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA



OBSERVACION: Muestra extraídas en campo, por el Peticionario.

HC-AS-008 REV.02 FECHA:2019/03/20

TRAZABILIDAD: MAQUINA PARA ENSAYO MARSHALL Y CBR MARCA PINZUAR MODELO PS-25M SERIE 150, CALIBRACIÓN: 2019-02-20

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

REVISADO POR : MG. ING. JANET YESSICA ANDIA ARIAS

[Firma manuscrita]
 INGENIEROS GERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 GERENCIA TÉCNICA
 Ing. Víctor Peña Buevas
 CIP: 106875

INGENIEROS GERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
ABRIL DE CALIDAD
 Ing. Víctor Peña Buevas
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 106875

ANEXO 8

DATOS GENERALES DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA

SP-JE-JAUJA		ELEV FT		NR	Dimensiones (M)		Pendiente	Superficie
Coordenadas ARP		T°	IRWY					
Distancia desde la ciudad		11004	13		RWY 2810x45 SWY 60x51 FRANJA 2300x100		0.235%	Asfalto
1°45'47.5"075"2810" W		20.40°	31		RWY 2810x45 SWY 60x51 FRANJA 2300x100			
7KM SE								
Resistencia		Iluminación		Servicios Terrestre		Horas de operación		Explorador del AD/Obv.
RWY RW 4610xMT TMY PCV80xCMIT		APAP 3° RWY 31		SEICAT 5		1100-2300		CORPAC S.A.
APNPN 4610xMT		→ 45.6" 113.92 m						TROF RWY13, LDG RWY 31.
Comunicaciones ATIS		Definido de Icaro		Frecuencia		Horas de servicio		CCMMET 1400-2300
FISAFIS		JAUJA INFO DE AD		128.9 MHz		1100-2300		Debido a ubicación de dependencia AFIS a nivel de la superficie de plataforma, no dispone de visualización del área de aterrizaje y umbrales de pista 13/31. Pilotos precaución al aterrizar y al despegar
Radioerutas		Frecuencia		Horas de Operación		Coordenadas		
ID								
Servicio de información de vuelo solamente, sólo operaciones diurnas y en condiciones visuales								
SP-JE-JUANJUÍ		ELEV FT		NR	Dimensiones (M)		Pendiente	Superficie
Coordenadas ARP		T°	IRWY					
Distancia desde la ciudad		1148	03		RWY 2000x30 FRANJA 2300x100		0.53%	Terreno natural
0°10'11"5"076"43.45" W		33°(DIC)	21		RWY 2000x30 FRANJA 2300x100			
13M W								
Resistencia		Iluminación		Servicios Terrestre		Horas de operación		Explorador del AD/Obv.
PCN 14 FICAVT		-----		SEICAT 1		*1300-2100		CORPAC S.A.
Comunicaciones ATIS		Definido de Icaro		Frecuencia		Horas de servicio		TROF RWY103, LDG RWY 21
FISAFIS		JUANJUÍ INFO DE AD		118.1 MHz		*1300-2100		Antena 38.50M Altura
Radioerutas		Frecuencia		Horas de Operación		Coordenadas		07°10'09"5"076"43"20"W
ID								*CLSD SUN
NDB Desactivado								CCMMET *1300-2100
Servicio de información de vuelo solamente, sólo operaciones diurnas y en condiciones visuales								

CORPAC S.A.

AIS - PERU

↑

AMOT 25/18

ANEXO 9

DATA DE RESULTADOS DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL SOFTWARE FAARFIELD

FAARFIELD

FAARFIELD v 1.42 - Airport Pavement Design

Section NewFlexib~01 in Job AEROPUERTOJAUJA.

Working directory is C:\Users\KAMILA\Documents\FAARFIELD\

The structure is New Flexible. Asphalt CDF was not computed.

Design Life = 20 years.

A design for this section was completed on 12/09/19 at 17:10:38.

Pavement Structure Information by Layer, Top First

No.	Type	Thickness mm	Modulus MPa	Poisson's Ratio	Strength R,MPa
1	P-401/ P-403 HMA Surface	101.6	1,378.95	0.35	0.00
2	P-401/ P-403 St (flex)	127.0	2,757.90	0.35	0.00
3	P-209 Cr Ag	150.0	309.87	0.35	0.00
4	P-154 UnCr Ag	337.5	115.25	0.35	0.00
5	Subgrade	0.0	66.19	0.35	0.00

Total thickness to the top of the subgrade = 716.1 mm

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. tonnes	Annual Departures	% Annual Growth
1	A320-200 Twin std	77.000	1,320	2.80
2	A319-100 std	70.000	879	2.80
3	B737-500	68.000	797	2.80
4	B737-500	60.550	10	2.80
5	L-100-20	70.300	96	2.80
6	SuperKingAir-B200	5.670	23	2.80
7	SuperKingAir-350	6.800	24	2.80
8	Navajo-C	2.950	72	2.80

Additional Airplane Information

Subgrade CDF

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	A320-200 Twin std	0.69	0.71	1.26
2	A319-100 std	0.05	0.05	1.26
3	B737-500	0.26	0.35	1.33
4	B737-500	0.00	0.00	1.33
5	L-100-20	0.00	0.00	1.87
6	SuperKingAir-B200	0.00	0.00	1.87
7	SuperKingAir-350	0.00	0.00	1.85
8	Navajo-C	0.00	0.00	2.35

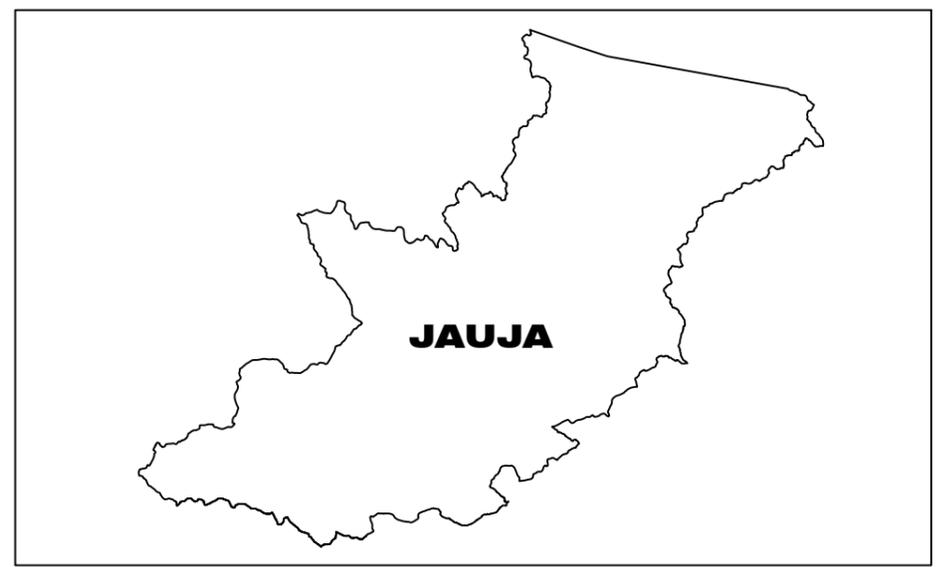
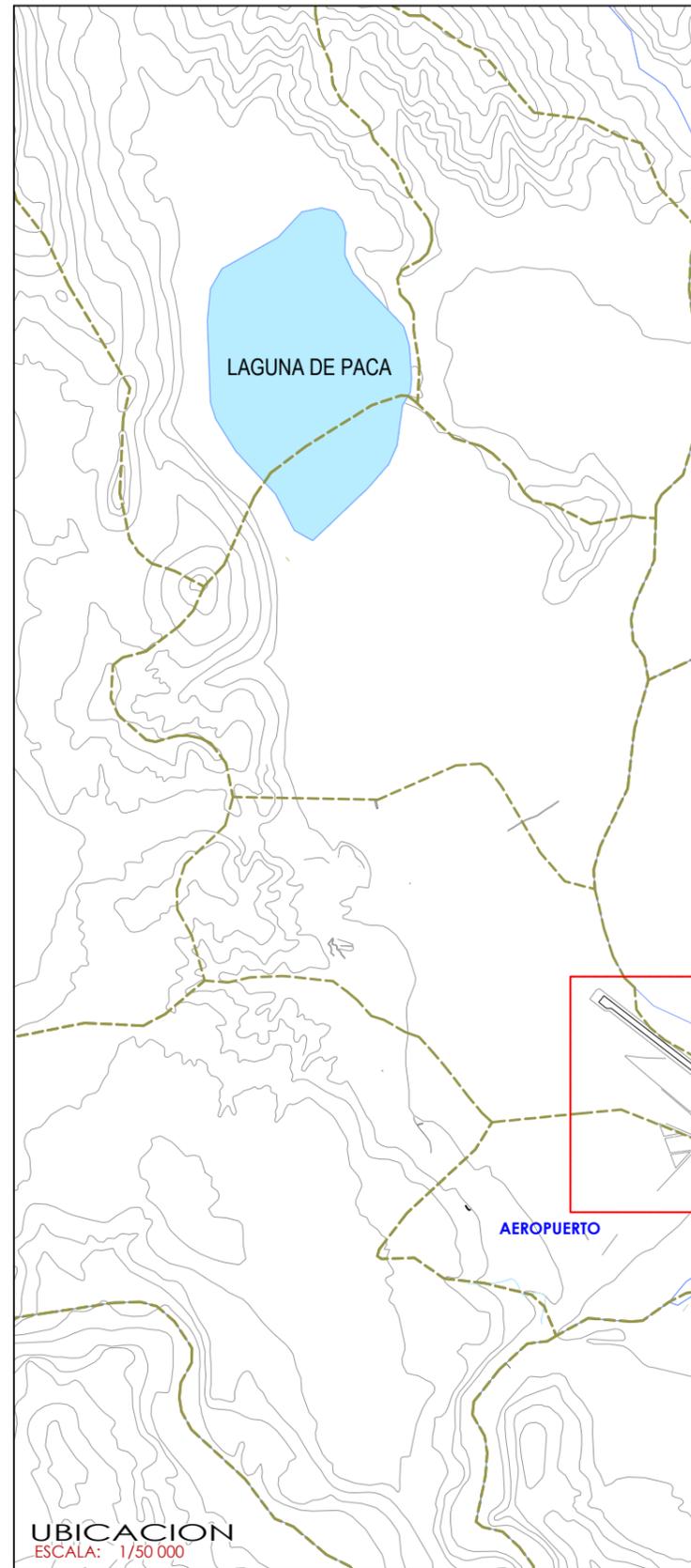
User is responsible for checking frost protection requirements.

AEROPUERTOJAUJA NewFlexib~01 Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (mm)	Modulus or R (MPa)
P-401/P-403 HMA Surface	101.6	1,378.95
P-401/P-403 St (flex)	127.0	2,757.90
P-209 Cr Ag	150.0	309.87
P-154 UnCr Ag	337.5	115.25
Subgrade	CBR = 6.4	66.19

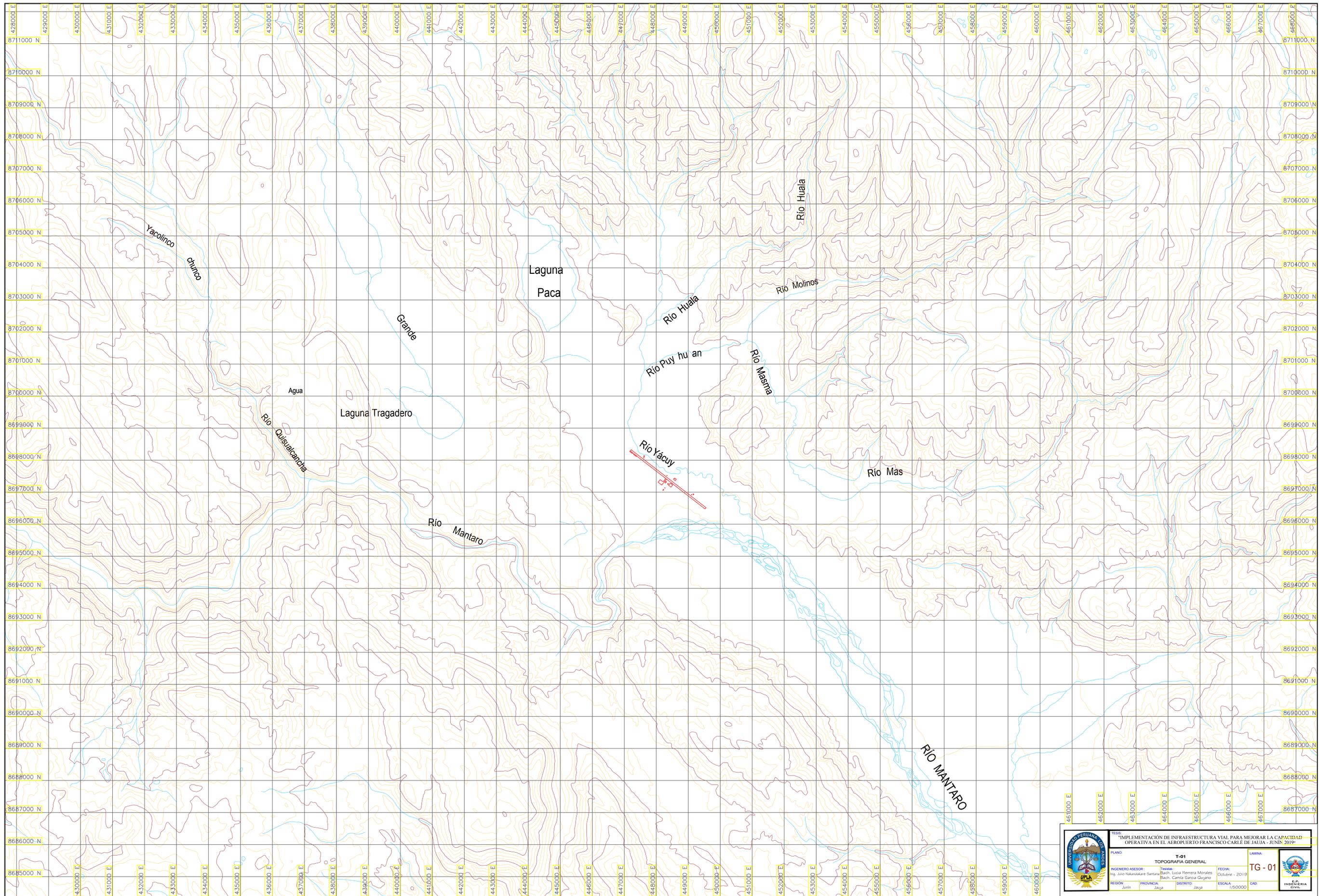
Total thickness to the top of the subgrade, $t = 716.1$ mm

ANEXO 10
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

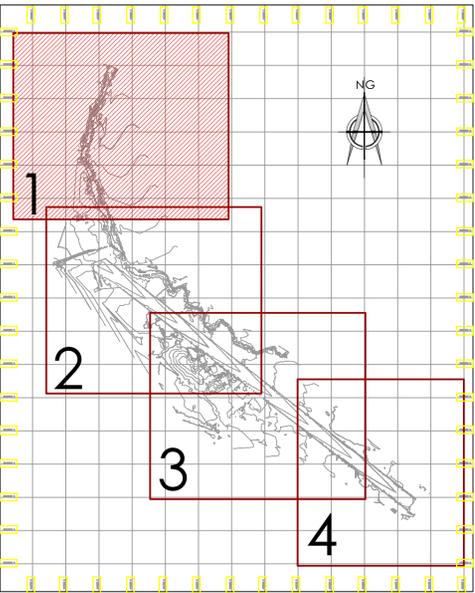
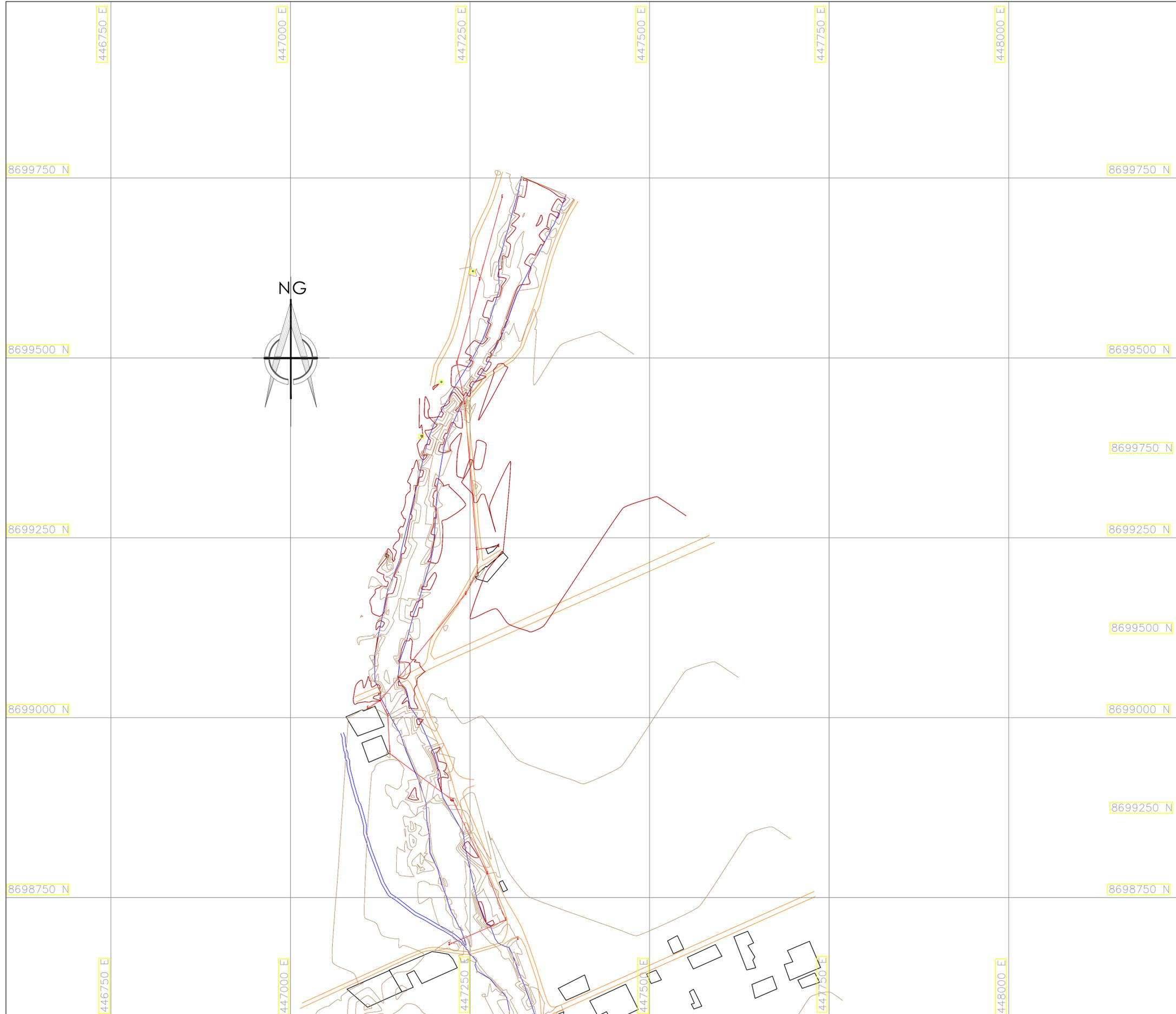


	TESIS: "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"			
	PLANO: U-01 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN		LAMINA: UL - 01	
	INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakandakare Santana	Tesisistas: Bach. Lucia Herrera Morales Bach. Camila Garcia Quijano	FECHA: Octubre - 2019	
	REGIÓN: Junín	PROVINCIA: Jauja	DISTRITO: Jauja	

ANEXO 11
PLANO DE TOPOGRAFÍA GENERAL Y DETALLADO



		TITULO IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUA - JUNÍN 2019			
PLANO T-01 TOPOGRAFIA GENERAL		FECHA Octubre - 2019		LAMINA TG - 01	
INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakandakare Santana		TESISAS: Bach. Lucia Pierrera Morales Bach. Camila Garcia Guzman		ESCALA: 1/50000	
REGION: Junín		PROVINCIA: Jauja		DISTRITO: Jauja	

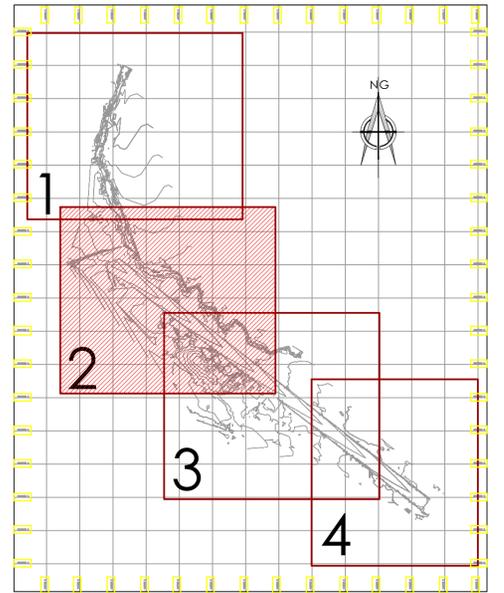
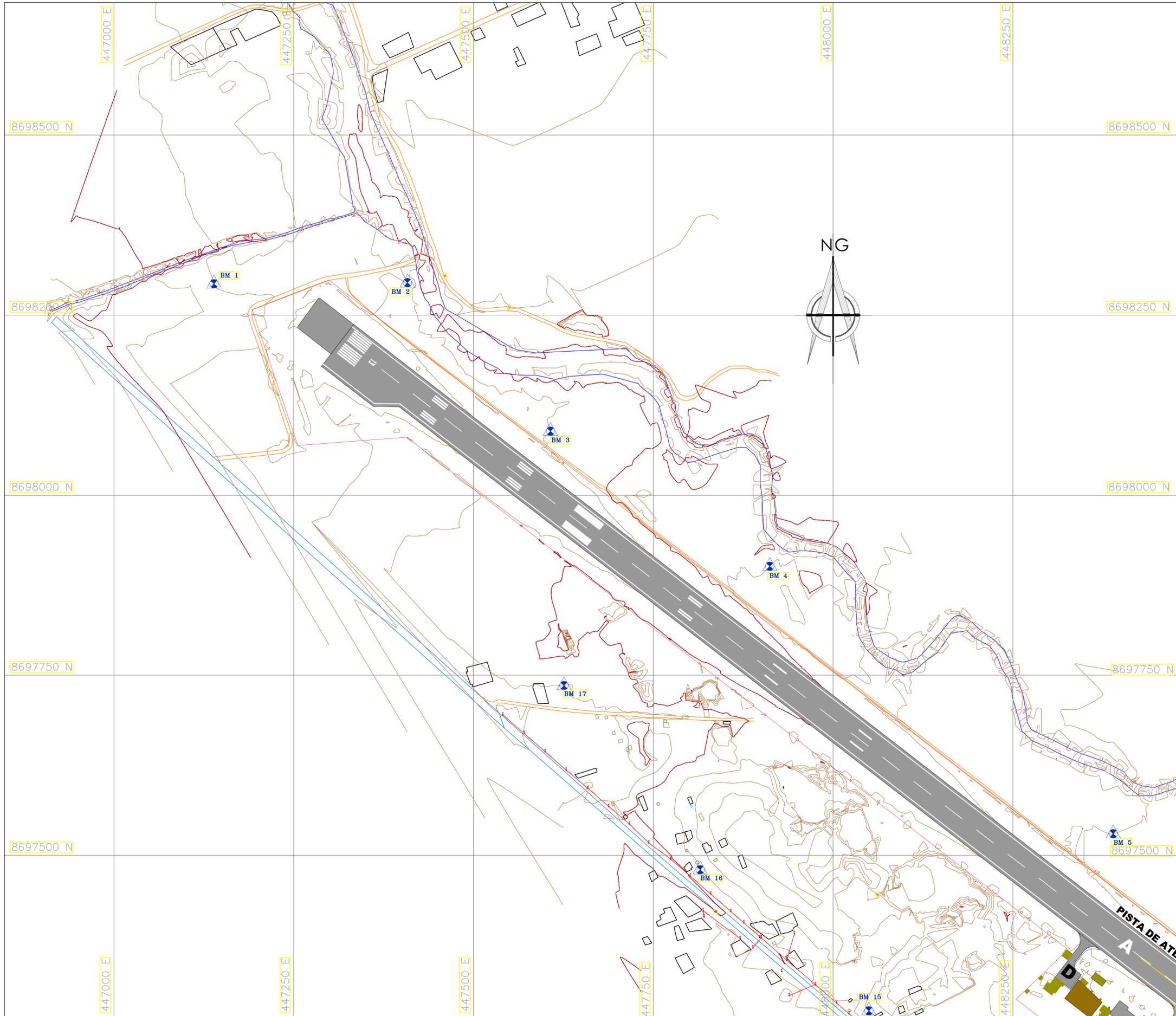


LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CARRETERA ASFALTADA	
CARRETERA AFIRMADA	
CAMINO EXISTENTE	
RÍO/RIACHUELO EXISTENTE	
LOTE EXISTENTE	
CERCO DEL AEROPUERTO EXISTENTE	
POSTE DE LUZ EXISTENTE	
PLETA EXISTENTE	
LETRINA EXISTENTE	
PUNTOS DE UBICACIÓN DE B.M.	
POZOS DE AGUA EXISTENTES	

PUNTO	COORDENADAS			BM	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	COTA		
1	447139.032	8698293.528	3363.000	BM - 1	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
2	447408.016	8698295.074	3362.000	BM - 2	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
3	447606.913	8698088.866	3361.000	BM - 3	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
4	447911.951	8697901.317	3359.000	BM - 4	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
5	448389.467	8697529.986	3358.000	BM - 5	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
6	448793.795	8697241.220	3356.000	BM - 6	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
7	449446.457	8696730.508	3354.000	BM - 7	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
8	449681.628	8696572.779	3353.000	BM - 8	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
9	449619.879	8696372.226	3353.000	BM - 9	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
10	448794.263	8696763.139	3357.000	BM - 10	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
11	448411.241	8696901.662	3359.000	BM - 11	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
12	448262.395	8697029.774	3359.000	BM - 12	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
13	448035.962	8697097.925	3359.000	BM - 13	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
14	448261.901	8697177.029	3358.000	BM - 14	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
15	448049.879	8697283.842	3358.000	BM - 15	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
16	447815.077	8697480.081	3359.000	BM - 16	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
17	447625.797	8697735.712	3361.000	BM - 17	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"

	PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAJAJA - JUNÍN 2019*			
	PLANO: T-02 TOPOGRAFÍA DETALLADA	LÁMINA: TD - 01		
INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakanakulane Santana Bach.	FECHA: Octubre - 2019	ESCALA: 1/2500		
REGIÓN: Junín	PROVINCIA: Jajaja	DISTRITO: Jajaja	CAD:	



LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CARRETERA ASFALTADA	
CARRETERA AFIRMADA	
CAMINO EXISTENTE	
RÍO/RIACHUELO EXISTENTE	
LOTE EXISTENTE	
CERCO DEL AEROPUERTO EXISTENTE	
POSTE DE LUZ EXISTENTE	
PILETA EXISTENTE	
LETRINA EXISTENTE	
PUNTOS DE UBICACIÓN DE B.M.	
POZOS DE AGUA EXISTENTES	

PUNTO	COORDENADAS			BM	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	COTA		
1	447139.032	8698293.528	3363.000	BM - 1	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
2	447408.016	8698295.074	3362.000	BM - 2	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
3	447606.913	8698088.866	3361.000	BM - 3	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
4	447911.951	8697901.317	3359.000	BM - 4	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
5	448389.467	8697529.986	3358.000	BM - 5	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
6	448793.795	8697241.220	3356.000	BM - 6	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
7	449446.457	8696730.508	3354.000	BM - 7	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
8	449681.628	8696572.779	3353.000	BM - 8	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
9	449619.879	8696372.226	3353.000	BM - 9	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
10	448794.263	8696763.139	3357.000	BM - 10	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
11	448411.241	8696901.662	3359.000	BM - 11	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
12	448262.395	8697029.774	3359.000	BM - 12	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
13	448035.962	8697097.925	3359.000	BM - 13	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
14	448261.901	8697177.029	3358.000	BM - 14	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
15	448049.879	8697283.842	3358.000	BM - 15	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
16	447815.077	8697480.081	3359.000	BM - 16	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
17	447625.797	8697735.712	3361.000	BM - 17	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"

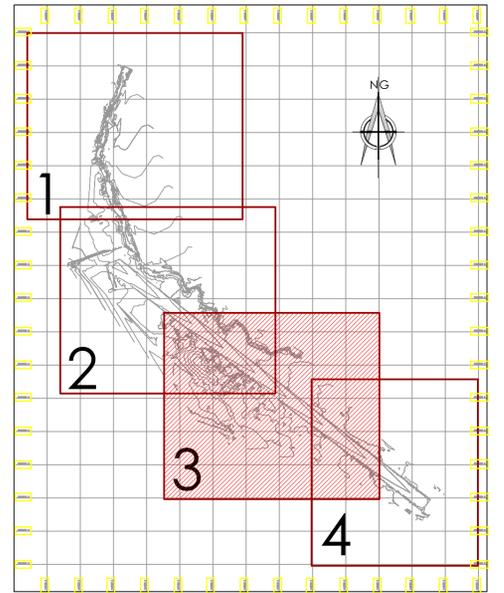
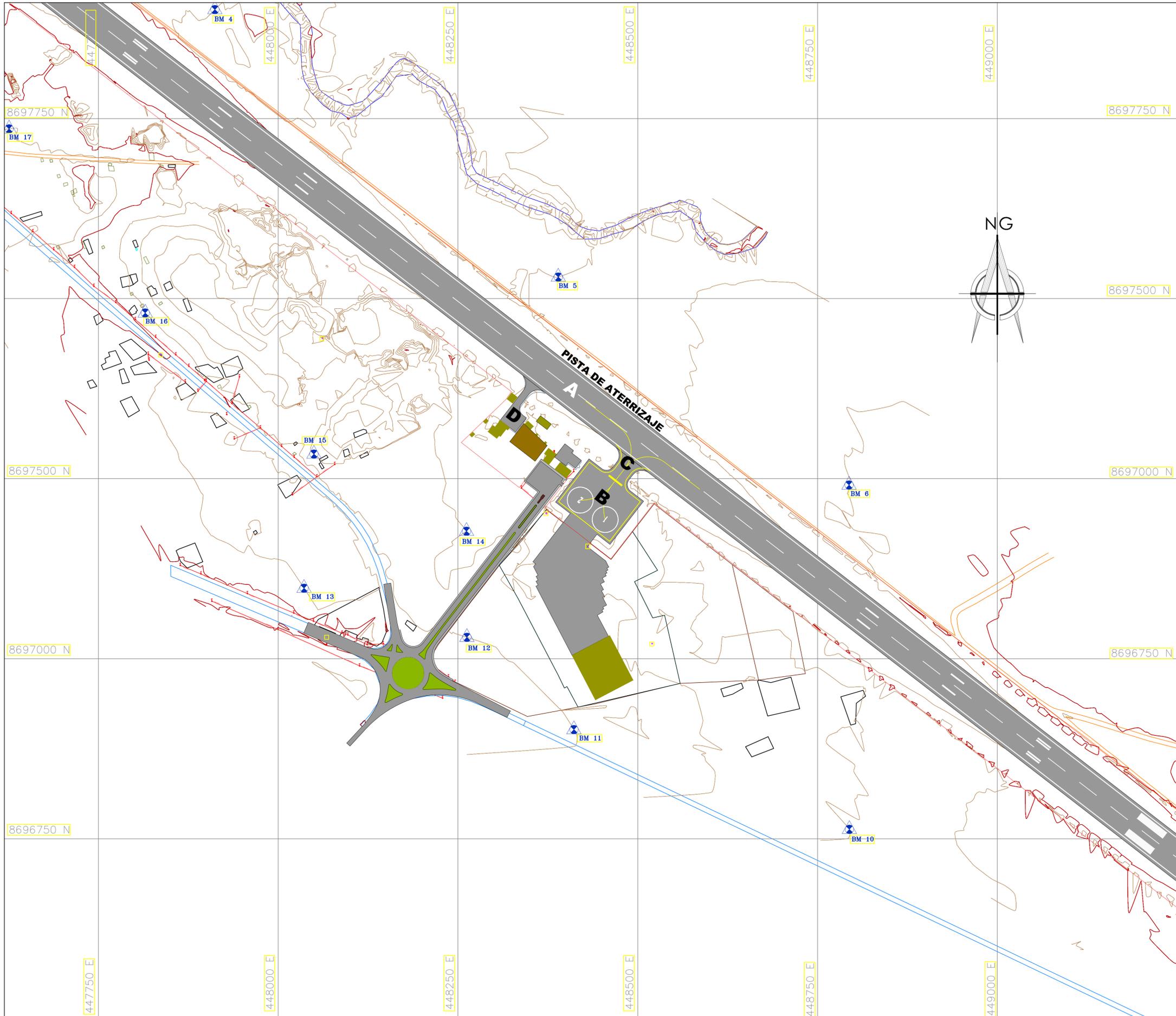
UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAJAJA - JUNÍN 2019*

PLANO: **T-02 TOPOGRAFÍA DETALLADA** LÁMINA: **TD - 02**

INGENIERO ASESOR: **Teófilo Bachi, Lucía Herrera Morales, Bachi, Camila Carrasco Quiroz** FECHA: **Octubre - 2019**

REGIÓN: **Junín** PROVINCIA: **Jajaja** DISTRITO: **Jajaja** ESCALA: **1/25000** CAD:



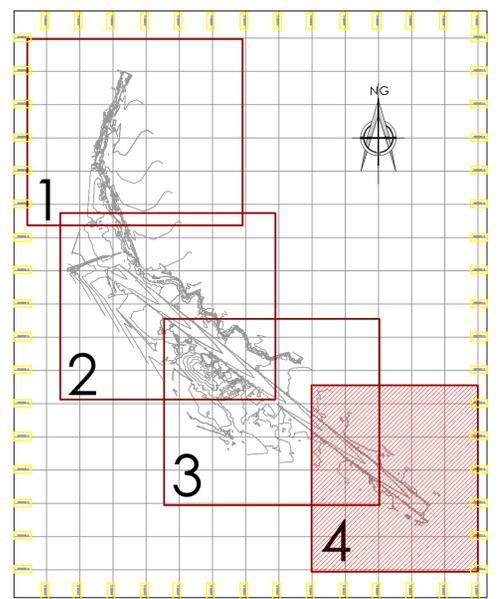
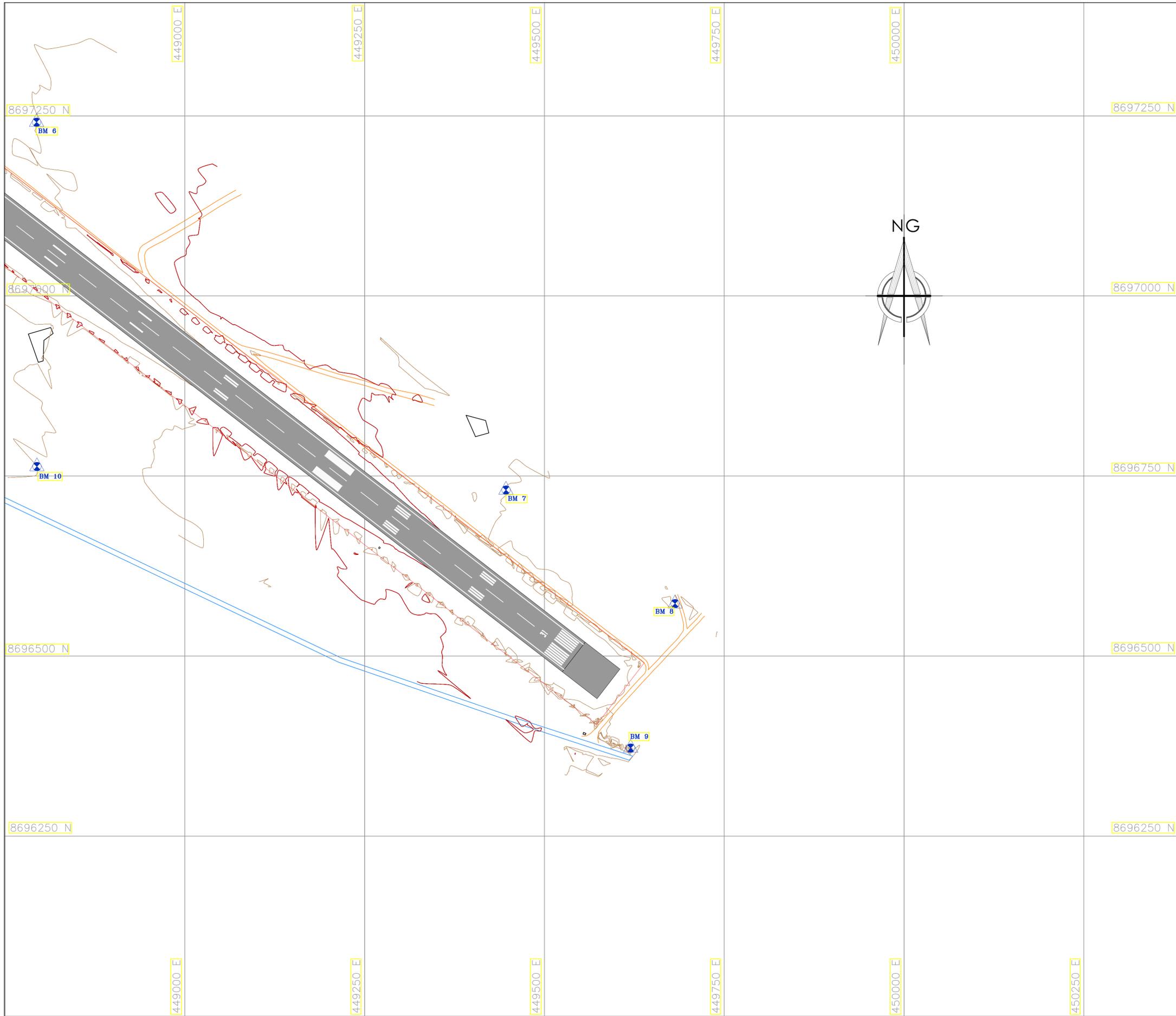
UBICACIÓN
ESCALA: 1/25 000

LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CARRETERA ASFALTADA	
CARRETERA AFIRMADA	
CAMINO EXISTENTE	
RÍO/RIACHUELO EXISTENTE	
LOTE EXISTENTE	
CERCO DEL AEROPUERTO EXISTENTE	
POSTE DE LUZ EXISTENTE	
PILETA EXISTENTE	
LETRINA EXISTENTE	
PUNTOS DE UBICACIÓN DE BMs.	
POZOS DE AGUA EXISTENTES	

PUNTO	COORDENADAS			BM	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	COTA		
1	447139.032	8698293.528	3363.000	BM - 1	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
2	447408.016	8698295.074	3362.000	BM - 2	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
3	447606.913	8698088.866	3361.000	BM - 3	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
4	447911.951	8697901.317	3359.000	BM - 4	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
5	448389.467	8697529.986	3358.000	BM - 5	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
6	448793.795	8697241.220	3356.000	BM - 6	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
7	449446.457	8696730.508	3354.000	BM - 7	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
8	449681.628	8696572.779	3353.000	BM - 8	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
9	449619.879	8696372.226	3353.000	BM - 9	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
10	448794.263	8696763.139	3357.000	BM - 10	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
11	448411.241	8696901.662	3359.000	BM - 11	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
12	448262.395	8697029.774	3359.000	BM - 12	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
13	448035.962	8697097.925	3359.000	BM - 13	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
14	448261.901	8697177.029	3358.000	BM - 14	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
15	448049.879	8697283.842	3358.000	BM - 15	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
16	447815.077	8697480.081	3359.000	BM - 16	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
17	447625.797	8697735.712	3361.000	BM - 17	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"

	T-02 TOPOGRAFIA DETALLADA				
	IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAJAJA - JUNÍN 2019*				
	PLANO:	T-02	LAMINA:		TD - 03
	INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakanakulane Santana REGIÓN: Junín	Tesisas: Dachs, Lucía Herrera Morales Bachi, Camila García Ojeda PROVINCIA: Jajaja DISTRITO: Jajaja	FECHA: Octubre - 2019 ESCALA: 1/25000		CAD:



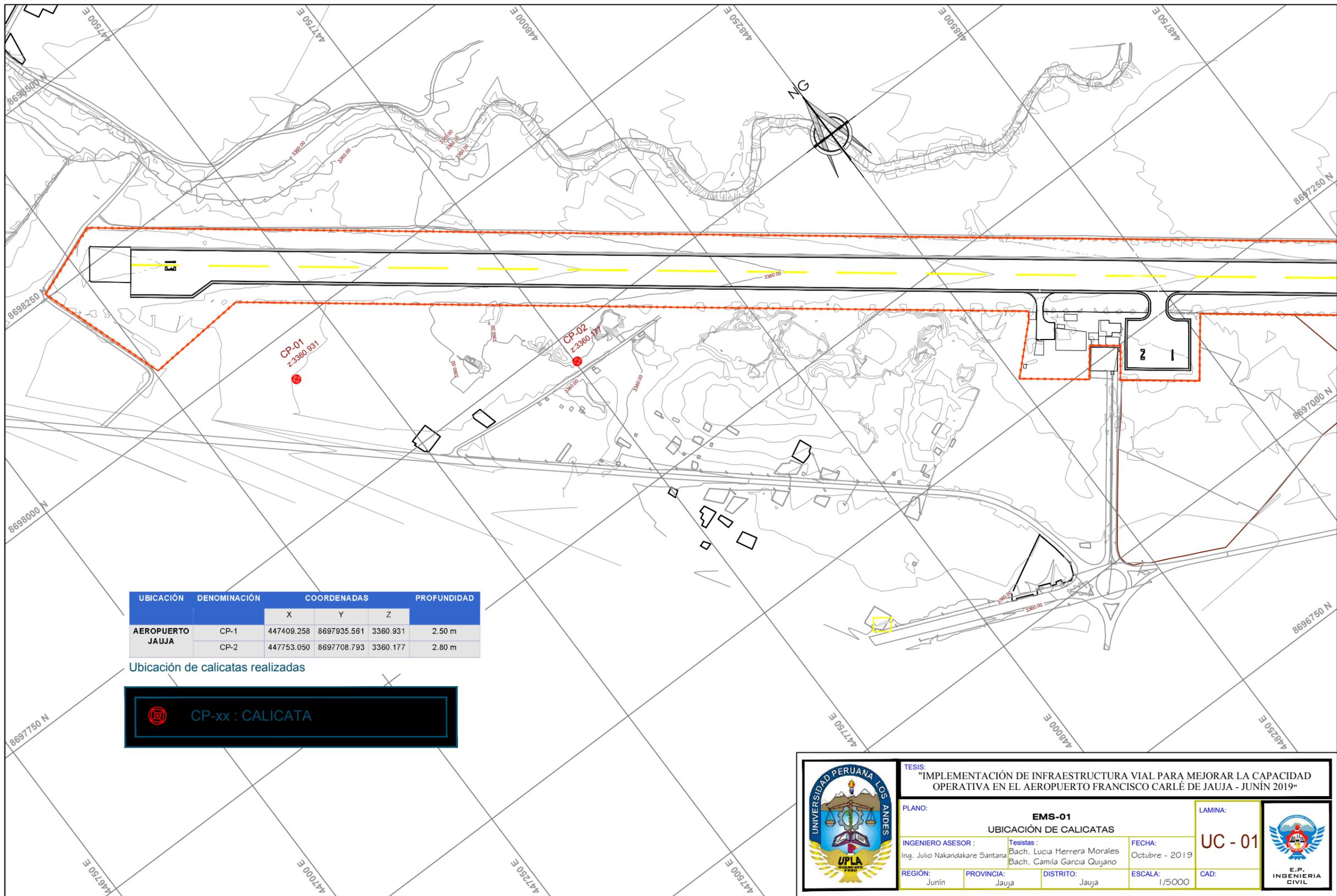
LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CURVAS PRIMARIAS	
CURVAS SECUNDARIAS	
CARRETERA ASFALTADA	
CARRETERA AFIRMADA	
CAMINO EXISTENTE	
RÍO/RIACHUELO EXISTENTE	
LOTE EXISTENTE	
CERCO DEL AEROPUERTO EXISTENTE	
POSTE DE LUZ EXISTENTE	
PILETA EXISTENTE	
LETRINA EXISTENTE	
PUNTOS DE UBICACIÓN DE BMs.	
POZOS DE AGUA EXISTENTES	

PUNTO	COORDENADAS			BM	DESCRIPCIÓN
	ESTE	NORTE	COTA		
1	447139.032	8698293.528	3363.000	BM - 1	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
2	447408.016	8698295.074	3362.000	BM - 2	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
3	447606.913	8698088.866	3361.000	BM - 3	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
4	447911.951	8697901.317	3359.000	BM - 4	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
5	448389.467	8697529.986	3358.000	BM - 5	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
6	448793.795	8697241.220	3356.000	BM - 6	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
7	449446.457	8696730.508	3354.000	BM - 7	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
8	449681.628	8696572.779	3353.000	BM - 8	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
9	449619.879	8696372.226	3353.000	BM - 9	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
10	448794.263	8696763.139	3357.000	BM - 10	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
11	448411.241	8696901.662	3359.000	BM - 11	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
12	448262.395	8697029.774	3359.000	BM - 12	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
13	448035.962	8697097.925	3359.000	BM - 13	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
14	448261.901	8697177.029	3358.000	BM - 14	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
15	448049.879	8697283.842	3358.000	BM - 15	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
16	447815.077	8697480.081	3359.000	BM - 16	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"
17	447625.797	8697735.712	3361.000	BM - 17	Hito de concreto con varilla de fierro de 3/8"

	PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAJAJA - JUNÍN 2019*			
	PLANO: T-02 TOPOGRAFÍA DETALLADA	FECHA: Octubre - 2019	LÁMINA: TD - 04	
INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakanaulajane Santara Bach. Lucía Herrera Morales Bach. Camila García Quiroz	REGION: Junín	PROVINCIA: Jajaja	DISTRITO: Jajaja	ESCALA: 1/2500

ANEXO 12
PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



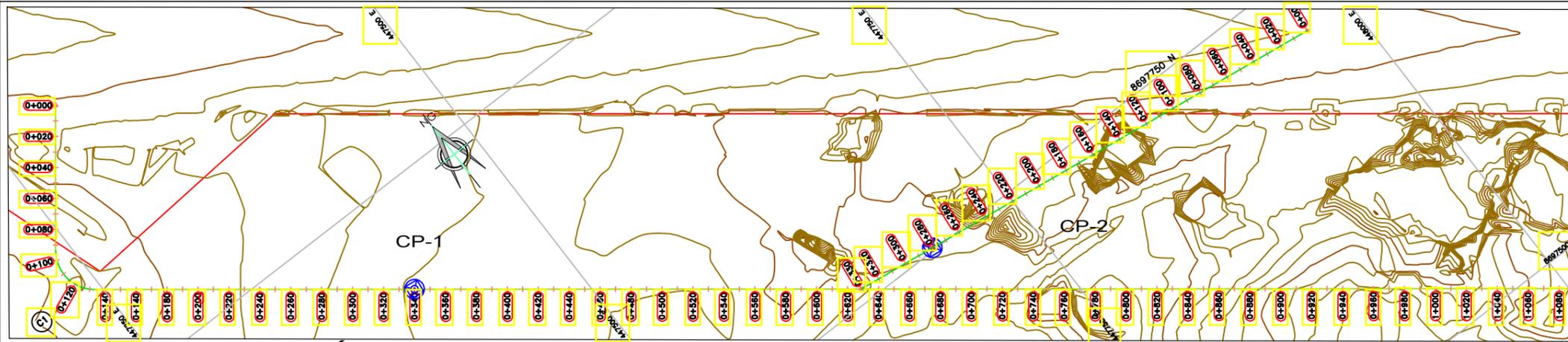
UBICACIÓN	DENOMINACIÓN	COORDENADAS			PROFUNDIDAD
		X	Y	Z	
AEROPUERTO JAUJA	CP-1	447409.258	8697935.561	3360.931	2.50 m
	CP-2	447753.050	8697708.793	3360.177	2.80 m

Ubicación de calicatas realizadas



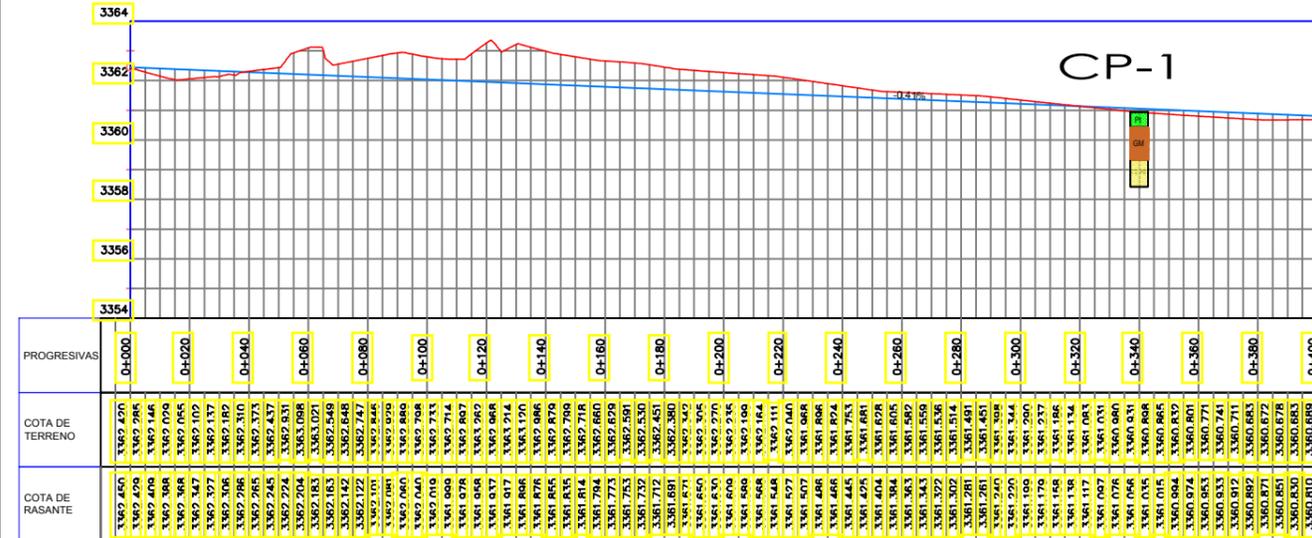
	TESIS: "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"			
	PLANO: EMS-01 UBICACIÓN DE CALICATAS		LAMINA: UC - 01	
	INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakandakare Santana	Tesisistas: Bach. Lucia Herrera Morales Bach. Camila Garcia Quijano	FECHA: Octubre - 2019	
	REGIÓN: Junín	PROVINCIA: Jauja	DISTRITO: Jauja	ESCALA: 1/5000

ANEXO 13
PLANO DE PERFIL ESTATIGRÁFICO



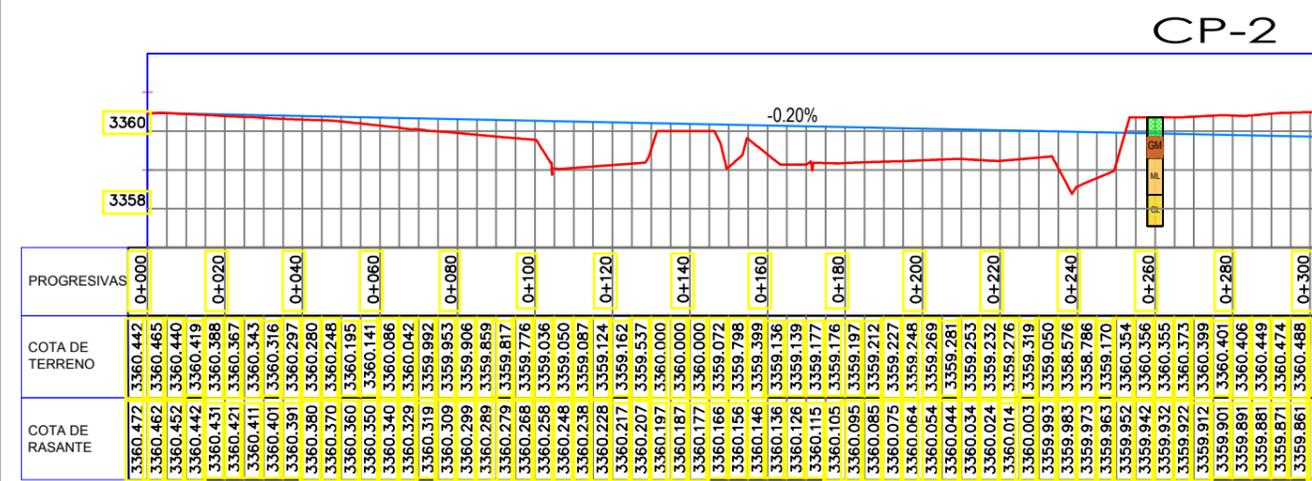
PLANTA TOPOGRÁFICA

ESCALA: 1/2 000

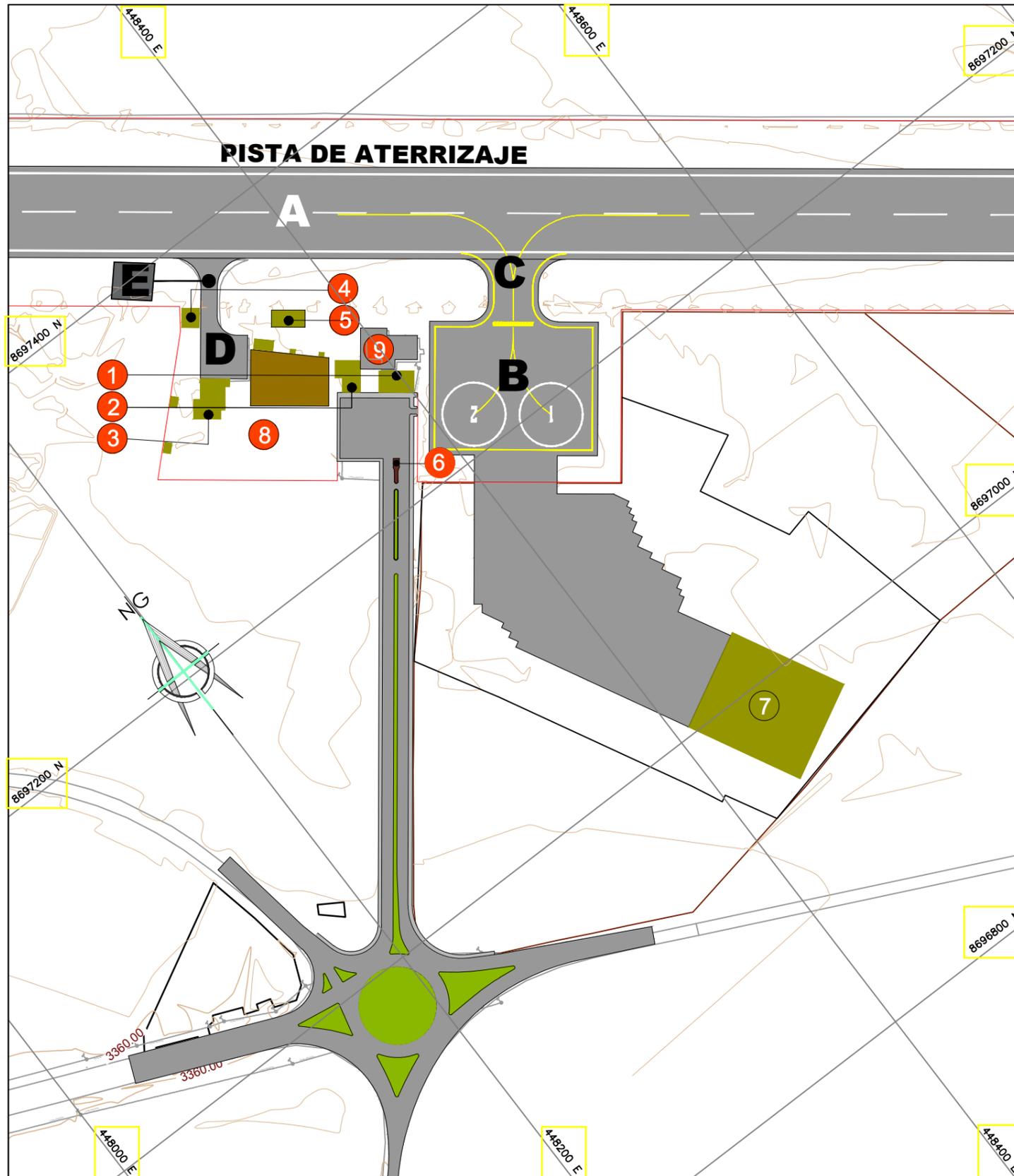


PERFIL ESTATIGRAFICO CALICATA 1

ESCALA: H: 1/2 000, V: 1/200



ANEXO 14
PLANO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES



UBICACION
ESCALA: 1/25 000

INSTALACIONES HORIZONTALES EXISTENTES		
SÍMBOLO	DESCRIPCION	EXTENSION
A	PISTA	2810 x 45 mt
B	PLATAFORMA	96 x 76 mt
C	CALLE DE RODAJE	28 x 23 mt
D	PLATAFORMA SEI	27 x 25 mt
E	CAMINO DE ACCESO SEI	40 x 10 mt

INSTALACIONES VERTICALES EXISTENTES		
SÍMBOLO	DESCRIPCION	EXTENSION
1	EDIFICIO TERMINAL DE PASAJEROS	20 x 13 mt
2	GRUPO ELECTRÓGENO	18 x 13 mt
3	S.E.I	17 x 23 mt
4	CASETA DE COMBUSTIBLE	10.85 x 9.93 mt
5	METEOROLOGÍA CORPAC	9.67 x 19.00 mt

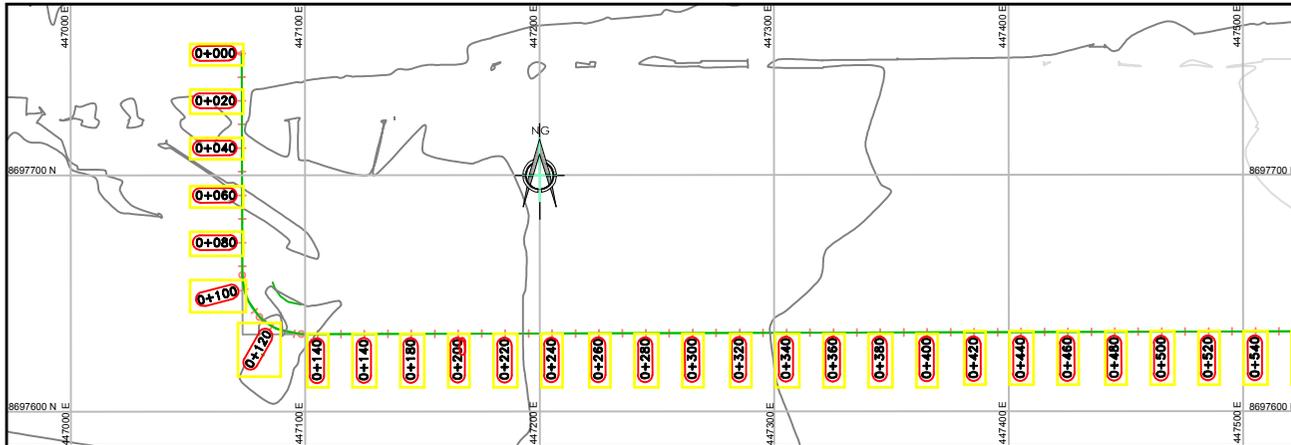
INSTALACIONES VERTICALES EXISTENTES		
SÍMBOLO	DESCRIPCION	
6	CASETA DE VIGILANCIA	
7	GALPÓN PRIVADO (Fuera del recinto aeroportuario)	
8	PATIO EXTERIOR	
9	ESTACION VEHICULAR	

LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CERCO PERIMETRICO DEL AEROPUERTO	---
LOTES	□
AREAS VERDES	■

	TESIS: "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUJA - JUNÍN 2019"			
	PLANO: T-03 ESTRUCTURAS EXISTENTES		LAMINA: EE - 01	
	INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakandakare Santana	Tesisistas: Bach. Lucia Herrera Morales Bach. Camila Garcia Quijano	FECHA: Octubre - 2019	
	REGIÓN: Junín	PROVINCIA: Jauja	DISTRITO: Jauja	ESCALA: 1/2500

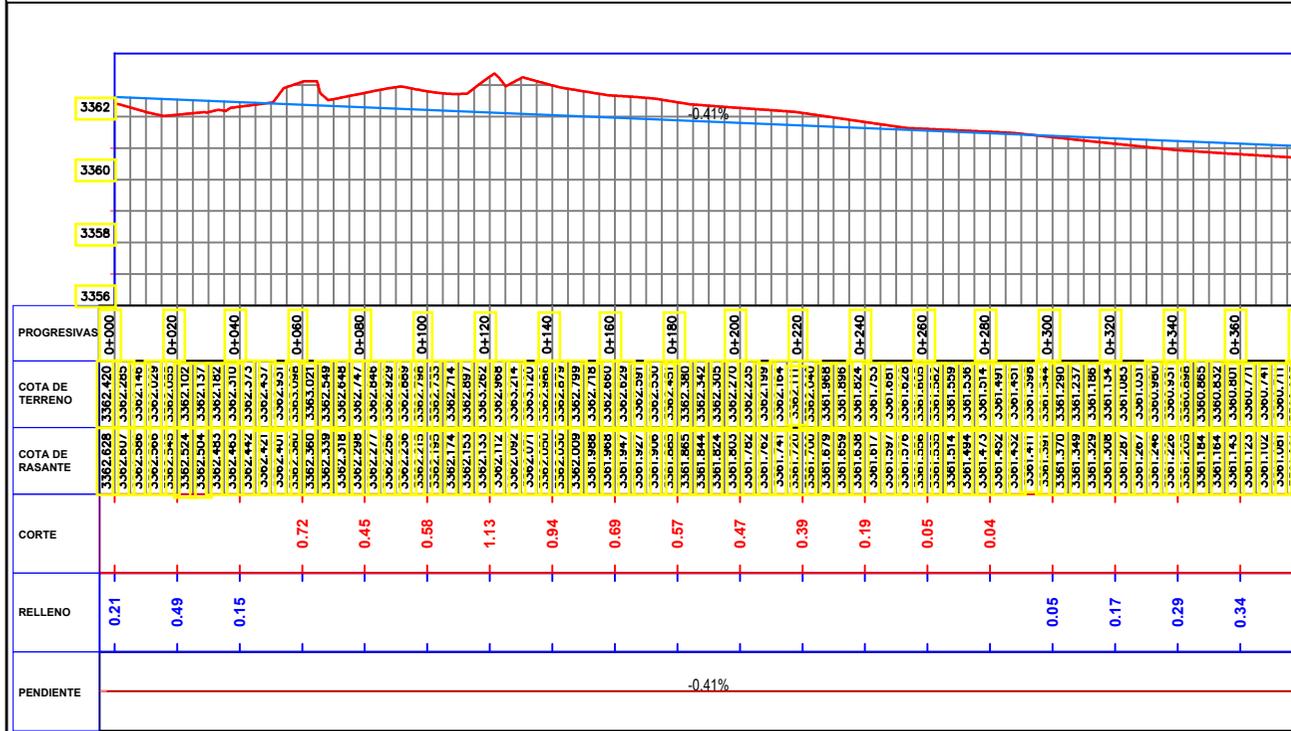
ANEXO 15
PLANO DE ESTRUCTURA PROYECTADA

ANEXO 16
PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES DE CALLE
DE RODAJE



PLANTA TOPOGRÁFICA

ESCALA: 1/1 000



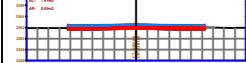
PERFIL LONGITUDINAL - TRAMO 0+000 - 0+380 Km

ESCALA: 1/750

SECCIÓN 0+000.00



SECCIÓN 0+020.00



SECCIÓN 0+040.00



SECCIÓN 0+060.00



SECCIÓN 0+080.00



SECCIÓN 0+100.00



SECCIÓN 0+120.00



SECCIÓN 0+140.00



SECCIÓN 0+160.00



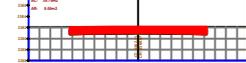
SECCIÓN 0+180.00



SECCIÓN 0+200.00



SECCIÓN 0+220.00



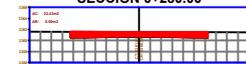
SECCIÓN 0+240.00



SECCIÓN 0+260.00



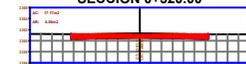
SECCIÓN 0+280.00



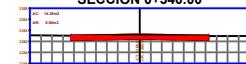
SECCIÓN 0+300.00



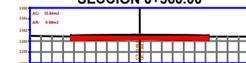
SECCIÓN 0+320.00



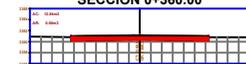
SECCIÓN 0+340.00



SECCIÓN 0+360.00



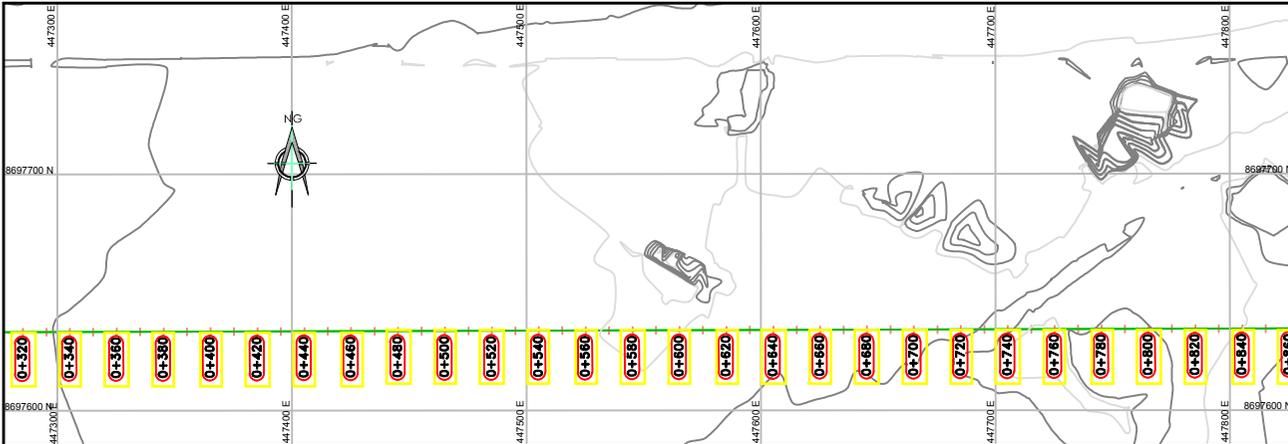
SECCIÓN 0+360.00



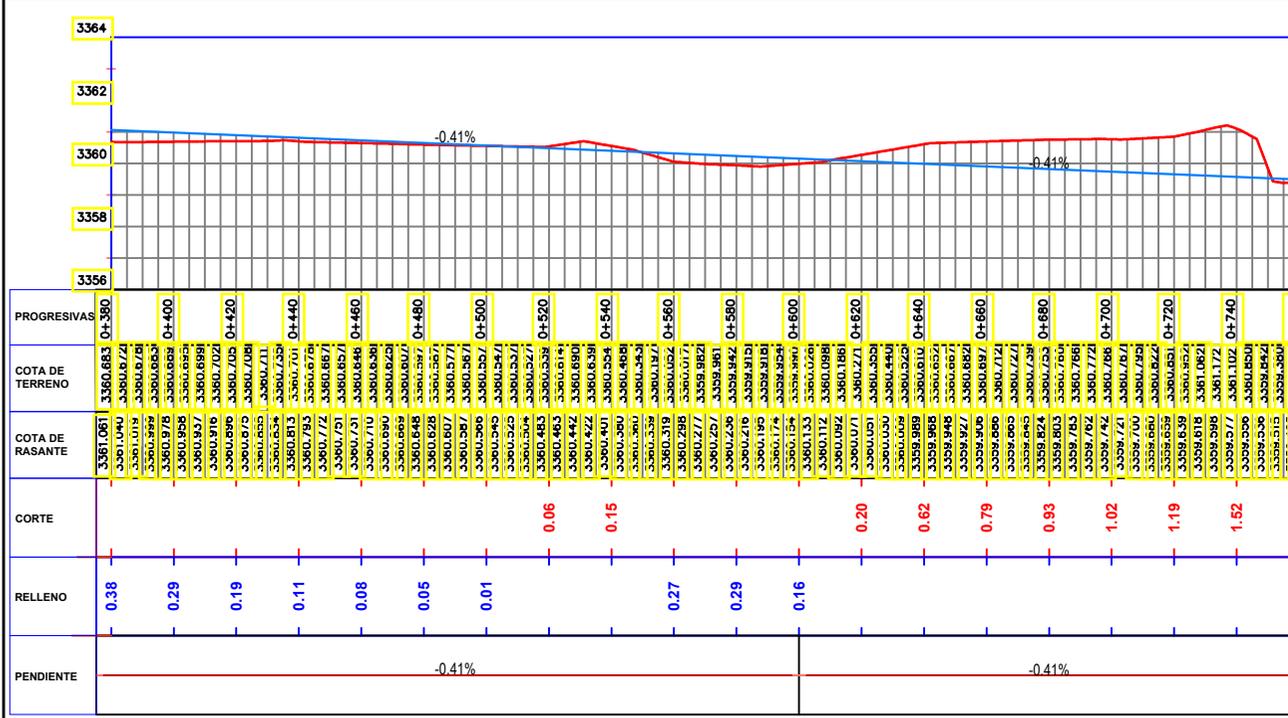
SECCION TRANSVERSAL

ESCALA: 1/500

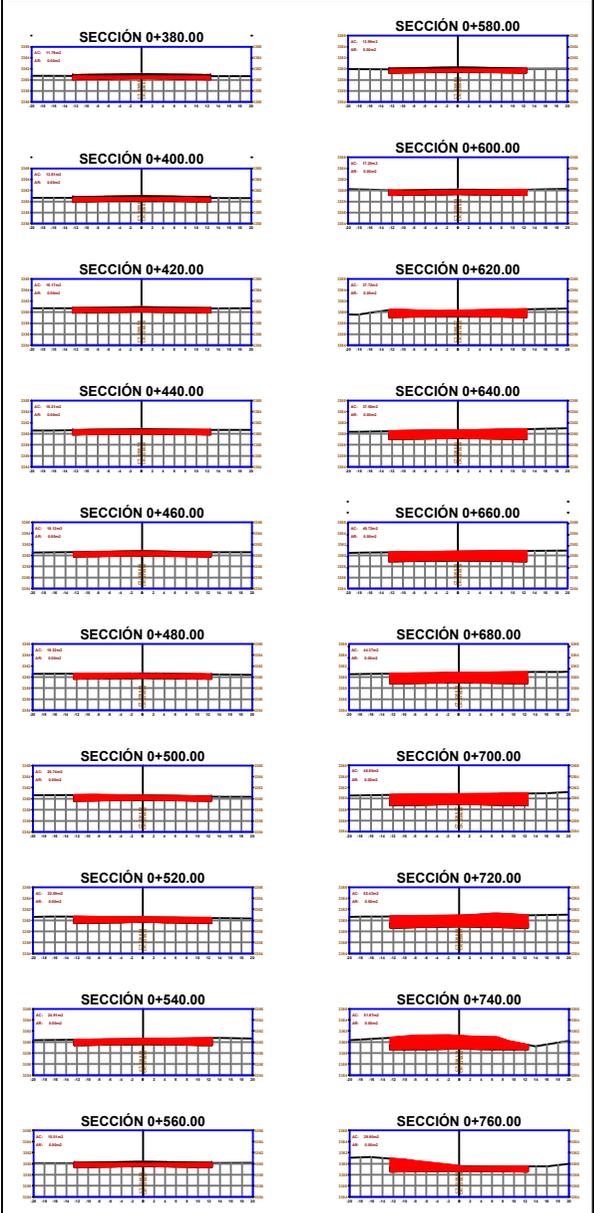
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CABELLO DE JUJUA - JUNIO 2019-
CLIENTE: MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
PROYECTANTE: INGENIERÍA CIVIL S.A.S.
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CABELLO DE JUJUA - JUNIO 2019-
FECHA: 2020
ESCALA: 1/500
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CABELLO DE JUJUA - JUNIO 2019-
FECHA: 2020
ESCALA: 1/500
PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CABELLO DE JUJUA - JUNIO 2019-
FECHA: 2020
ESCALA: 1/500



PLANTA TOPOGRÁFICA
ESCALA: 1/1 000



PERFIL LONGITUDINAL - TRAMO 0+000 - 0+380 Km
ESCALA: 1/750



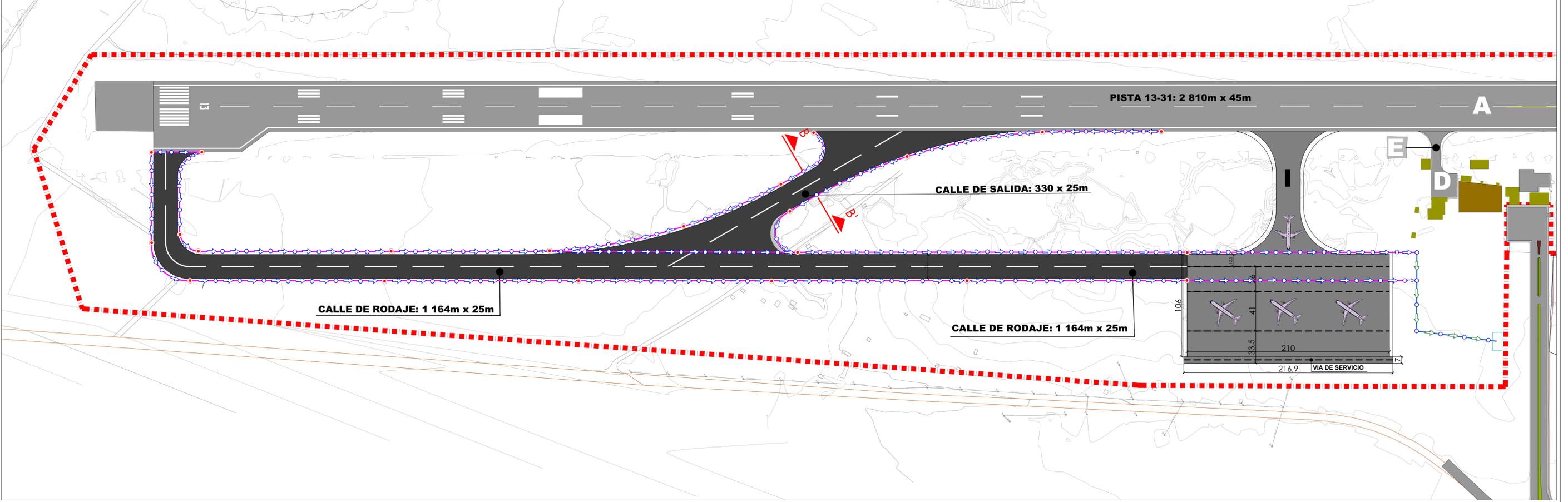
SECCION TRANSVERSAL
ESCALA: 1/500

	PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARRERÓN DE JALUA - JUNIO 2019-	
	CLIENTE: AEROPUERTO NACIONAL COSTA RICA	FECHA: 2020
PROYECTO: PLANTA PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: 2020	PROYECTO: CR - 02
PROYECTO: PLANTA PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TRANSVERSALES	FECHA: 2020	PROYECTO: CR - 02

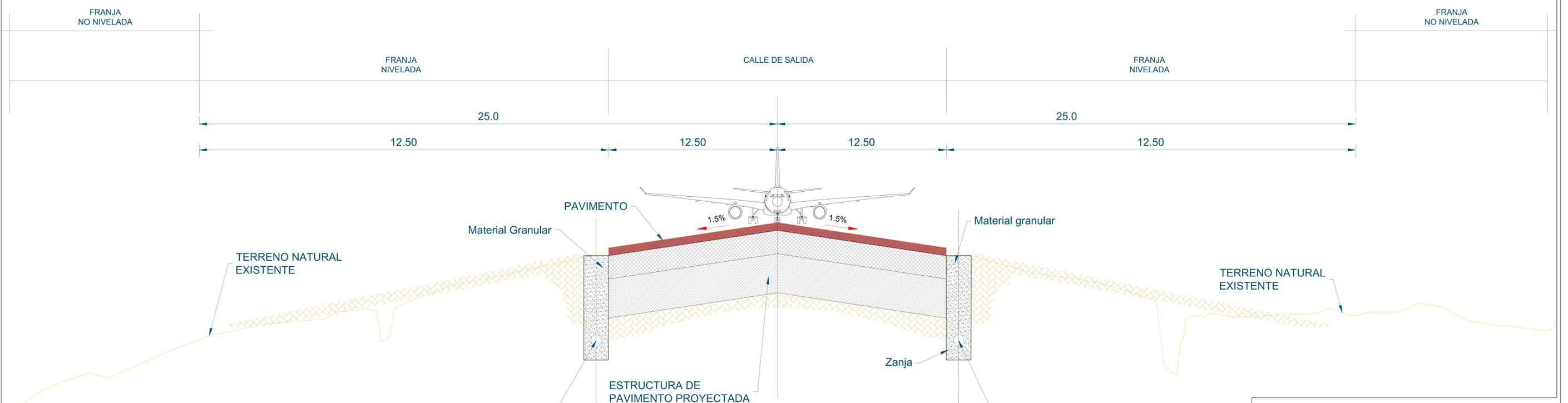
ANEXO 17
PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES DE CALLE
DE SALIDA

ANEXO 18
PLANO DE DRENAJE

PLANTA GENERAL CALLE DE SALIDA
Escala: 1/2000



CALLE DE SALIDA
SECCIÓN B - B'
Escala: 1/250



		TESIS: "IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD OPERATIVA EN EL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ DE JAUIJA - JUNÍN 2019"		LÁMINA: D - 04
INGENIERO ASESOR: Ing. Julio Nakandare Santillana	TITULAR: Bach. Luca Herrera Morales Bach. Camila García Oquendo	FECHA: Diciembre - 2019	ESCALA: Indicada	
REGIÓN: Junín	PROVINCIA: Jauja	DISTRITO: Jauja	CAD: 	

ANEXO 19
PANEL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍAS DE LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO



FOTOGRAFÍA 01



FOTOGRAFÍA 02



FOTOGRAFÍA 03



FOTOGRAFÍA 04



FOTOGRAFÍA 05

FOTOGRAFÍAS DE LA EVALUACIÓN DEL AEROPUERTO FRANCISCO CARLÉ



FOTOGRAFÍA 06



FOTOGRAFÍA 07



FOTOGRAFÍA 08



FOTOGRAFÍA 09



FOTOGRAFÍA 10



FOTOGRAFÍA 11



FOTOGRAFÍA 12



FOTOGRAFÍA 13



FOTOGRAFÍA 14



FOTOGRAFÍA 15



FOTOGRAFÍA 16



FOTOGRAFÍA 17

FOTOGRAFÍAS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA 18



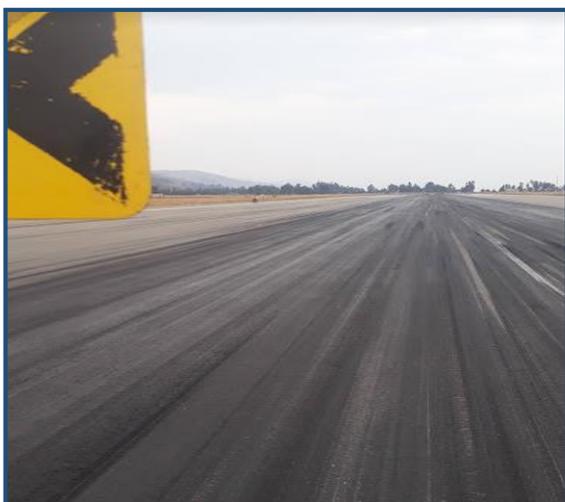
FOTOGRAFÍA 19



FOTOGRAFÍA 20



FOTOGRAFÍA 21



FOTOGRAFÍA 22



FOTOGRAFÍA 23

FOTOGRAFÍAS DEL ESTUDIO DE SUELOS



FOTOGRAFÍA 24



FOTOGRAFÍA 25



FOTOGRAFÍA 26



FOTOGRAFÍA 27



FOTOGRAFÍA 28



FOTOGRAFÍA 29

