

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**GUÍA DE DISEÑO PARA DETERMINAR PAVIMENTOS
FLEXIBLES AEROPORTUARIOS, SEGÚN LA
ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE AVIACIÓN (FAA)**

TESIS
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR:

Bach. FERNANDEZ RIOS PERCY CRISTIAN

Bach. MACEDO LEYVA KEVIN HELARD RICARDO

ASESOR: Mg. Ing. VICTOR ELEUTERIO AREVALO LAY

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico a mis padres por su permanente apoyo contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos. Aquellas personas entre familia como Cotita, mi abuelita Olga y amigos que estuvieron a mi lado apoyándome sin esperar nada a cambio y lograron que este sueño se haga realidad.

Kevin Macedo Leyva

Esta tesis está dedicada a todos mis seres queridos, en especial a mis padres quienes, en conjunto, por su gran apoyo incondicional.

Percy Fernandez Rios

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera; al apoyo y consejos de los ingenieros Alfredo Chaves Baca y Marcos Bayona especialista en aeropuertos por abrirnos sus conocimientos; a nuestro asesor de tesis, por su paciencia y buen humor, Ing. Víctor Arévalo, y a todas personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis amigos y familiares. Gracias.

Kevin Macedo y Percy Fernández

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción y Formulación del Problema General y Específicos	1
1.1.1. Problema general	2
1.1.2. Problemas específicos.....	2
1.2. Objetivo general y específico	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática	3
1.4. Justificación E Importancia del estudio.....	3
1.4.1. Importancia del estudio	3
1.4.2. Justificación del estudio	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes del Estudio de Investigación	5
2.1.1 Investigaciones relacionadas con el tema.....	7
2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la Variable de Estudio	16
2.2.1 Plan de estudios	16
2.2.1 Pavimentos	20
2.2.2 Sistema de infraestructuras aeroportuarias	32
2.2.3 Normas	38
2.2.4 Definición de términos básicos.....	38
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS	42
3.1 Hipótesis.....	42
3.1.1 Hipótesis principal.....	42
3.1.2 Hipótesis específicas.....	42
3.2 Variables.....	42
3.2.1 Definición Conceptual de las variables	42
3.2.2 Operacionalización de variables	43
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	44
4.1 Tipo y método de investigación.....	44

4.1.1	Orientación de la investigación	44
4.1.2	Enfoque de la investigación.....	44
4.1.3	Nivel de investigación	44
4.2	Diseño de investigación	44
4.3	Población de estudio	44
4.3.1	Población de estudio.....	44
4.3.2	Diseño muestral	45
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
4.4.1	Tipos de técnica e instrumentos	45
4.4.2	Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos	46
4.4.3	Procedimientos para la recolección de datos.....	46
4.5	Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	46
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		48
5.1	Diagnóstico y situación actual	48
5.2	Presentación de Resultados.....	49
5.3	Análisis de Resultados	59
5.3.1	Análisis de sílabos	59
5.3.2	Análisis de normas	60
5.3.3	Análisis de la guía de diseño	61
5.4	Contrastación de hipótesis.	61
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES		66
BIBLIOGRAFÍA		67
ANEXOS		69
Anexo N°1: Matriz de consistencia		69
Anexo N°2: Guía de Diseño de Pavimento Aeroportuario.....		71
Anexo N°3: Matriz de Operacionalización.....		71
Anexo N°4: Sílabos		72
Anexo N°5: Estudio de Suelos EEISAC.....		86
Anexo N°6: Reporte Sección del pavimento flexible programa faarfield		154
Anexo N°7: Autorización de uso de datos por la empresa ingenieros y a eropuertos E.I.R.L.		156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Cargas en peso bruto de aeronaves.....	27
Tabla N°2: Distribución de lados.....	32
Tabla N°3: Distribución de lados.....	34
Tabla N°4: Lado aire.....	35
Tabla N°5: Clave de referencia	37
Tabla N°6: Relación entre variables Independiente	43
Tabla N°7: Relación entre variables Dependiente.....	43
Tabla N°8: Relación de Universidades.....	50
Tabla N°9: Silabus Analizados.....	51
Tabla N°10: Extracción de calicatas.....	56
Tabla N°11: Ensayos de CBR in situ.....	57
Tabla N°12: Cantidad de operaciones anuales	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Sección típica de pavimentos flexible.....	21
Figura N°2: Sección típica de pavimentos rígido	24
Figura N°3: Distribución de tren de aterrizaje.....	29
Figura N°4: Estructura del pavimento.....	31
Figura N°5: Infraestructura de un aeropuerto.....	33
Figura N°6: Área de Movimiento.....	35
Figura N°7: Introducción de los datos.....	58
Figura N°8: Diseño del pavimento.....	58
Figura N°9: Espesores obtenidos del pavimento.....	59

RESUMEN

En la presente tesis para optar el grado de Ingeniero Civil se titula Guía de diseño para determinar pavimentos flexibles aeroportuarios, según la Administración Federal de aviación (FAA). El objetivo de la investigación ha sido proponer una guía de diseño para determinar los espesores de cada capa del pavimento, empleándose los circulares de asesoramiento de la Administración Federal de Aviación (FAA). En donde se revisó los sílabos de la curricula de estudio de Ingeniería Civil de las Universidades, del mismo se analizó las normas necesarias para proponer un guía ideal acorde a la última actualización de los circulares de asesoramiento y de la Rap 314. Por último, en la tesis se propone validad la guía de diseño de pavimento flexible aeroportuario en el aeródromo privado Walter Braed-Segu. La orientación de esta investigación es deductiva y aplicativa, con un enfoque cuantitativo. En la hipótesis general se comprobó lo siguiente: “La propuesta de una guía de diseño servirá para determinar el pavimento flexible aeroportuario”. La validación de la hipótesis quedo comprobada y demostrada en el ítem 5.3.1, a través de análisis de los diferentes silabos, donde concluimos que es necesario la creación de una “guía de diseño de aeropuertos” para facilitar la búsqueda y proceso de la misma, demostrando también el uso de software FAARFIELD en el aeródromo privado Walter Braed Segu, cumpliendo con la Norma establecida por la Administración Federal de Aviación (FAA), obteniendo como conclusión general la necesidad de una guía de diseño, para el uso de estudiantes y profesionales de la carrera de Ingeniería civil.

Palabras Clave: Guía, pavimento aeroportuario, rap 314, aeródromo, calle de rodaje.

ABSTRACT

In this thesis to choose the degree of Civil Engineer is entitled "Design guide to determine flexible airport pavements, according to the Federal Aviation Administration (FAA)". The objective of the research has been to propose a design guide to determine the thickness of each layer of the pavement, using advisory circulars from the Federal Aviation Administration (FAA). Where the syllables of the Civil Engineering study curriculum of the Universities were reviewed, the necessary standards were analyzed to propose an ideal guide according to the latest update of the advisory circulars and Rap 314. Finally, in the Thesis is proposed to validate the flexible airport pavement design guide at the private Walter Braed-Segu aerodrome. The orientation of this research is deductive and applicative, with a quantitative approach. In the general hypothesis, the following was verified: "The proposal of a design guide will serve to determine the flexible airport pavement". The validation of the hypothesis was verified and demonstrated in item 5.3.1, through the analysis of the different syllables, where we conclude that it is necessary to create an "airport design guide" to facilitate the search and the search process. same, also demonstrating the use of FAARFIELD software at the Walter Braed Segu private aerodrome, complying with the Standard established by the Federal Aviation Administration (FAA), obtaining as a general conclusion the need for a design guide, for the use of students and professionals from the Civil Engineering career.

Key Words: Guide, airport pavement, rap 314, aerodrome, taxiway.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente investigación titulada Guía de diseño para determinar pavimentos flexibles aeroportuarios, según la administración federal de aviación (FAA), tiene como objetivo proponer una guía de diseño para determinar los espesores de cada capa del pavimento, empleándose los circulares de asesoramiento de la Administración Federal de Aviación (FAA).

La tesis está compuesta de cinco capítulos, en el primero se da a conocer el enfoque del problema, planteándose los objetivos a investigar, identificando las delimitaciones y desarrollando la justificación, La importancia de esta investigación, en proponer una guía es para cubrir un vacío educacional, ya que no en todas las Universidades se enseña diseño de pavimentos aeroportuarios, del mismo modo permitirá que tanto los estudiantes o profesionales de ingeniería civil, puedan capacitarse con esta investigación y emplearlo como guía de apoyo para su elaboración o tener un conocimiento más amplio para un diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios y puedan emplearlo en la realidad

Los métodos propuestos a emplear, serán por la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), ya que nos ofrece los estándares para el diseño y evaluación de pavimentos de aeropuertos. Las pautas a considerar, mencionadas en los circulares AC 150/5320-6G y AC 150/5320-6E, debido que en nuestro país no existe una norma para realizar el diseño de un pavimento aeroportuario.

Finalmente, la guía de diseño de aeropuertos, será empleada en el aeródromo privado Walter Braed Segu, cumpliendo con la Normas establecidas y del mismo modo demostrando el uso del software FAARFIELD, en el que se concluirá la necesidad de la guía

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y Formulación del Problema General y Específicos

En la actualidad el tema de aeropuertos abre muchas puertas para debatir, donde vemos que muchos de los aeropuertos del Perú, tienen una deficiencia tanto en la infraestructura y en el mantenimiento.

La Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) incluyó a Lima en la lista de las seis ciudades de Latinoamérica con mayores obstáculos para el desarrollo de la industria aérea, por los altos costo de impuestos y tasas, déficit de infraestructura aeroportuario y regulaciones que impiden potenciar los beneficios económicos y sociales de la aviación, y responder a la creciente demanda de conectividad aérea. (IATA, 2018)

El país tiene un incremento de la demanda donde pone en aprietos la capacidad del principal terminal aéreo. “Por esta razón, pese a que en el 2017 recibió el premio al mejor aeropuerto de Sudamérica, en base a encuestas de pasajeros, su funcionamiento se ha vuelto deficiente. Su infraestructura ha colapsado.” (TAKEOFF PERÚ, 2018)

En una entrevista al consejero Alexandre de juniac, perteneciente a la IATA, dijo que “Necesitamos una infraestructura efectiva, capaz de responder a las exigencias de la creciente demanda; costos razonables e impuestos que no la frenen; y un marco regulatorio moderno que respalde” (IATA, 2018)

Por otro lado, también encontramos una gran deficiencia en los alumnos de Ingeniería Civil, ya que muchos de ellos, terminan su ciclo universitario y no cuentan con un conocimiento amplio, sobre el diseño de pistas de aterrizaje, para un pavimento flexible aeroportuario. Donde muchos de ellos no contaron con un curso obligatorio o electivo en su malla curricular universitaria. Solo se tiene conocimiento que las únicas universidades que cumplen con esta postura es la Universidad Nacional Villa Real que tiene como curso activo para sus estudiantes, también está la Universidad Nacional de Ingeniería, pero lo tiene como un curso inactivo, donde no se dictan por falta de cantidad de alumnos para aperturarlo.

Estos problemas de deficiencia lo podemos ver en los proyectos de ejecución de obras para la mejora de la infraestructura, ya que un claro ejemplo es el Aeropuerto Jorge Chávez donde, “teniendo en cuenta que desde el año 2001, ya estaba proyectado la ejecución de la obra de la segunda pista de aterrizaje y entre el 2006 – 2007, se debió haber entregado las áreas para hacerse la expropiación.” (Carlos Canales, 2016)

Los inconvenientes mencionados se deben a una falta de importancia e interés por parte del estado en poder incentivar a las Universidades en dictar los cursos necesarios acorde a las deficiencias que se va captando en el país, así mismo estimular y facilitar a los estudiantes a poder llevar un curso acorde a las necesidades mencionadas.

Por ende, lo que se propone en esta tesis de investigación, es proponer una guía de diseño del pavimento flexible aeroportuario, utilizando los circulares de asesoramiento de la Administración Federal de Aviación (FAA), donde será muy útil, ya que servirá como una guía no solo para los estudiantes de Ingeniería Civil, sino también para el desarrollo profesional de ejecución de obra, donde esta guía, nos ayudara a determinar los espesores para cada capa del pavimento flexible aeroportuario, considerando las áreas críticas y no críticas según la nave de diseño, así también determinar los cálculos y restricciones que se pueda encontrar, del mismo modo poder realizar un diseño que se ajuste acorde a la realidad.

1.1.1. Problema general

¿En qué medida la propuesta de guía determinará el diseño del pavimento flexible aeroportuario utilizando los circulares de asesoramiento de la FAA?

1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Consideran los sílabos de la curricular de estudio de Ingeniería civil de las Universidades del país para determinar la necesidad de una guía?
- b) ¿Cuáles son las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios para proponer la guía?
- c) ¿Es viable la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible aeroportuario aplicado en el aeródromo privado Walter Braed-Segu?

1.2. Objetivo general y específico

1.2.1. Objetivo general

Proponer una guía de diseño para determinar un pavimento flexible aeroportuario utilizando los circulares de asesoramiento de la Administración Federal de Aviación (FAA), año 2021

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Revisar los sílabos de la curricula de estudio de Ingeniería Civil de las Universidades del país para determinar la necesidad de una guía.
- b) Analizar las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios para proponer la guía.
- c) Validar la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible aeroportuario aplicado en el aeródromo privado Walter Braed-Segu.

1.3. Delimitación de la investigación: temporal espacial y temática

Delimitación en el temporal: delimitación de investigaciones de hace 5 años

Delimitación espacial: Aeródromo privado Walter Braed-Segu

Delimitación temática: Solo pavimento flexible

1.4. Justificación E Importancia del estudio

1.4.1. Importancia del estudio

En la Actualidad el Perú, es un país que mucho de sus ingresos proviene del extranjero, por la gran diversidad de culturas que tiene, del mismo modo es ahí donde esta guía juega un papel muy importante, ya que nos podrá ayudar a realizar un diseño de pavimento flexible aeroportuario de manera eficiente para los distintos lugares del territorio nacional.

La ejecución de un aeródromo no solo tiene una vista turística, sino también un gran aporte en el desarrollo comercial y económico de departamento, ya que permitirá la exportación de los recursos tanto en el norte, centro y sur.

La importancia de esta investigación, en proponer una guía es para cubrir un vacío educacional, ya que no en todas las Universidades se enseña diseño de pavimentos aeroportuarios, del mismo modo permitirá que tanto los estudiantes o profesionales de ingeniería civil, puedan capacitarse con esta investigación y emplearlo como guía de apoyo para su elaboración o tener

un conocimiento más amplio para un diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios y puedan emplearlo en la realidad.

1.4.2. Justificación del estudio

a) Justificación Teórica:

Su justificación teórica, tiene una gran importancia, ya que actualmente en la mayoría de las universidades, no le dan la mayor importancia al diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios, creando una deficiencia intelectual en los estudiantes de ingeniería civil al culminar su ciclo universitario; A pesar que la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) es un órgano que ejerce la Autoridad Aeronáutica Civil en el Perú, y se encarga de fomentar, regular y administrar el desarrollo de las actividades del transporte aéreo así como la navegación aérea civil de nuestro territorio, dejando de lado la parte educacional de nuestros estudiantes.

b) Justificación Metodológica:

El empleo de los circulares de asesoramiento de la FAA y la RAP 314, se relacionan en la determinación del diseño de pavimento flexible aeroportuario, en donde los circulares de asesoramiento de la FAA, se van actualizando cada cierto año, acorde a nuestra realidad, del mismo modo la RAP 314, se ajusta al transcurrir los años, estas dos normas serán empleadas para la elaboración de la guía de diseño de pavimento aeroportuario, ya que anteriormente no hay una investigación parecida en la elaboración de una guía.

c) Justificación Práctica:

Esta propuesta de guía de diseño nos ayudará a determinar los espesores de cada capa del pavimento flexible aeroportuario, en donde será de gran utilidad no solo para los estudiantes de Ingeniería civil, sino también para la ejecución de un proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio de Investigación

El Perú tiene como referencia las normas, tratados y los lineamientos para diseño de aeropuertos, como por ejemplo el ANEXO 14, perteneciente a la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ratificado en el Perú con la RAP 314.

García-Corrochano nos cuenta en su artículo “Las normas internaciones y la constitución. Reflexiones a veinte años de vigencia de la Constitución Política de 1993” indicando que desde el punto de vista jurídico que el derecho interno y el derecho internacional son prácticamente un mismo y único ordenamiento jurídico, siendo que esta postura es aquel que se logra recoger desde la mismísima Constitución Política del Perú de 1993 (CP93) en el Título II Del Estado y la Nación, Capítulo II De los tratados y dispone en el artículo 55: “Los tratados celebrados por el Estado y en vigor forman parte del derecho nacional”.

Es por ello que como evidencia que el Perú siempre ha querido guiarse de las normas internacionales a nosotros nos toca investigar, pero a estas alturas los especialistas en pavimentos de aeropuertos son los Estados Unidos y desde ahí debemos partir; es por ello que a continuación se describe el proceso del nacimiento de la OACI, y como es que el Perú forma parte de ello y al ser miembro de la misma debe acatar todos los lineamientos que impone la OACI para seguridad de la aviación civil.

En 1944, a puerta de culminar la Segunda Guerra Mundial, se realizó la Convención sobre Aviación Civil Internacional donde se reunieron 54 países, en lo que para esa época el Perú todavía no formaba parte sino hasta dos años después cuando en 1946 se decidió formar parte de la convención, donde se estableció la intención de promover la cooperación y "crear y preservar la amistad y el entendimiento entre las naciones y los pueblos del mundo". (OACI,2021, párrafo 1)

Esta convención internacional es conocida hoy en día como el 'Convenio de Chicago', lo que se acordó en este acuerdo histórico fue establecer los principios básicos que permiten el transporte aéreo internacional dando lugar al nacimiento de

una agencia especializada que ha supervisado desde tiempo anteriores llamada Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

El principal objetivo de la OACI, es colaborar de manera más directa con los países miembros y así poder lograr el mayor grado posible de uniformidad relacionado con las reglamentaciones, normas, procedimientos y organización de lo que respecta con la aviación civil.

En el proceso de ingresar en la era del transporte aéreo moderno, el número de anexos del Convenio ha ido en aumento y ha evolucionado hasta incluir más de 12.000 normas y métodos recomendados internacionales (SARPS), todos los cuales han sido acordados por unanimidad hasta el presente por los ahora 193 Estados miembros de la OACI. (OACI,2021, párrafo 6).

La RD N°914-2018-MTC/12 indica que la Dirección General de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transporte y Comunicaciones es la encargada de ejercer la Autoridad Aeronáutica Civil del Perú siendo esta la entidad competente para así modificar, aprobar y dejar sin efecto las Regulaciones Aeronáuticas del Perú y las directivas técnicas conforme a lo señalado en el literal c) del artículo 9 de la Ley N° 27261, Ley de Aeronáutica Civil del Perú y del literal b) del artículo 2 del reglamento de la Ley de Aeronáutica Civil del Perú aprobado por Decreto Supremo N° 050-2001-MTC

La DGAC, según su Manual del Inspector de Aeronavegabilidad,2018, describe que para fecha de Julio de 1995 la Autoridad Aeronáutica Civil de los Estados Unidos de Norteamérica (Federal Aviation Administration-FAA) toda vez de las visitas y auditorías fundamentaron que la DGTA (Dirección General de Transporte Aéreo, nombre de la DGAC en 1969) no tenía desarrollado sus actividades en el marco de las normas de la OACI y el Perú no se ajustaba a los procedimientos mínimos de seguridad en el empleo de aeronaves civiles, en base a estas observaciones el Perú comenzaría a tomar la decisión de incorporar personal civil a la DGAC recurriendo a convenios de gestión con la OACI y de esa manera permitir el reclutamiento y la retención de personal ejecutivo y técnico de nivel internacional para justamente crear el marco legal y mejorar las condiciones de los esquemas de funcionamiento del sector público peruano. (p. PI-C2-1).

Hablando en concreto de nuestro tema de pavimentos aeroportuarios, la OACI toma en consideración los estudios relacionados por la Federal Aviation Administration-FAA quien propone una guías y estándares para el diseño y la evaluación de pavimentos de aeropuertos. Estos estudios de la FAA los promulga en Circulares de Asesoramiento (AC) que, en términos generales, el uso de estas AC no es obligatorio. Entonces la circular responsable del diseño de pavimentos aeroportuarios será la AC 150/5320-6G, siendo que el uso de los estándares de estos circulares de asesoramiento son obligatorios para todos los proyectos financiados bajo el Programa de Mejoras de Aeropuertos (AIP) (Airport Improvement Program) o con los ingresos de las tasas que pagan los pasajeros (PFC) (Revenue from the Passenger Facility Charge Program), cabe resaltar que este circular de asesoramiento no se aplica en carreteras, estacionamientos y caminos de acceso. (FAA, AC 150 / 5320-6E,p. i)

La construcción de un aeropuerto es una señal innegable de progreso y de relación con todo el mundo, lo más básico del tema de estudio es la infraestructura y su calidad de la pista despegue/aterrizaje, así como la principal prioridad, también, es la seguridad que debe brindar. La importancia de una pista bien construida afecta la seguridad del personal, el mantenimiento de las aeronaves y la economía de la operación y el mantenimiento del aeropuerto. La vida útil de una pista de aterrizaje en buen estado puede alcanzar los 20 años en buenas condiciones y puede extenderse por 15 años más si procedieron con un adecuado mantenimiento. (Construcciones et al., 2016).

2.1.1 Investigaciones relacionadas con el tema

Investigaciones Internacionales

Bórquez, M (2014), nos comenta en su tesis “Diseño de la estructura de pavimento de la pista del aeródromo de Panguipulli” que para poder diseñar una estructura de pavimento aeroportuario usando el programa FAARFIELD de la Administración Federal de Aviación (FAA) , se deben usar las variables de entrada que son las condiciones para el terreno de fundación, hablando específicamente del valor del CBR de la subrasante, y la combinación del mix de aeronaves que van a desarrollarse para el diseño. Este mix de aeronaves que se usaran como tráfico para el diseño, será un

valor estimado basada en los datos estadísticos en cuanto a uso de aeródromos y aeropuertos y su a porcentaje de crecimiento anual del que será sometido a evaluar. También es bueno mencionar que en el caso de aeródromos pequeños donde operaciones quizás no sean del todo registradas y donde se quiere modificar por completo el uso de éste, hablar de una estimación sería lo más incorrecto, lo que será de suma importancia poder definir qué objetivos tendría el aeródromo y a que tipo proyecciones aspira basadas en las perspectivas que se tengan de su uso. En cuanto a datos del suelo, esto cobra mayor valor para así poder definir el tipo de pavimento a utilizar (rígido o flexible).

De la misma manera Villavicencio, J y Castillo, M nos especifican en su tesis que tiene como título “Diseño de pavimento rígido o flexible, para plataforma de parqueo de avión Airbus 330 – 200, ubicado en el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo, Guayaquil”, que una vez ya examinado los tipos de pavimentos tanto rígido como flexible que son competentes para de esa manera tolerar un diseño de tráfico establecido no será tarea rápida ni sencilla. Toda vez que además del mix de aeronaves que será una combinación de tráfico, es importantísimo que se tomen en cuenta diversos elementos como las condiciones de la meteorológicas del lugar, las visiones económicas, la asistencia y uso que se brindará la estructura después de periodo de diseño; es por ello que el análisis de tráfico que realiza en su tesis lo efectuó en base al peso máximo que las aeronaves participantes dentro del lineamientos de un mercado de Ecuador. Mientras pasa los años y se va evolucionando todo el rubro aeroportuario, las características físicas y mecánicas que las aeronaves van generando nuevos retos para lo que es la ingeniería, es por esta razón que las características de los pavimentos de pistas de aterrizaje/despegue, plataformas de abordaje y las calles de taxeo de los aeropuertos estén al pendiente y tendrán que evolucionar junto con ellos, entonces concluye que es gran importante acoger un criterio conservador y tener en cuenta ara el diseño de pavimentos aeroportuarios condiciones más desfavorables que posiblemente llegaran a presentar.

Marrugo, Y. y Orosco, J. nos recomienda en su tesis “Estudio sobre mezclas asfálticas tipo p-401 y su aplicación a Pavimentos aeroportuarios” que dicho sea de paso este asfalto P-401 es un tipo de diseño ya establecido en el programa FARFIELD que posiblemente usemos para el diseño de nuestra tesis, es por ello que nos parece importante mencionar lo que estos autores nos dicen y es que el futuro de los pavimentos asfálticos aeroportuarios es totalmente positivo. Es preciso indicar que existe nuevas formas de tecnologías en los últimos años y estas han permitido optimizar la eficacia y calidad de los productos y procedimientos utilizados para con la pavimentación de vías en general las siguientes ventajas: reducción de costos y durabilidad altísima en su vida útil del pavimento. También nos comenta par que un pavimento se durable en el tiempo se debe realizar mantenimientos y reparaciones mínimas durante su vida útil, enfrentar la presión de neumáticos y el tráfico de aeronaves que será aplicado, resistir los efectos climatológicos como el sol, el aire y agua; es por eso que nos recomienda que los asfaltos modificados se deben aplicar, cuando las propiedades de los ligantes tradicionales no son suficientes para efectuar con éxito la función con la que fue diseñada, en otras palabras, en mezclas para pavimentos aeroportuarios que se sometan a solicitaciones excesivas, ya sea por las aeronaves de diseño o por otras causas como: temperaturas extremas, agentes atmosféricos, tipos del firme, y entre otros. Es muy importan marca hincapié cuando nos habla del Betún Modificado con polímero tipo III que se caracteriza por tener una mayor recuperación a la torsión y a la ductilidad cuando existe baja temperatura, y este seria el asfalto adecuado en caso de solicitar un pavimento con alta flexibilidad y resistencia a la fatiga por la presión de neumáticos al hacer contacto con la pista de aterrizaje. Entonces como objetivo principal del tipo de mezcla (Mezclas Asfáltica Tipo P401) es poder brindar una lucha en contra de las deformaciones plásticas en el aumento del tráfico que se había disparado, toda vez que utilizarlas en área de los estacionamientos de aviones y en vías de tráfico lento como las zonas de taxeo, que por obvias razones son más susceptibles a que sufrir deformaciones por acción de cargas puntuales.

De la misma manera hay puntos importantes a tomar en cuenta para el diseño del pavimentos de aeropuertos y una de ellas es el levantamiento topográfico es así que nos recomienda Alcañiz, T , en su “Estudio tipo de adecuación de un aeropuerto existente a la normativa actual aeroportuaria”, nos dice que no debemos dejar de lado el tema de que un aeropuerto debe realizar un levantamiento topográfico previo a cualquier tipo de análisis y antes de su publicación oficial en la AIP, con el fin de garantizar una precisión notable en los planos que se usaran para de esa forma poder validar los distintos parámetros. que la AESA exige en un levantamiento topográfico, y que debe estar debidamente certificada. El levantamiento de la topografía en los aeropuertos es necesario tener en cuenta una doble vertiente; las cuales son: 1) Puntos base de los planos que componen parte de la documentación generada en la metodología y, 2) obtener un certificado que apruebe el buen uso de los equipos para el levantamiento y que se requiera para justificar las normas asociadas a la precisión de los datos aeronáuticos que se toman en ese levantamiento.

Es importante también resaltar que la presente tesis se realiza por falta de enseñanza del tema de pavimentos aeroportuarias en las diferentes casas de estudio y sin ir muy lejos, en Chile ocurre lo mismo, es por ello que Ruiz, V. nos comenta en su tesis titulado “Mejoramiento y ampliación del aeródromo Caleta Tortel” lo siguiente: *“En la malla curricular de Ingeniería Civil, poco o nada se toca el área de transporte aéreo, esto ocasiona que egresen pocos profesionales en el área, sólo dejando en los postgrados el desarrollo de estos”*. Siendo el transporte aéreo importante ya desde las últimas décadas y de uso necesario en lugares o zonas extremas de cualquier país y de esa manera poder cumplir el papel de disminuir el aislamiento y mantener a los territorios más conectados.

Es por esto que en vista de ser una función de vital importancia lo que desempeñan los aeródromos, debe contener seguridad y sobre todo eficiencia al aterrizar y despegar, y al realizar el proyecto tener en cuenta las instalaciones y servicios para así tener en cuenta las características operacionales y físicas de las aeronaves de diseño que se usaran en la

proyectada pista, sin dejar de lado las consideraciones de ingeniería y la parte económica.

Investigaciones Nacionales

Delgado y Quispe (2017), manifestaron en su tesis “Diseño del pavimento de un aeropuerto” nos indican que es muy importante realizar el sistema de drenaje en el diseño del pavimento, esto es debido a la capacidad de evacuación de precipitaciones que influyen en la vida útil del desempeño del pavimento, también indican que a pesar de que la zona donde se implanta el aeropuerto no presenten fuertes precipitaciones, podría darse el caso de una avenida extraordinaria que lleve al colapso al sistema de drenaje, es decir que tomar en cuenta siempre los fenómenos del niño en las zonas donde esta se afecta y que ocasiona que las cimentaciones erosionen los taludes, de esta manera podría causar grandes daños al pavimento con reparaciones muy costosas; además, la acumulación de agua en la pista pone en peligro a los aviones que lleguen a aterrizar por el fenómeno conocido como acuaplaneo. (p. 143)

Roel, K (2016), indicó, en su tesis “Diseño del pavimento de un aeropuerto internacional de Pisco” nos explica que el pavimento flexible según el método de la AC 150/5320 6D demuestra que es posible reducir en grandes consideraciones un espesor de la capa base si es que se llega a obtener un CBR de la capa subbase elevado. Sin embargo, la estructura total del pavimento, haciendo referencia a su espesor total será el mismo sea o no el pavimento estabilizado, debido a que para encontrar dicho valor siempre dependerá del valor CBR de la subrasante. Por otro lado, ella especifica que “a diferencia del pavimento flexible, en el caso del pavimento rígido la estabilización de la base sí contribuye a la reducción del espesor total del pavimento”. (p. 97)

Silva nos concluye en su tesis “Estudio de ingeniería mejoramiento del aeródromo de Breu-Ucayali”, que el diseño del pavimento para aeronaves ligeras, se está adoptando un pavimento con una estructura poco convencional, compuesto de un Mortero Asfáltico de alta calidad como el “Slurry Seal” esto es colocada encima de una base de arena-cemento y una

sub base arena – arcilla, debido a la zona donde se desarrolla su tesis no hay existencia de material gravoso en la zona, inaccesibilidad de la zona para trasladar equipo de envergadura y debido al poco volumen de trabajo no justifica el llevar una planta de asfalto en caliente a la obra.

Realizar los análisis del tránsito aéreo es tener en cuenta la frecuencia en calidad de número de operaciones que realizan las aeronaves, carga y tipo de aeronaves que operan y puedan operar en el período de diseño proyectado, debiendo realizar las salidas anuales equivalentes de la aeronave de diseño según la metodología empleada por la FAA, en relación con otros métodos como son los estadísticos tradicionales, los cuales, posteriormente, serán empleados en el diseño de pavimentos y demás elementos de la infraestructura aeroportuaria. (Perú, 2014)

Para el diseño de los pavimentos del aeropuerto se empleará el programa FAARFIELD 2.0 de la FAA que se basa en la metodología de la circular AC N° 150/5320-6G.

Se deberá tomar en cuenta la identificación de canteras, el transporte de materiales y la logística que demanda el proyecto considerando las particularidades de cada ciudad donde se encuentran los aeropuertos.

Artículos y manuales relacionados

El departamento de aeródromos, rutas aéreas y ayudas terrestres (AGA), de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) viene visualizando la necesidad de la seguridad de pavimentos en aeropuertos, es por ello que proponen textos que puedan preparar el diseño de aeródromos. La Comisión de Aeronavegación de la OACI, concertó que se publicase el Manual de Aeródromos, el que posteriormente se dividirá en tres partes: Proyecto de aeródromos, Planificación de aeropuertos y el de Servicios de aeropuertos.

En estos manuales podemos encontrar especificaciones mínimas para aeródromos que están actualmente en servicio u otras que estén consideradas en el anteproyecto o en ejecución, la seguridad de la aviación es parte fundamental e integrante para con la planificación y operaciones de aeródromos.

La OACI describe en su Anexo 14 que para contar con pistas adecuadas se debe realizar estudios de suelos para saber con qué tipo de suelo se va a cimentar nuestra estructura del pavimento y a su vez analizar y aplicar el método correcto para su diseño.

De la misma manera en el Doc. 9157-AN/901, Manual de Diseño de Aeródromo- Parte 3, Pavimentos de la OACI nos hace hincapié que los ensayos CBR de la subrasante nos ayudará a encontrar cual es el probable nivel freático que pueda presentar esa área donde se emplazará el aeródromo, y con esta información poder encontrar el espesor de la capa de concreto asfáltico empleado en toda la pista.

Cuando se habla de las mezclas asfálticas en caliente, donde la circular que usamos en esta tesis los llamará HMA, tienen como función principal completar la estructura superior de un pavimento, y de esta manera realizar su impermeabilización en las capas de base y Sub base, otorgando una capa de rodadura, así de manera permanente se garantiza una transitabilidad con énfasis en el bienestar y seguridad a los usuarios.

Se usará el HMA (mezcla de asfalto en calientes, en sus siglas en ingles) en toda parte de la calle de rodaje, o también llamado de taxeo, que viene hacer parte del aeródromo, que se usa para el desplazamiento de las aeronaves, con el fin de interrelacionar las diversas zonas del aeropuerto.

El Manual de diseño de aeródromos, Parte 3, Pavimentos, Segunda edición del año 1983 (Doc 9157-AN/901) señala que la relación del pavimento de un aeropuerto y las aeronaves que en él operan representan un sistema interrelacionado que puede reconocerse en el proceso de cálculo del pavimento con el fin de producir un diseño satisfactorio. Al momento de diseñar una pista de aterrizaje se debe pensar también, en que soporte las vibraciones del período de calentamiento, el escape de los motores de reacción y los impactos de aterrizaje de este. (p. 3--145).

Torres, L. nos dice en su artículo llamado “Comparación de los resultados y aplicación del programa FAARFIELD 1.305 y el método tradicional para pavimentos flexibles desarrollados por la Federal Aviation Administration

de los Estados Unidos (FAA)” que el método que desarrolla la FAA es muy fácil usarlo y tiene resultados precisos siempre y cuando cuentes con toda la información necesaria, como es el caso de los datos de la cantidad de operaciones, la tasa de crecimiento, los tipos de aeronaves, los materiales para las capas del pavimento y el material de la carpeta asfáltica este programa se puede utilizar para poder diseñar nuevos pavimentos o si el caso lo amerita hacer rehabilitación como método de retro cálculo.

De la misma manera Zhang, D., Cai, L. y Zhou, S. nos explican en su artículo titulado “An Airfield soil pavement design method based on rut depth and cumulative fatigue” que cuando realizaron su estudio ellos analizaron exhaustivamente la estructura y los modos de daño del pavimento del suelo, así como los problemas existentes en los métodos de diseño actuales, y se propusieron un nuevo método de diseño para el pavimento de aeródromos. El método propuesto evita el uso del concepto de “aeronave diseñada”, un método que para los tiempos actuales ya está en desuso, y en su lugar adopta la teoría de la fatiga acumulativa ampliamente utilizada en el diseño de campos de vuelo permanentes en la actualidad. Además, en vista de la falta de datos de distribución de la trayectoria de la rueda de la aeronave, se propuso un método aproximado para calcular la distribución de la trayectoria de la rueda considerando la distancia de deslizamiento lateral de la aeronave y se calculó el ancho equivalente de la banda de rodadura introduciendo la relación de módulo de elasticidad. De acuerdo con las características y los modos de daño del pavimento del suelo del aeródromo, se determinó que la profundidad del surco era el factor único que afectaba el daño del pavimento del suelo, y se utilizó el módulo resiliente como variable de control para mejorar el impacto adverso del método empírico. Además, de acuerdo con la fórmula de predicción de surcos para el pavimento del suelo de aeródromos presentada por el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingenieros del Ejército de los EE. UU., propusieron una ecuación de fatiga basada en el módulo resiliente para calcular el número permitido de repeticiones y de esta manera poder verificar la confiabilidad del método de diseño, también construyeron una sección de prueba en un centro de prueba en Jining, China, y simularon las

repeticiones máximas permitidas teóricas en la rasante y se calcularon mediante la prueba de CBR que actualmente se usa, la ecuación beta de la fatiga y el método propuesto. Finalmente, compararon los resultados teóricos y de prueba y se encontró que los valores calculados mediante el método propuesto eran consistentes con los valores experimentales, validando así se volvía un valor positivo de confiabilidad para con el método propuesto.

Este estudio analiza exhaustivamente las deficiencias del método de diseño existente y propone un método de diseño novedoso para el pavimento del suelo de los aeropuertos. El método propuesto adopta la teoría de fatiga del pavimento basada en la relación de paso a cobertura, adopta la profundidad de la rodera como criterio para evaluar el daño del pavimento del suelo y utiliza el módulo resiliente como variable controlada. A través de la prueba de aprobación en el sitio, se puede encontrar que los resultados de cálculo teórico proporcionados por el método propuesto están más cerca de los resultados experimentales que otros métodos de diseño, lo que valida la credibilidad del método.

Una vez hallado el diseño del pavimento del aeropuerto este deberá ser notificado mediante el método PCN-ACN que designa entre sus líneas la OACI, y el fin de esto nos detalle García, L. y Quevedo, G. en la Revista de la Construcción, vol. 7, núm. 1, 2008, pp. 84-93 en su artículo titulado “Geotechnical Interpretation of the Method ACN – PCN”, indicando su importancia y concluyen que su hipótesis inicial usando el método ACN–PCN se interpretará como un uso correcto en el diseño por capacidad de carga y deformación siendo esta válida pudiendo justificar estos anuncios mediante unos ejemplos que desarrollan en el artículo, También dejaron una metodología más genérica que incluye el método de evaluación de pistas de aterrizaje/despegue que la OACI establece y el análisis geotécnico de la capacidad de carga y la deformación para un futuro procedimiento de evaluación de pistas de aterrizajes/despegues.

2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la Variable de Estudio

2.2.1 Plan de estudios

El plan de estudio es un esquema que sigue una estructura de las áreas obligatorias y fundamentales y de áreas arbitrarias con sus respectivas asignaturas que forman parte del currículo de los establecimientos educativos. El plan de estudios según el Ministerio de Educación Nacional Republica de Colombia debe contener al menos los siguientes aspectos:

- a) El contenido
- b) Los métodos de enseñanza y aprendizaje
- c) Los logros, competencias y conocimientos
- d) La forma de medir su efectividad
- e) La metodología aplicable a cada una de las áreas

Según la licenciada en educación y profesora en gestión escolar y habilidades de pensamientos desarrollados, Laura Muñoz dice que lo primero que tenemos que tomar en cuenta es saber a qué tipo de alumno va dirigido el plan de estudios, toda vez, conociendo las necesidades sociales, el entorno y la población estadística. De la misma manera se debe perfilar el egreso de organismos nacionales como internacionales que marcan estándares de calidad educativa y que permiten contemplar “temas transversales”, referente a la sociedad de todo el mundo.

La profesora de pedagogía del Campus Cuitláhuac de la Universidad Tecnológica de México, Muñoz, explicó los pasos fundamentales para las bases en la elaboración de un plan de estudio:

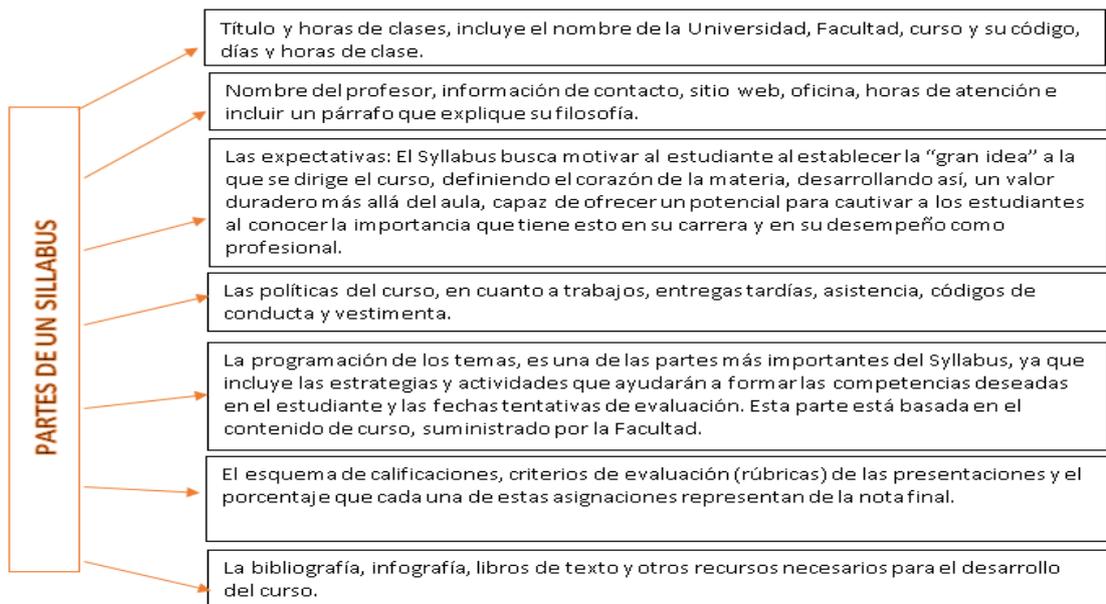
- a) Hacer un diagnóstico a través de entrevistas, investigaciones de ámbito cualitativas y estadísticas, y de esta manera planificar para poder definir los temas a tratar acorde a las necesidades educativas del estado.
- b) Crear y planificar las metas, objetivos, y actividades en tiempos determinados. Un plan de estudios tiene como objetivo cubrir las necesidades de la sociedad, así como exigencia internacional y cumplir con el perfil esperado.

- c) Crear una programación en tiempos específicos para que el maestro o persona a cargo pueda llevarlo a cabo. Por tanto, el aprendizaje debe descubrirse sobre la base de las habilidades.
- d) De esa manera concluimos aplicando el piloto para posteriormente realizar una evaluación. Si por a o b no se logra los objetivos trazados entonces pasa a un proceso de reestructuración y reevaluación.
- e) Si se amerita, se realizará otro piloto ya con la reestructuración realizada, e implementarlo como resultado final.

Sílabo

Grant, W. and McTighe, J., en su libro “Understanding by Design” nos especifican que el Syllabus es un documento mediante el cual el profesor, a cargo del curso, se ayude para expresarse claramente a los estudiantes y de esta manera, ellos, puedan aprender del curso y así cumplir los objetivos trazados y las metas que la institución proponen.

Syllabus es una palabra proveniente del latín “Sillybus” toda vez del griego que tiene como significado “lista”. El Syllabus bosqueja la proyección del curso que durante las semanas siguientes serán cubiertos hasta acabar el curso, esto quiere decir que establece las metas que los estudiantes deben cumplir durante el desarrollo de la materia y así poder obtener un aprendizaje de forma efectivo y luego realizar las evaluaciones correspondientes. Si hablamos de funciones principales, el Syllabus, en términos de fácil entendimiento, es como un contrato entre el alumno y/o estudiante y el profesor, y cada uno se compromete con respetar el proceso de enseñanza para el aprendizaje. Es así que los autores de los libros nos dicen que contiene varias partes entre ellas son:



Fuente: Grant, W. and McTighe, J

Cabe recalcar que el Syllabus es una herramienta muy importante para una Universidad, que busca mejorar la calidad en educación; y al docente le sirve como una programación diaria. Y, para el alumno es una guía donde se establece lineamientos del curso y/o programa donde le asegura un aprendizaje que durará en tiempos eternos.

Definición y características de un manual

Un manual o guía para el usuario es aquel documento donde se describe de manera técnica los procedimientos para poder uno guiarse, y están destinados a dar asistencia a otros individuos utilizando un sistema en particular. Este documento estará siendo redactado por algún técnico especialista, como por ejemplo algún ingeniero profesional o bachilleres tesisistas.

Las guías o manual contienen tanto un procedimiento escrito como también imágenes asociadas. El lenguaje utilizado deberá ser sencillo, dirigido a una audiencia que podrá no entender un lenguaje demasiado técnico.

Con respecto a los manuales se tiene algunas precisiones más directas y otras un poco más generales, por ejemplo Richaudeau (1981) nos comenta que para él, una definición de libro de texto es como "un material impreso, estructurado, destinado a utilizarse en un determinado proceso de

aprendizaje y formación” (p. 51), en cambio lo que dice Torres Santomé (1994) es que los libros de texto están diseñados o destinados exclusivo para uso solamente en aulas y lugares como universidades o en términos generales centro de enseñanza, y que "contienen la información que los alumnos y alumnas precisan para poder demostrar que cumplen los requisitos para aprobar una determinada asignatura" (p. 155).

Lo que se trata de interpretar es que hay una ligera línea de diferencia entre lo que sé que se presenta como manual (libro de texto) y un libro escolar es por ello que Marguerite Puget (1963) no indica lo siguiente:

El manual es un libro que expone las nociones esenciales de una disciplina dada, en un nivel dado. Se corresponde a un curso, se dirige a una clase. Pero hay libros escolares que no son manuales: los diccionarios, los atlas, los resúmenes de recordación, todo simplemente porque su uso es estacionario sobre muchos años de la escolaridad, cuando no toda la escolaridad (p. 218).

Podemos concluir que luego de leer los puntos de vista de otros autores un libro de texto sirve para que los estudiantes, tesistas o profesores puedan describir en ella la información adecuada precisa y con términos entendibles es por ello que necesitamos saber cuáles son las partes de un manual para que esta tesis tengo un procedimiento que seguir.

Partes de un manual o guía:

Según la información descrita en el “vademécum de Pavimentos” podemos definir que los puntos más importantes de nuestro manual tendrán el siguiente esquema.

1. Una página de portada.
2. Una página de título.
3. Un prefacio, que contiene detalles de los documentos relacionados y la información sobre cómo navegar por la guía del usuario.
4. Una sección de introducción, que incluye:
 - Una breve descripción del sistema y su finalidad.
 - Una sección de novedades desde la última versión.

5. Una sección de requisitos previos necesarios para usar el sistema, que incluye:
 - Conocimientos mínimos del usuario
 - Requisitos técnicos previos, incluyendo:
 - Capacidades técnicas mínimas del equipo
 - Software asociado necesario
 - Mecanismo para acceder al sistema
6. Una sección de instalación y configuración
7. Una guía sobre cómo utilizar al menos las principales funciones del sistema, es decir, sus funciones básicas.
8. Una sección de solución de problemas que detalla los posibles errores o problemas que pueden surgir, junto con la forma de solucionarlos.
9. Una sección de preguntas frecuentes, donde encontrar más ayuda, y datos de contacto.
10. Un Glosario y, para documentos más grandes, un Índice.

2.2.1 Pavimentos

La denominación de pavimento se refiere a la estructura estratificada compuesta por capas (Base, subbase, carpeta de rodadura) que se superponen y se apoyan sobre la subrasante del área a construir. Estas capas están diseñadas de tal manera que pueden soportar el estrés de las cargas repetidas que actúan sobre la superficie del pavimento durante su vida útil, por lo que el material del que está hecho debe estar adecuada y suficientemente compactado. Del mismo modo, la superficie debe presentar una textura que pueda soportar el impacto de un vehículo (considerando su velocidad), duradera y económica, por lo que se considera una buena opción. (Montejo,2006, p. 1,2)

Características de un Pavimento

Para Montejo un pavimento debe cumplir las siguientes características:

- a) La resistencia del pavimento debe soportar las cargas impuestas por el tránsito.
- b) Resistente ante agentes de intemperismo.

- c) Presentar una textura en la parte superficial que se adapte a las velocidades previstas en la circulación de los vehículos de diseño. Debe ser resistente al desgaste que se produce debido al efecto de las llantas de los vehículos.
- d) Deberá presentar una regularidad superficial, longitudinalmente como transversalmente, permitiendo de esta manera una comodidad a os usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- e) Debe durar en el tiempo.
- f) Presentar condiciones para el drenaje.
- g) Debe ser económico
- h) Deberá poseer color para evitar reflejo y deslumbramientos y seguridad al tránsito.

Clasificación de los Pavimentos

De conocimiento en general los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, semirrígidos, rígidos y articulados.

a) Pavimentos Flexible:

Para Montejo este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Montejo,2006)

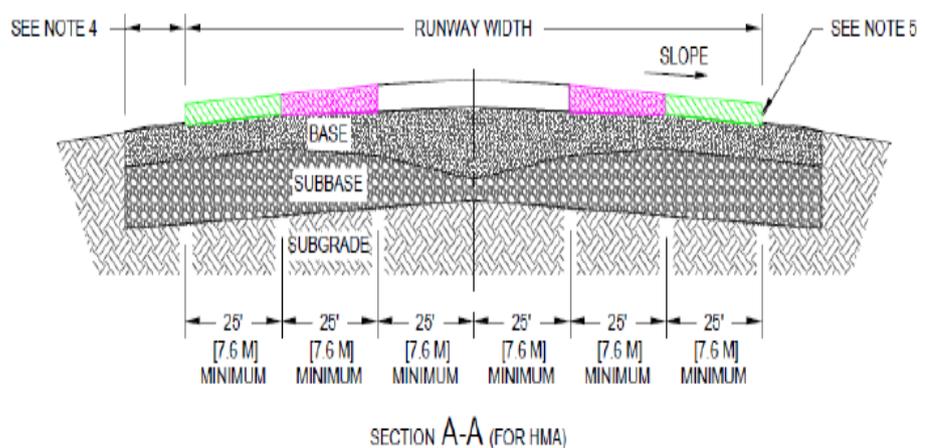


Figura N°1: Sección típica de pavimentos flexible

Fuente: FAA AC 5320-6F (2019)

Para Montejo, las funciones de las capas de un pavimento flexible son:

Subbase granular

Función economía; el espesor del pavimento requerido para que los esfuerzos en la sub-rasante sea igual y/o menor que su propia resistencia, se realicen con materiales de alta calidad; pero es preferible distribuir las en la parte superior las capas más calificadas y las de menor calidad en la parte inferior del pavimento siendo estas categóricamente la más barata. Esta solución aumenta en el espesor total del pavimento y resultar más económica.

Capa de transición; En una sub-base correctamente diseñada impedirá la penetración de materiales de la base con los de la sub-rasante y en otro sentido, esta actúa como filtro de base la cual impedirá a los finos de la subrasante la contaminen su calidad.

Disminución de las deformaciones; Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.

Resistencia; La subbase, través de las capas superiores deberá de soportar esfuerzos transmitidos por los vehículos a y luego transmitido de la mejor manera a la sub-rasante.

Drenaje; En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.

Base granular

Resistencia; La función principal en un pavimento es en proporcionar una mayor resistencia que transmita a la sub-base y posteriormente a la sub-rasante los esfuerzos del tránsito.

Función económica; Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la sub-base respecto a la base.

Carpeta asfáltica

Superficie de rodamiento; La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.

Impermeabilidad; Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.

Resistencia; Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

Pavimento Semirrígido

Este tipo de pavimentos es elementalmente la misma estructura de un pavimento flexible, debido a que una de sus capas se encuentra rígida con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. Si se una estos aditivos tendrá la finalidad de reprimir o variar las propiedades mecánicas de los materiales las cuales no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que si estos se encuentran a largas distancias encarecerían los costos.

Pavimento Rígido

Están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre una sub-rasante o alguna capa de algún material seleccionado, subbase del pavimento rígido (ver Figura N°2). Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como el coeficiente de elasticidad alto, los esfuerzos se distribuyen en toda el área posible. Debido a que el concreto es capaz de resistir cierto grado de temperatura, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de este tipo de pavimento es suficientemente satisfactorio aun cuando existan vulnerables en la subrasante. La capacidad estructural de este tipo de pavimentos dependerá de la resistencia con la que se

requiera las losas y, siempre y cuando, las capas adyacentes ejerzan poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

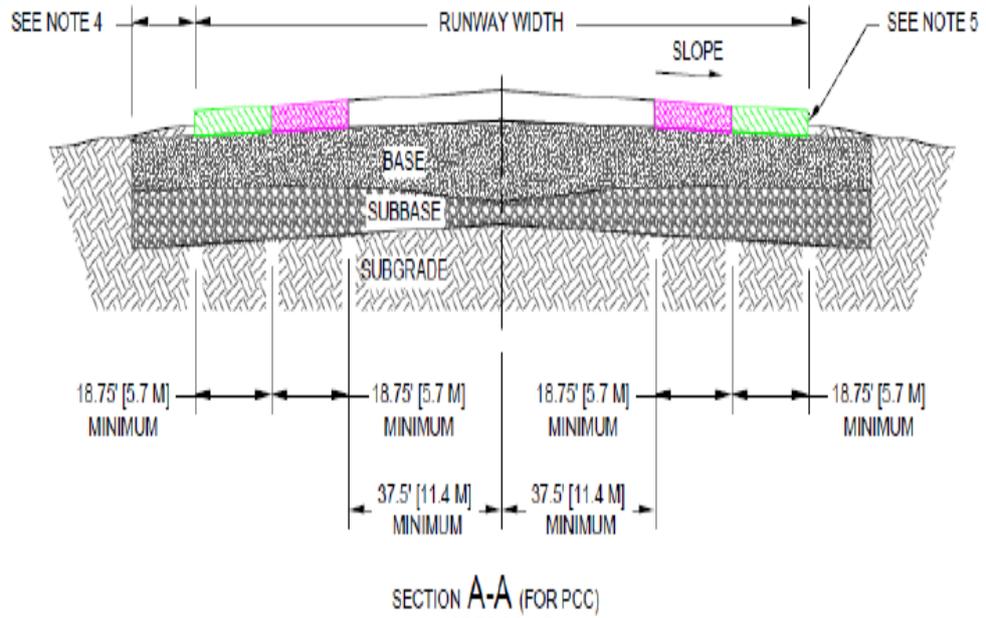


Figura N°2: Sección típica de pavimentos rígido

Fuente: FAA, CA 5320-6F (2019)

Pavimentos articulados

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura de bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Estos adoquines pueden ir encima de una capa delgada de arena, toda vez, que se apoya sobre una capa de base granular o estabilizada y/o se puede apoyar sobre la subrasante, esto dependerá del estudio de tráfico y las sobrecargas que se vayan a someter.

Pavimentos aeroportuarios

Un pavimento de aeropuerto es una estructura de ingeniería donde implica la interacción de cuatro componentes importantes: la subrasante que es el terreno natural, capas adyacentes tales como la capa superficial, la capa base y la capa sub-base, las características de las cargas aplicadas y el clima.

Los pavimentos aeroportuarios se diseñan y son construidos para proporcionar el soporte adecuado para las cargas impuestas por los aviones y para producir una superficie firme, estable, lisa, resistente a la fricción, durante todo el año, en cualquier condición climática, libre de materiales pétreos u otras partículas que puedan ser aspiradas por las turbinas de los aviones o eyectadas por las hélices de los aviones. Para cumplir con estos requisitos, la AC-5320-6F de la FAA nos indica que la calidad y el espesor del pavimento no deben fallar bajo la acción de las cargas. El pavimento debe poseer una estabilidad inherente para poder soportar sin mayores daños, el impacto de las aeronaves en el pavimento, condiciones climáticas y entre otros factores degeneradores en deterioros.

Tipos de pavimento aeroportuarios

Los pavimentos tratados en la Circular de Asesoramiento 5320/6F de la FAA incluyen flexibles, rígidos y repavimentaciones flexibles y rígidas. Diversas combinaciones de tipos de pavimento y capas estabilizadas dan como resultado pavimentos complejos clasificados entre flexibles y rígidos.

- a) Pavimentos flexibles, este tipo de pavimentos es aquella combinación de capas inferiores y superiores soportada por una sub-rasante donde la capa principal es mezcla de asfalto en caliente (en adelante HMA, por sus siglas en ingles) y P-401/403 que son las especificaciones referidas al pavimento flexible.
- b) Pavimentos rígidos, estos pavimentos son aquellos en donde las resistencias a las cargas ejecutadas son resueltas por la losa de concreto de cemento Portland (en adelante PCC) y P-501 esta última como especificación referida al PCC, ubicada en la parte superficial de la estructura.

Factores para considerar para el diseño de pavimentos aeroportuarios

Aunque estos factores son analizados con más detalle más adelante es necesario hacer una descripción general de los mismos.

Mix de aeronaves

Distribución porcentual del número de aeronaves en operación en el aeródromo, conforme sus categorías, en un periodo de tiempo específico.

El Mix de Aeronaves debe ser calculado a partir del movimiento total diario en el aeródromo en estudio, obtenido por medio de cualquier fuente estadística reconocida que revele fielmente el movimiento total de aeronaves en el aeródromo.

Se calcula a través de la media aritmética de un muestreo conteniendo datos referentes al periodo de, por lo menos, una semana. Preferentemente, este periodo debe abarcar la fase de la recolección de las muestras y considerar los días de mayor movimiento, generalmente, los días de lunes a viernes.

El Doc. 9157-AN-901, parte 3, Pavimentos- Manual de Diseño de aeródromos, nos recomienda que para el cálculo del pavimento nos basemos en el peso bruto de la aeronave. Para fines de cálculo del pavimento, debería preverse el peso máximo de despegue de la aeronave. El procedimiento de cálculo supone que el 95% del peso bruto es soportado por los trenes de aterrizaje principales y el 5% por el tren de nariz. El peso máximo de despegue debería utilizarse en el cálculo del espesor del pavimento requerido. Se recomienda utilizar el peso máximo de despegue para proporcionar cierto grado de prudencia en el cálculo, justificado por el hecho de que pueden presentarse cambios en el uso operacional y reconociendo el hecho de que el tráfico previsto es a lo sumo aproximado. Si no se tiene en cuenta el tráfico de llegada, se anula una parte de la prudencia.

Tabla N°1: Cargas en peso bruto de aeronaves

Referencia Aeronave	Tipo de Aviación	Geometría del tren de aterrizaje	Peso bruto de la aeronave		
			Lbs.	Kg.	Ton.
Centurion 210	General	Simple	4100	1860	1.860
Citaxion X	General	Doble	36000	16329	16.329
DC-3	General	Simple	26900	12202	12.202
DC-8	Comercial	Tándem doble	358000	162386	162.386
DC-9-32	Comercial	Doble	109000	49442	49.442
DC-10-10	Comercial	Tándem doble	458000	207745	207.745
DC-10-30	Comercial	Tándem doble	583000	264444	264.444
Airbus 380-800	General	Tándem doble	1'239000	562001	562.001
Boeing 737- 100	Comercial	Doble	100000	45359	45.359
Boeing 747- 200	Comercial	Tándem doble	833000	377842	377.842
Boeing 767- 200	Comercial	Tándem doble	335000	151953	151.953
MD-11	Comercial	Tándem doble	621000	281681	281.681
Concorde	Comercial	Tándem doble	410000	185973	185.973
Fokker F-100	Comercial	Doble	101000	45813	45.813
L-1011	Comercial	Tándem doble	498000	225889	225.889
KC 10	Militar	Tándem doble	583000	264444	264.444
C130 Hércules	Militar	Doble	155000	70307	70.307
F-15C	Militar	Simple	68000	30844	30.844
F-16C	Militar	Simple	42300	19187	19.187

Fuente: Quintero (2009)

Este procedimiento toma en cuenta la distribución de los trenes de aterrizaje ya que mediante estos la carga de la aeronave distribuye los esfuerzos a la rasante en por ello que es importante hablar de los trenes de aterrizaje que se tocaran a continuación:

Tipo y geometría del tren de aterrizaje para la distribución de esfuerzos

La configuración del tren de aterrizaje determinará como es que se distribuya los esfuerzos generados al contacto de los neumáticos con el pavimento. El espesor de pavimentos tanto flexible como rígidos dependerán de esta distribución y configuración de los trenes de aterrizaje de las aeronaves. La presión de los neumáticos, la zona de contacto de la misma, y la configuración del tren indican que se sigue una tendencia con el peso bruto de la aeronave. Entonces lo que propone el Doc 9157-AN/901 es de plantear hipótesis con criterio y que sean razonables; de esta manera trazar una curva de cálculo, estos supuestos son:

Aeronave de tren simple

Para este caso no se requiere una hipótesis especial.

Aeronave de ruedas gemelas

La FAA genera un estudio de la distancia libre entre las ruedas gemelas indicando una dimensión de 20 pulgadas (0.51m) este valor es limitado por ejes de neumáticos, siendo esta razonable para aeronaves ligeras y caso contrario, para aeronaves más pesadas una distancia libre, entre ejes de los neumáticos, de 34 pulgadas (0.86m).

Aeronave con bogie de cuatro ruedas

La FAA genera un estudio de la distancia libre entre las ruedas gemelas

indicando una dimensión de 20 pulgadas (0.51m) este valor es limitado por ejes de neumáticos y un espacio entre bogies de 45 pulgadas (1.14m) para aeronaves ligeras, caso contrario, para aeronaves más pesadas una distancia libre, entre ejes de los neumáticos, de 30 pulgadas (0.76m) y entre bogies un espacio libre de 55 pulgadas (1.40m).

Aeronaves de fuselaje ancho.

Aeronaves con fuselaje ancho como el B747 y el DC10 o el L-1011, estas naves representan una diferencia muy grande correspondiente a las configuraciones de sus trenes de aterrizaje supuesta para aeronaves de bogie que se desarrolló en el ítem anterior.

La presión de los neumáticos varía entre 75 y 200 lb/pulg² (0,52 a 1,38 MPa), en función de la configuración del tren y del peso bruto. Debería tomarse nota de que la presión de los neumáticos ejerce menos influencia sobre las tensiones de los pavimentos a medida que atenta el peso bruto y que el máximo supuesto de 200 lb/pulg² (1,38 MPa) puede excederse en condiciones de seguridad, siempre que no se excedan los demás parámetros.

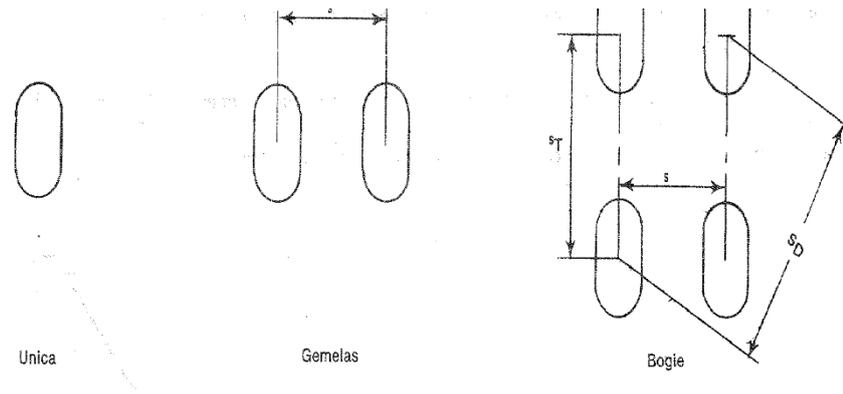


Figura N°3: Distribución de tren de aterrizaje

Fuente. Doc 9157-AN-901, parte 3, Pavimentos (1983)

Terreno de fundación

Para propósitos de ingeniería, el suelo incluye depósitos totalmente naturales que se pueden mover y manipular con equipo de movimiento de tierra, sin requerir voladuras o rasgadas. El perfil del suelo es la disposición vertical de capas de suelo individuales que exhiben propiedades físicas distintas. El suelo de la subrasante es la capa de suelo que forma la base de la estructura del pavimento; es el suelo directamente debajo de la estructura del pavimento.

Las condiciones del suelo subterráneo incluyen la elevación del nivel freático, la presencia de estratos que contienen agua y las propiedades de campo del suelo.

Las propiedades del campo incluyen la densidad, el contenido de humedad, la susceptibilidad a las heladas y la profundidad típica de penetración de las heladas.

La FAA en sus circulares de asesoramiento hace uso del ASTM D 2487, Sistema Unificado de Clasificación de suelos, en inglés Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)” y de esta manera poder clasificar los suelos para el pavimento aeroportuario, tanto para aeródromos civiles como aeródromos comerciales.

El diseño para la capacidad portante de la subrasante se debe realizar con un criterio conservador, de esta manera se garantiza que la subrasante sea estable. La FAA en sus circulares de administración recomienda usar un valor que sea una desviación estándar por debajo de la media, si el CBR es menor de 5, es posible que sea necesario mejorar esta subrasante a través de una estabilización, si el CBR es menor a 3 se requiere mejoramiento de la subrasante mediante estabilización y/u otros medios.

Métodos de diseño

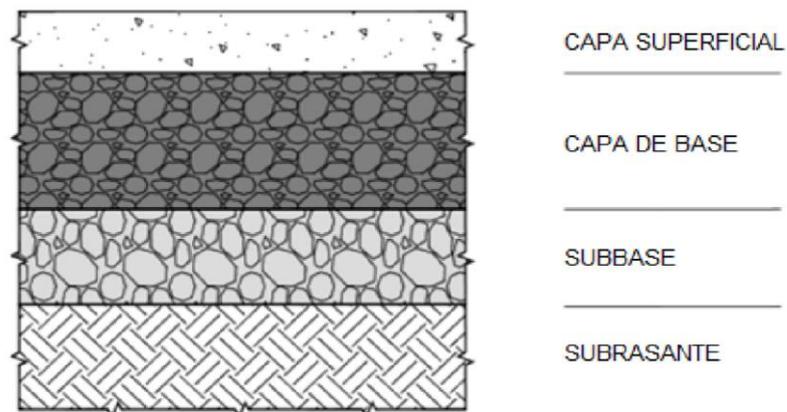
Diseño de pavimento mediante un mix de aeronaves

Según la Circular de Asesoramiento 5320-6G, el diseño de los pavimentos aeroportuarios es un problema de ingeniería complejo que involucra la interacción de múltiples variables. La FAA presenta los procedimientos de diseño de pavimento empírico-mecánico que se implementan en el programa informático FAARFIELD. Para el diseño de pavimentos nuevos y repavimentaciones, FAARFIELD utiliza procedimientos de diseño basados en elementos finitos tridimensionales y de capas elásticas para pavimento rígidos y flexibles respectivamente. El diseño estructural de pavimentos en proyectos financiados con fondos federales debe ejecutarse con FAARFIELD, y se debe incluir una copia del informe del diseño del pavimento en el informe de ingeniería.

Para el diseño del pavimento flexible, FAARFIELD utiliza la tensión vertical máxima en la parte superior de la subrasante y la deformación horizontal máxima en la parte inferior de todas las capas de asfalto como indicadores de la vida estructural del pavimento. FAARFIELD proporciona el espesor requerido para todas las capas individuales de pavimento flexible (rodamiento, base y subbase) requeridas para soportar una determinada combinación de tráfico de aviones para la vida del diseño estructural en una subrasante determinada.

La estructura del pavimento consiste en capa superficial, capa de base, capa de subbase y la subrasante, como se ilustra en la Figura 1 y se describe en la Tabla 1.

1. Superficie. Las capas superficiales, típicamente, incluyen hormigón de cemento Portland (PCC, Portland Cement Concrete) y mezclas de asfalto en caliente (HMA, Hot-Mix Asphalt).
2. Base. Las capas de base generalmente se dividen en dos clases: no estabilizadas y estabilizadas.
 - a. Las bases no estabilizadas consisten en agregados triturados y sin triturar.
 - b. Las bases estabilizadas consisten en agregados triturados y sin triturar estabilizados con cemento o asfalto.
3. Subbase. Las capas de subbase consisten en material granular, que puede estar estabilizado o no estabilizado.
4. Subrasante. La subrasante consiste en suelos naturales o modificados.



Figura

Nº4: Estructura del pavimento

Fuente: FAA. Pavimento de aeropuertos (2020)

Tabla N°2: Distribución de lados

Capa de pavimento	Pavimento flexible	Pavimento rígido
Capa superficial	P-401/P-403 ²	P-501
Capa de base estabilizada	P-401/403 P-304 ³ P-306 ³	P-401/403 P-304 ³ P-306 ³
Capa de base	P-209 ⁴ P-208 ⁵ P-211	P-209 ⁴ P-208 ⁵ P-211
Capa de subbase	P-154 P-301 ⁶ P-219 ⁷	P-154 P-301 ⁶ P-219 ⁷
Subrasante	P-152 P-155 P-157 P-158	P-152 P-155 P-157 P-158

Fuente: FAA. Pavimento de aeropuertos (2020)

Notas:

1. Referirse a AC 150/5370-10 Estándares para Especificaciones de Construcción de Aeropuertos (*Standards for Specifying Construction of Airports*), para las especificaciones individuales.
2. P-601 podría ser utilizada para sectores que requieran superficies resistentes al combustible.
3. P-304 y P-306 deben utilizarse con precaución porque son susceptibles a reflejar fisuras.
4. P-209, Capa de Base de Agregado Triturado (*Crushed Aggregate Base Course*), utilizada como capa de base está limitado a pavimentos diseñados para cargas máximas de 100.000 libras (45.360 kg) o menos.
5. P-208, Capa de Base de Agregado (*Aggregate Base Course*), utilizada como capa de base está limitado a pavimentos diseñados para cargas máximas de 60.000 libras (27.200 kg) o menos.
6. El uso de P-213 y P-301 como capa de subbase no está recomendado donde se prevea la penetración de helada en la subbase.
7. P-219, Capa de Base de Agregado de Hormigón Reciclado (*Recycled Concrete Aggregate Base Course*), podría utilizarse como base dependiendo de la calidad de los materiales y su graduación.

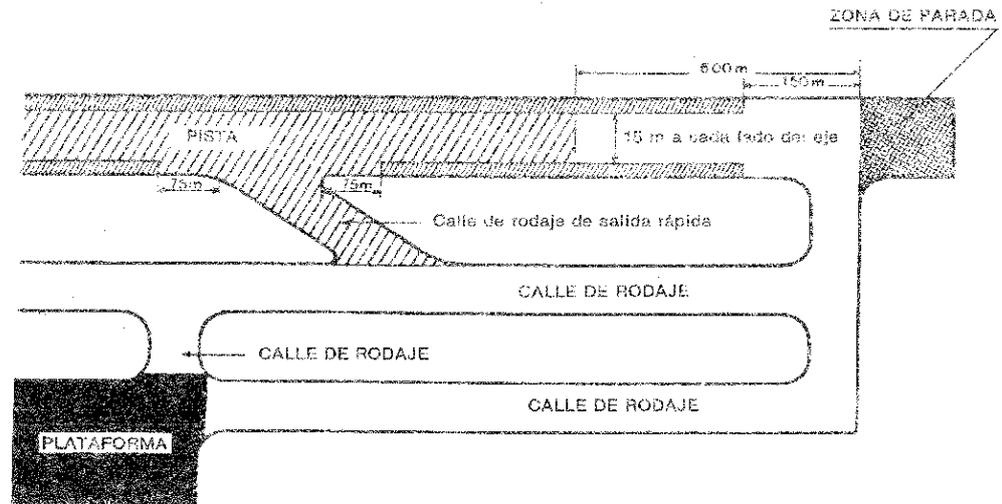
2.2.2 Sistema de infraestructuras aeroportuarias

El sistema aeroportuario está configurado por infraestructuras y actividades, que pueden clasificarse en función de si están más orientadas al pasajero o a la aeronave.

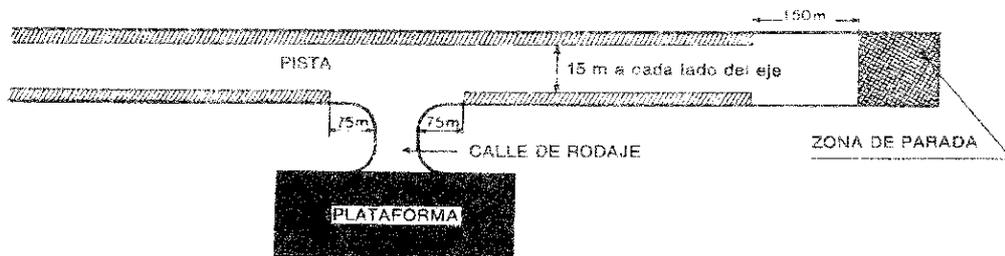
Según Marcos García Cruzado en su libro “Ingeniería Aeroportuaria”, 3era edición; la forma más habitual de denominar a estas dos “partes” del aeropuerto, es denominar “lado tierra” a las infraestructuras y actividades relacionadas con el pasajero (cuando está en tierra) y “lado aire” a las

infraestructuras y actividades relacionadas con las aeronaves (cuando están en tierra).

También forma parte del sistema aeroportuario, el espacio aéreo próximo al aeropuerto que son el Área Terminal (TMA) y Zona de control (CTR), las maniobras estándar de llegada y salida y los procedimientos de aproximación ya sean instrumentales y/o visuales.



a) Ejemplo de pista con calle de rodaje paralela



b) Ejemplo de pista sin calle de rodaje paralela

Figura N° 5: Infraestructura de un aeropuerto

Fuente: Doc 9157-AN-901, parte 3, Pavimentos (1983)

A continuación, se mencionan los componentes conformantes de cada parte del sistema aeroportuario, se tiene lo siguiente:

Espacio aéreo

De acuerdo con la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), los servicios de aeronavegación se prestan a las aeronaves para que los vuelos se desarrollen de manera segura y comprenden los siguientes componentes:

Servicios de Tránsito Aéreo (ATS)

Servicios de Información Aeronáutica (AIS)

Servicios de telecomunicaciones, Navegación y Vigilancia (CNS)

Servicio de Meteorología Aeronáutica (MET)

En el Perú, la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. (CORPAC) es la Entidad encargada de brindar dichos servicios.

Los servicios de los componentes antes indicados, que reciben las aeronaves, son facturados por CORPAC a las compañías aéreas, agrupados en los servicios regulados de Servicio de Navegación Aérea en Ruta (SNAR) y de Aproximación.

El SNAR comprende las ayudas a las naves que sirven rutas nacionales e internacionales mientras se encuentran en vuelo. La tarifa por el servicio de SNAR está definida en soles para el caso de vuelos nacionales y en dólares americanos para vuelos internacionales y se cobra por kilómetro recorrido según el tamaño de la aeronave (definido por el peso máximo de despegue) y por el ámbito de los vuelos, es decir ruta nacional o internacional.

El servicio de Aproximación considera las ayudas para el aterrizaje de las aeronaves en los aeropuertos en un radio de diez millas náuticas (10NM). Esta tarifa está definida en soles y se cobra por tonelada según el tamaño de la aeronave. Las tarifas se aplican por igual a aeronaves que sirven rutas nacionales e internacionales.

Veamos más afondo como se distribuye estos lados del aeropuerto en el siguiente cuadro:

Tabla N°3: Distribución de lados

AEROPUERTO	Lado Tierra	Área Terminal	Terminal de pasajeros	
			Terminal de carga	
			Otros edificios	
		Urbanización	Vías de acceso	
			Aparcamiento	
	Zona Industrial			
	Lado Aire	Área de movimiento	Área de maniobras	Área de aterrizaje
			Área de rodaje	
		Plataforma		
	Área de Seguridad			

Fuente: OACI. Manual de Diseño de aeródromos - Parte I, Pistas. Canadá (2006)

Lado aire

Según la ALACPA (asociación Latino Americana y Caribeña de pavimentos aeroportuarios), si lo vemos desde la parte netamente física, palpable; el Lado Aire sería el área donde ocurre los movimientos de las aeronaves, haciendo referencia a ser la parte del aeropuertos que se usa para el despegue, aterrizaje y taxeo de aeronaves.

Tabla N°4: Lado aire

Lado aire	Área de movimiento	Área de maniobras	Pistas
			Calles de Rodaje
			Apartaderos de espera
	Plataforma		
Otras zonas	Camino perimetral, vías de acceso a instalaciones, y vías de acceso al Área de Maniobras.		
	Áreas no pavimentadas.		

Fuente: Manual de Diseño de aeródromos (2006).

El área de movimiento está integrada por:

- a) Área de maniobras (Área de Aterrizaje y rodaje: Pistas y Calle de rodaje, apartaderos de espera)
- b) Plataforma



Figura N°6: Área de Movimiento

Fuente: Manual de Diseño de aeródromos (2006).

Área de Maniobras.

Una pista de aterrizaje/despegue es el área que se encuentra definida en el aeródromo y preparada estructuralmente para el aterrizaje y el despegue de los aviones. Para habilitar la construcción de una pista de aterrizaje/despegue se debe tener cuenta lo siguiente:

Que tipos de aviones operaran en la pista de aterrizaje/despegue y tener en cuenta la longitud de pista, el ancho, pendientes, la resistencia del pavimento, su elevación de referencia, y entre otros.

También es de suma importancia los factores meteorológicos que existan en la zona donde se emplazará la pista y tener en cuenta la dirección del viento e intensidad del viento, temperatura, precipitaciones, entre otros, debido a que estos factores atmosféricos son de relativas en el tiempo.

La OACI también clasifica a los aeródromos en claves de referencia estas son dos claves de referencia las cuales se tiene un símbolo representado por un número y una letra respectivamente, y estas tienen una relación característica con las aeronaves usuarias.

La longitud de pista o de campo de referencia de una aeronave es aquella que tenga un valor mínimo necesaria para que pueda realizar el despegue en condiciones estándar: - con temperaturas de 15°C -a metros sobre el nivel del mar- viento en calma - pista seca Reducir a estas condiciones las longitudes reales concluyendo en que se deba homogeneizar aquellas referencias de la pista aterrizaje/despegue con la información aeronáutica. A continuación, se explicará que los números que son las clave establecerán tramos de longitud: 1 – menos de 800 metros. 2 – de 800 a 1.200 metros, exclusive. 3 – de 1.200 a 1.800 metros, exclusive. 4 – de 1.800 metros o mayor. Las letras que son claves, son aquellas que hacen referencia a la envergadura de la aeronave y al ancho de la pista.

Tabla N°5: Clave de referencia

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE		ELEMENTO 2 DE LA CLAVE		
Núm. De clave	Longitud de campo de referencia del avión	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal ^(a)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4.5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4.5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1200 m hasta 1800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)
4	Desde 1800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)

^(a) Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

Fuente: OACI. Manual de Diseño de aeródromos Parte I (2006).

Una referencia de una pista sería 4 E, que quiere decir longitud reducida mayor de 1.800 metros donde pueden operar aeronaves con envergadura de hasta 65 metros y ancho de vía de hasta 14 metros.

Lo normal es que las pistas reales estén en condiciones distintas del estándar, por ello se definen los siguientes parámetros:

- a) La elevación de referencia: la del punto más alto de la pista redondeada al metro más próximo.
- b) La temperatura de referencia: la media de las máximas diarias del mes que haya alcanzado la más alta, tomando el promedio de varios años, en °C.
- c) La pendiente media o efectiva de la pista: viene dada por la diferencia de cotas entre los puntos más alto y más bajo dividida por la longitud total: puede ser positiva o negativa según resulte ascendente o descendente. En general, es una pendiente ficticia, ya que lo usual es que la pista tenga tramos con inclinaciones diferentes.

Lado tierra

La OACI menciona que esta zona del aeródromo es aquella donde se efectúan operaciones aeroportuarias para los pasajeros, equipajes y carga, antes de

realizar el embarque o también posteriormente al desembarque (Skar, 2014) de las aeronaves.

Su principal característica es que el cliente que es el pasajero, pueda satisfacer todas sus necesidades.

Se divide en tres grandes áreas:

- a) Urbanización, con las vías de acceso y aparcamientos
- b) Zona Industrial
- c) Área de terminal

Siendo estas no importantes para la presente tesis debido a que nos centraremos en el lado aire.

2.2.3 Normas

El marco normativo para desarrollar esta tesis se centra en las siguientes normas:

RAP 314 – MTC

En la norma peruana nos especifica en el ítem 2.6 Resistencia del Pavimento, que el método para las notificaciones del pavimento se realizará a través del Método del ACN-PCN.

Anexo 14- OACI

Según la norma de la OACI en el ítem 2.6.7 - Recomendaciones inciso de la nota - especifica que el método simple para reglamentar las operaciones en sobrecarga, mientras que en el Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 3, se incluye la descripción de procedimientos más detallados para evaluar los pavimentos.

Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157)

2.2.4 Definición de términos básicos

Las definiciones que se presentan a continuación es para entender el lenguaje técnico en lo que al contexto del sistema aeroportuario se refiere y provienen del Volumen I, Diseño y operaciones de aeródromos, anexo 14, de la OACI, la FAA y del Manual Diseño Estructural de Pavimentos para Aeropuertos del Ing. Pedro José Mora.

Aeródromo.

Es el área de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinado total o parcialmente a la llegada, salida y movimientos en superficie de aeronave.

Área de aterrizaje.

Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.

Área de maniobras.

Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de las aeronaves.

A.C.N. Número de clasificación de aeronaves.

Cifra que indica el efecto relativo de una aeronave sobre un pavimento, para una determinada categoría normalizada del terreno de fundación.

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.

Área de señales.

Área de un aeródromo utilizada para exhibir señales terrestres.

Baliza.

Objeto expuesto sobre el nivel del terreno para indicar un obstáculo o trazar un límite.

Coefficiente de utilización.

El porcentaje de tiempo durante el cual el uso de una pista o sistema de pistas no está limitado por la componente transversal del viento.

Nota. Componente transversal del viento significa el componente del viento en la superficie que es perpendicular al eje de la pista.

Berma.

Partes laterales de la pista, que sirven para dar los anchos establecidos para cubrir las envergaduras de las aeronaves, y su estructura se maneja como áreas no críticas.

Calle de rodaje.

Vía definida en un aeródromo terrestre, establecida para el rodaje de aeronaves y destinada a proporcionar enlace entre una y otra parte del aeródromo, incluyendo:

- a) Calle de acceso al puesto de estacionamiento de la aeronave. La parte de una plataforma designada como calle de rodaje y destinada a proporcionar acceso a los puestos de estacionamiento de aeronaves solamente.
- b) Calle de rodaje en la plataforma. La parte de un sistema de calles de rodaje situada en una plataforma y destinada a proporcionar una vía para el rodaje a través de la plataforma.
- c) Calle de salida rápida. Calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo agudo y está proyectada de modo que permita a los aviones que aterrizan virar a velocidades mayores que las que se logran en otras calles de rodaje de salida y logrando así que la pista esté ocupada el mínimo tiempo posible.

Pista.

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

Pista de despegue.

Pista destinada exclusivamente a los despegues.

Plataforma de viraje en la pista.

Una superficie definida en el terreno de un aeródromo adyacente a una pista con la finalidad de completar un viraje de 180° sobre una pista.

Pavimento.

Estructura compuesta por una capa de superficie de concreto hidráulico o mezcla asfáltica en caliente o tratada con asfalto, sobre capas de base y Subbase, ya sean granulares, estabilizadas o trituradas para soportar cargas de tránsito y distribuir las sobre el terreno de fundación.

P.C.N. Número de clasificación del pavimento.

Cifra que indica la resistencia de un pavimento para utilizarlo sin ninguna restricción.

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

Plataforma.

Área definida en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque de pasajeros, carga, correo y mantenimiento o estacionamiento de aeronaves. UMBRAL: Comienzo de la parte de la pista utilizable para el aterrizaje.

Plataforma de viraje en la pista.

Una superficie definida en el terreno de un aeródromo adyacente a una pista con la finalidad de completar un viraje de 180° sobre una pista.

Umbral.

Comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.

Zona crítica.

En un aeropuerto estas zonas son aquellas en las que el avión se desplaza con carga máxima están conformadas por la pista de aterrizaje, la plataforma, los apartaderos de espera.

Zona no crítica.

Son aquellas zonas en las cuales se toleran algunas reducciones del espesor en relación con los calculados para áreas críticas, por ejemplo, las calles de salida rápida.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HÍPOTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis principal

La propuesta de una guía de diseño servirá para determinar el pavimento flexible aeroportuario.

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) Revisando los sílabos de la curricular de estudio de Ingeniería civil de las Universidades del país se determinará la necesidad de una guía.
- b) Analizando las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios se propondrá la guía.
- c) Validando la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible será aplicable en el aeródromo privado Walter Braed-Segu.

3.2 Variables

3.2.1 Definición Conceptual de las variables

Guía de diseño

Un manual o guía para el usuario es aquel documento donde se describe de manera técnica los procedimientos para poder uno guiarse, y están destinados a dar asistencia a otros individuos utilizando un sistema en particular. Este documento estará siendo redactado por algún técnico especialista, como por ejemplo algún ingeniero profesional o bachilleres tesistas.

Las guías o manual contienen tanto un procedimiento escrita como también imágenes asociadas. El lenguaje utilizado deberá ser sencillo, dirigido a una audiencia que podrá no entender un lenguaje demasiado técnico.

Pavimento Flexible Aeroportuario

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

Los pavimentos tratados en la Circular de Asesoramiento 5320/6F de la FAA incluyen flexibles, rígidos y repavimentaciones flexibles y rígidas.

Diversas combinaciones de tipos de pavimento y capas estabilizadas dan como resultado pavimentos complejos clasificados entre flexibles y rígidos.

Los pavimentos flexibles son aquellos en los que cada capa estructural es soportada por la capa inferior y, en última instancia, soportada por la subrasante. La mezcla de asfalto en caliente (HMA) y P-401/403 se refieren a pavimentos flexibles.

3.2.2 Operacionalización de variables

Variable independiente: Guía de diseño

Variable dependiente: Pavimento flexible Aeroportuario

En esta relación de variables se deja entender que existe una relación de causa efecto.

Variable Independiente

Tabla N°6: Relación entre variables Independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES
VARIABLE INDEPENDIENTE Guía de diseño	Es un documento que recoge normativas y patrones básicos relacionados con el "aspecto" de un interfaz para su aplicación en el desarrollo de nuevas "pantallas" dentro de un entorno concreto.	La guía se realizará en base a los estudios realizados por la FAA a través de los AC 5320-6F y 5320-6G RAP 314 y ANEXO 14	NORMAS procedimientos (procesos)	CA 5320-6F CA 5320-6G ANEXO 14 RAP 314	Visual

Fuentes: Elaboración propia

Variable Dependiente

Tabla N°7: Relación entre variables Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES
V. Dependiente Pavimento flexible aeroportuario	El pavimento flexible aeroportuario es aquella en los que cada capa estructural es soportada por la capa inferior y, en las últimas instancias, soportada por la subrasante.	Usando el programa FARFIEL que utiliza la tensión vertical máxima en la parte superior de la subrasante y la deformación horizontal máxima en la parte inferior de todas las capas de asfalto como indicadores de la vida estructural del pavimento se podrá diseñar el pavimento de los aeropuertos	SUELOS	CBR	DEL 0% A 100%
			AERONAVE DE DISEÑO	FARFIELD 2.0	
			ESTUDIOS METEOROLOGICO	TEMPERATURA	0-N°
			MODELO DE DISEÑO	MIX DE AERONAVES	Operaciones
			RESISTENCIA DEL PAVIMENTO	PCN (AGREGADOS)	
			PRESION DE NEUMATICOS	PRESION	MPA
			ARQUITECTURA	PLANOS (PARAMETROS)	

Fuentes: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1 Tipo y método de investigación

La presente tesis será aplicable ya que se usará un caso en especial para poner en práctica nuestro tema de investigación, el diseño del pavimento se aplicará en el aeródromo privado Walter Braed Segú y futuras obras dentro del Perú

4.1.1 Orientación de la investigación

Esta investigación es deductiva y aplicada, ya que la guía propuesta será evaluada bajo los circulares de asesoramiento de la FAA, respecto al diseño de pavimentos aeroportuarios, donde demostraremos las teorías de la guía para un lugar determinado, contrastando la información.

4.1.2 Enfoque de la investigación

Dicha investigación tendrá un enfoque cuantitativo, ya que lo que se busca en esta investigación es proponer una guía que nos brinde los espesores de cada capa, del pavimento flexible aeroportuario, como capas de Sub base, base y carpeta asfáltica, etc. Donde tendrá una expresión numérica y unidades de pulgadas.

4.1.3 Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo, ya que la investigación se dará en un espacio geográfico, al norte del Perú, específicamente la costa de Piura en el aeródromo privado Walter Braed Segú, en el contexto actual de la globalización y de la necesidad comercial de tener una mejora en la costa norte del Perú. Se establecerá parámetros de diseño en la guía para pavimentos aeroportuarios que estará sustentada por los circulares de asesoramiento de la FAA y del mismo modo por la RAP 314.

4.2 Diseño de investigación

El diseño elegido fue el experimental, ya que se podrá cambiar la variable independiente a criterio propio, ya que esta investigación decidirá todos los parámetros de la guía de diseño.

4.3 Población de estudio

4.3.1 Población de estudio

Para esta investigación, la población para ser aplicable los resultados del objetivo específico N° 01 serán a universidades correspondientes al nivel de Perú.

Para el objetivo específico N°3 se desarrollará aplicando la guía al aeródromo privado Walter Braed-Segu ubicada en Punta Sal.

4.3.2 Diseño muestral

Para el diseño muestral será con respecto al objetivo específico N°2 relacionada con 23 universidades del Perú que desempeñan la carrera de ingeniería civil. El muestreo que se utiliza es el probabilístico aleatorio simple, ya que pudo elegirse cualquier universidad que enseñe pavimentos aeroportuarios del país puesto que el propósito de esta investigación es proponer una guía de diseño de pavimentos aeroportuarios para el desarrollo académico del profesional.

La muestra a estudiarse del objetivo específico N°03 es el aeródromo privado Walter Braed-Segu en Punta Sal. El muestreo que se utiliza es el probabilístico aleatorio simple, ya que pudo elegirse aeropuerto del país puesto que el propósito de la guía es poder ser usada en todo el Perú.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Tipos de técnica e instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos fueron tesis nacionales e internacionales pasadas en pavimentos aeroportuarios, papers, circulares de asesoramiento de la Administración Federal de Aviación (FAA) y la RAP 314. También se utilizaron documentos, diarios de carácter serios como Gestión y El Comercio, entre otros.

En esta investigación se emplea una técnica bibliográfica, basada en las normas del Perú como la RAP 314, su homólogo el Anexo 14 de la OACI, así como los circulares de asesoramiento de la FAA recolectando una variedad de información relacionadas y así poder realizar el objetivo de la presente tesis.

4.4.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Para la validez de los instrumentos en esta investigación, serán las mallas curriculares, planes de estudios de los sílabos de cada universidad del país, donde serán solicitadas y descargas de su misma página web.

Se empleará las normas y parámetros de la Administración Federal de Aviación (FAA) a través de los circulares de estudio, ya que nos brinda estándares de diseño y evaluación de pavimentos aeroportuarios, las pautas a considerar serán de la AC 150/5320-6G, así como la aplicación del software FAARFIELD y análisis de la RAP 314.

4.4.3 Procedimientos para la recolección de datos

El procedimiento a seguir procederá por hacer una recolección de datos con respecto a las propiedades de resistencia del suelo con el valor porcentual del CBR perteneciente a la subrasante, así como las cargas a las cuales estará expuesto el pavimento y la cantidad de operaciones de las aeronaves para un diseño de pavimento con vida útil de 20 años, estipulado así por el método.

Como se mencionó líneas arriba la resistencia del suelo de subrasante será determinada a través del ensayo de C.B.R (california bearing ratio) el cual la FAA lo adoptó en 1978 para el cálculo de pavimentos flexibles, toda vez, esta es la propiedad del suelo de mayor interés para el cálculo de los espesores de la estructura.

El método FAA maneja un programa llamado FAARFIELD 2.0 los cuales proporcionan el diseño del pavimento, y para completar se rellena las celdas del programa con los siguientes datos:

1. C.B.R.
2. El peso bruto de la aeronave de diseño.
3. Salidas anuales equivalentes con respecto al mix de aeronaves de diseño.

4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Partiendo desde la información bibliográfica de los circulares de asesoramiento de la FAA, se realizará un método comparativo con el software FARFIELD 2.0, para determinar cuáles son los espesores de las capas del pavimento, luego estos

espesores se compararán con los espesores del expediente técnico del diseño de pavimentos flexible de la pista de aterrizaje del aeródromo privado Walter Braedt-Segu y se realizará una sugerencia para el mejoramiento de la pista. Con esta comparación se evaluará cuáles son las diferencias encontradas, con el fin de convalidar lo bibliográfico con la propuesta que tenemos. Para así proponer una guía acorde a nuestra realidad.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Diagnóstico y situación actual

Se realizó la búsqueda de las mallas curriculares correspondientes a las universidades que desempeñan la carrera de ingeniería civil en el Perú y se halló que solo en 7 Universidades a nivel nacional enseñan el curso de pavimentos aeroportuarios y se hace hincapié que estos cursos no son de ámbito obligatorio por lo que, según la malla curricular de las universidades, son cursos electivos.

No es verdad que el curso de pavimentos aeroportuarios no sea importante y se afirma debido a los acontecimientos sucedidos en los últimos 3 años de publicación de esta tesis donde se evidencia los proyectos de ampliación de la segunda pista del aeropuerto Jorge Chávez, así como también el Proyecto del Aeropuertos de Chinchero en Cuzco y la apertura del aeródromo Walter Braed-Segu en Punta Sal y entre otros proyectos aeroportuarios.

Se realizó el análisis de los sílabos de estas universidades para que de esa manera tener una visión más amplia de lo que se desarrolla en el curso, en la presentación de resultados se insertará un cuadro resumen donde se compara los temas por semana de lo va del curso

De la misma manera se revisó la Ley N° 27261, Ley de Aeronáutica Civil del Perú, donde establece que la aeronáutica civil se rige por la Constitución Política del Perú al igual que también se encarga del conjunto de actividades que se vinculan al empleo de aeronaves civiles, y tiene instrumentos internacionales que son vigentes a la fecha, esta Ley contempla en sus reglamentos anexos técnicos y Regulaciones Aeronáuticas además de normas complementarias.

Según el DS N° 002-2018-MTC la Organización de Aviación Civil Internacional en sus siglas OACI, es un foro mundial que coopera con todos sus Estados miembros y entidades de la comunidad mundial que están relacionadas a la aviación, tanto para investigación como para aplicación, aquí se establece normas y métodos que son recomendados para que se pueda realizar un desarrollo ordenado y seguro de la aviación civil internacional, una de sus misiones de la OACI es el de fomentar un sistema de aviación civil que sea globalizado y funcione de una manera permanente y uniforme realizando la máxima eficiencia con el fin de optimizar la

seguridad, sostenibilidad y protección; es por ello que este decreto describe que la ley y todas sus regulaciones como normas complementarias seguirán los lineamientos de la OACI.

Entonces, la RAP 314, Aeródromos, Volumen I, Diseño y Operación de aeronaves,(en adelante RAP 314) quien vela por la seguridad y viabilidad de los aeropuertos a través de su entidad pública la Dirección General Aeronáutica Civil-DGAC, describe en el capítulo 2, Datos de aeródromos, ítem 2.6 Resistencia de los pavimentos; que la manera de notificar la resistencia del pavimento será a través del método del Número de clasificación de aeronaves (ACN-PCN) sin especificar que métodos se debe usar para hallar el pavimento; Sin embargo la RAP 314 esta referenciado por el Anexo 14 (OACI): Aeródromos, Volumen. I: Diseño y Operaciones de Aeródromos (Enmienda 14) y la Ley de Aeronáutica Civil N° 27261 y de la misma manera la OACI tiene libros publicados que son considerados libros técnicos o de consulta que el Anexo 14 describe en la página xi, Publicaciones (relacionadas con las especificaciones de este Anexo) acerca del Manual de diseño de aeródromos (Doc 9157), Parte 1 — Pistas, Parte 2 — Calles de rodaje, plataformas y apartaderos de espera, Parte 3 — Pavimentos, Parte 4 — Ayudas visuales, Parte 5 — Sistemas eléctricos, Parte 6 — Frangibilidad.

Una vez analizado la norma peruana entendemos que el Doc 9157 de la OACI es fundamental para el desarrollo de esta tesis así como también este mismo manual de diseño de aeródromos hace mención el análisis en los países de Canadá, Francia y Reino Unido, teniendo una gama alta de experiencia y estudios.

Cabe resaltar que el Doc 9157 es del año de 1983, sin embargo la RAP 314 fue actualizado en el 15 de Diciembre del 2018 a través del RD 914-2018-MTC/12 y el Anexo 14 fue actualizada en la Quinta Edición en Julio del 2009, demostrando de esa manera la utilización de estos documentos como base fundamental para el diseño de pavimentos de aeropuertos.

5.2 Presentación de Resultados

En el siguiente cuadro se muestran 23 universidades de las cuales 7 dictan el curso de pavimentos aeroportuarios lo que representa el 25%.

Tabla N°8: Relación de Universidades

Universidades	Curso De Pavimentos De Aeropuertos	Electivo
Universidad Privada Del Norte (Upn)	X	-
Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas (Upc)	X	-
Universidad Nacional Mayor De San Marcos	✓	Si
Universidad Cesar Vallejo (Ucv)	X	-
Pontificia Universidad Católica Del Perú (Pucp)	X	-
Universidad De Lima	X	-
Universidad Tecnológica Del Peru (Utp)	X	-
Universidad Peruana Los Andes (Upla)	X	-
Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco (Unsaac)	X	-
Universidad Nacional San Luis Conzaga	X	-
Universidad Nacional De San Martin	X	-
Universidad Nacional De Huancavelica	X	-
Universidad Nacional De Barranca	X	-
Universidad San Martin De Porres	X	-
Universidad Privada De Tacna	X	-
Universidad Nacional De Moquegua	X	-
Universidad Andina Del Cusco	✓	Si
Universidad Nacional Federico Villa Real	✓	Si
Universidad Nacional De Ingeniería	✓	Si
Universidad Ricardo Palma	X	-
Universidad Nacional Del Altiplano De Puno	✓	Si
Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión	✓	Si
Universidad Nacional Del Santa	✓	Si

Fuentes: Elaboración propia

De las 7 universidades analizadas 4 se encuentran en Lima dos en la sierra sur y una en el norte (Chimbote).

Se realizó la búsqueda de los sílabos de las universidades obteniéndose de 3 universidades: Villareal -Santa -Sánchez Carrión

La Universidad Nacional del Santa y la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión llevan el curso denominado “Puertos y Aeropuertos” dedicándole la mitad del curso a puertos y la otra mitad a aeropuertos; en ningún caso se estudia los procesos del diseño de pavimentos tal como se puede apreciar en la tabla N°6;

siendo la universidad Villareal la única que tiene el curso de aeropuertos en su totalidad.

Tabla N°9: Sílabus Analizados

UNIVERSIDADES			
SEMANAS	UJFSC	UNS	UNFV
SEMANA N°01	<p>Analiza los principios básicos de la ingeniería de aeropuertos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconoce el entorno de las organizaciones nacionales e internacionales dedicadas a la actividad de la aviación civil, particularmente la OACI. - Valora la importancia del aeropuerto como un componente básico del modo de transporte aéreo. 	Puertos	<p>Analizar los principios básicos de la ingeniería de aeropuertos, reconociendo el entorno de las organizaciones nacionales e internacionales como la oaci y la anexo 14, dándole la importancia de los aeropuertos como un principal medio de transporte aéreo</p>
SEMANA N°02	<p>Establece la fuente de información de las series históricas de la demanda de pasajeros operaciones y carga.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interpreta los criterios para efectuar el pronóstico de la demanda a corto, mediano y largo plazo. 	Puertos	<p>Análisis de la demanda del tránsito aéreo (pasajeros, operaciones y cargas), interpretar los criterios para efectuar el pronóstico de la demanda a corto, mediano y largo plazo.</p>
SEMANA N°03	<p>Comprueba y verifica el emplazamiento de la pista principal del aeropuerto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reconoce los distintos elementos constitutivos del aeropuerto. - Elabora el plano de desarrollo del aeropuerto. 	Puertos	<p>Evaluación y selección del emplazamiento del aeropuerto, reconociendo los distintos elementos constitutivos del aeropuerto (parte aeronáutica, parte pública y elementos de apoyo del aeropuerto), elaborando un plano de desarrollo del aeropuerto.</p>
SEMANA N°04	EVA	—	<p>Elabora el plano:” Superficies limitadoras de obstáculos”</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efectúa y soluciona la óptima orientación de la pista

			principal, bajo las consideraciones de la orografía de la zona a ubicar el aeropuerto.
SEMANA N°05	Aeropuertos sus difenretes tipos, Elaborando un cuadro con los elementos que se encuentran en un aeropuerto	Puertos	<ul style="list-style-type: none"> - Establece los parámetros para calcular la longitud de pista requerida, entre ellos: la elevación, temperatura, viento y peso. - Efectúa los procedimientos de cálculo o diseño de la longitud de la pista principal.
SEMANA N°06	Realiza un cuadro con la evaluación de los aeropuertos y equipos utilizados en los aeropuertos.	Puertos	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecuta al detalle la configuración de los distintos elementos de la pista principal. - Reconoce y relaciona los procedimientos de vuelo visual e instrumental y efectúa el diseño de las señalizaciones para la ayuda a la aeronavegación.
SEMANA N°07	Evalúa los costos que tiene el aeropuerto para los distintos usuarios.	Planificación General de Aeropuertos. Plan Director de un aeropuerto Clasificación de Aeropuertos, aeronaves, componentes del peso de una aeronave. Radio de giro	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecuta al detalle la configuración de los distintos elementos que lo conforman las calles de rodaje y plataforma de estacionamiento de aeronaves comerciales y de aviación general. - Interpreta y aplica las normas y métodos recomendados internacionales establecidos en el Anexo 14 – Aeródromos - OACI.
SEMANA N°08	EVA	Relación de Cargas de pago.	EP

		Radio de acción de los aviones por su despegue y aterrizaje. Factores que influyen en el dimensionamiento de un aeropuerto.	
SEMANA N°09	PUERTOS	Viento de costado. Derrota y Rumbo. Atmósfera tipo y altitud de presión. Control de tráfico aéreo.	<ul style="list-style-type: none"> - Elabora el perfil longitudinal y transversal de la pista principal aplicando las normas y métodos internacionales del Anexo 14 - Aeródromos – OACI. - Analiza y valora las distintas alternativas del perfil de modo de optimizar el volumen de movimiento de tierra (excavación y rellenos).
SEMANA N°10	PUERTOS	Capacidad de un Aeropuerto. Selección del emplazamiento de un aeropuerto. Procedimiento para el diseño preliminar de un aeropuerto.	<ul style="list-style-type: none"> - Elabora el perfil longitudinal y transversal de las calles de rodaje y plataforma de estacionamiento de aeronaves aplicando las normas y métodos internacionales del Anexo 14 - Aeródromos – OACI. - Aplica y valora la racionalidad de movimiento de tierra para los fines propuestos.
SEMANA N°11	PUERTOS	EXAMEN	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce y determina la carga de la aeronave crítica o de diseño, analiza la equivalencia de las distintas cargas de las otras aeronaves usuarias con las aeronaves con la carga de la aeronave de diseño. - Analiza los resultados obtenidos en laboratorio de la resistencia del terreno de fundación para el

			<p>cálculo estructural del pavimento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplica el software (FARFIELD) para el cálculo estructural del pavimento aeronáutico.
SEMANA N°12	EVA	<p>Configuración de un Aeropuerto: Pistas. Orientación de Pistas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza la confluencia de las aguas superficiales
SEMANA N°13	Puertos	<p>Trazado geométrico del Campo de vuelo. Visita guiada a un aeropuerto nacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrolla el edificio terminal de pasajeros, interpretando la funcionalidad y dimensionamiento establecido en el manual de referencia de desarrollo aeroportuario de la FAA y IATA.
SEMANA N°14	Puertos	<p>Elementos y Perfil Longitudinal de una Pista de Aterrizaje.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce y desarrolla los distintos elementos de aeropuerto, entre ellos, edificación para los “Servicios de salvamento y extinción de incendios”, “Servicios de salvamento y extinción de incendios”.
SEMANA N°15	Puertos	<p>Cálculo de la Longitud de pista. Calles de Rodaje. Señalización de Aeropuertos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce y elabora los sistemas de vallado para la seguridad operacional y aeroportuaria - Elabora el diseño del camino perimetral de

			seguridad dentro del recinto del aeropuerto, tanto para el personal de mantenimiento como para las patrullas de seguridad
SEMANA N°16	EF	EF	EF

Fuentes: Elaboración propia

En el párrafo 7 del ítem 5.1 Diagnóstico y situación actual se analizó las normas que hacen referencia al diseño de pavimentos flexibles y se determinó que los procesos de diseño de pavimentos se basan en el Doc. 9157-AN/901 MANUAL DE DISEÑO DE AERODROMOS y esta acoge los estudios realizados por la Federación de aviación civil (FAA) de los Estados Unidos que también tienen manuales denominados Circulares de Asesoramiento, por ejemplo el CA 5320/6G es el documento donde hablan sobre el proceso constructivo y uso del programa FAARFIELD 2.0. Esta es la versión más actualizada.

De la misma manera el sílabus de la Universidad Nacional Federico Villareal, en lo que respecta a diseño de pavimentos contempla el doc 9157-AN/901 MANUAL DE DISEÑO DE AERODROMOS y el AC 5320/6F.

Se propone la guía de diseño de pavimento flexible aeroportuarios en el Anexo ## en base a la norma internacional vigente que hace referencia al software de la FAA llamada FAARFIELD.

Se realizó el análisis en base al ANEXO 7.3 Guía de diseño para determinar pavimentos flexibles aeroportuarios, según la administración federal de aviación (FAA) para el diseño del aeródromo privado Walter Braed-Segu.

Los estudios de suelos fueron desarrollados por la empresa ESTEBAN Y ECHEVARRIA INGENIEROS S.A.C. (EEI S.A.C.).

Según el citado estudio se realizaron exploraciones a cielo abierto y se obtuvieron muestras para los análisis respectivos.

El estudio de suelos describe un total de 05 excavaciones (calicatas) realizadas a una profundidad de 2.00 metros con lo cual elaboró el perfil estratigráfico, siguiendo la Norma ASTM D2488.

La tabla N°7 muestra los datos del emplazamiento de las calicatas y el tipo de suelo del terreno de fundación donde se emplaza el aeródromo.

Tabla N°10: Extracción de calicatas

Calicata	Coordenadas utm wgs 84		Clasificación
	Este	Norte	
C - 01	497641.182	9548812.25	Sp - arena mal graduada sin finos.
C - 02	497641.182	9548812.25	Sw - arena bien graduada sin finos.
C - 03	497314.889	9548365.62	Sp - arena mal graduada sin finos.
C - 04	497225.147	9548127.46	Sw - arena bien graduada sin finos.
C - 05	496897.405	9547842.80	Sp - arena mal graduada sin finos.

Fuentes: Elaboración propia.

La información descrita debe estar detallada en el informe que irá a la DGAC.

En el Anexo N°5 se adjunta los estudios de suelos correspondientes al CBR realizados por la empresa ESTEBAN Y ECHEVARRIA INGENIEROS S.A.C.

Acto siguiente se realizaron 03 ensayos de CBR In Situ, para la determinación del índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, cuyas progresivas, lados y resultados se muestra a continuación:

Tabla N° 11: Ensayos de CBR in situ

Progresiva (Km)	Lado	CBR 0.1” (%)
Km 0+400	Izquierdo	7.1
Km 1+150	Derecho	6.3
Km 1+300	Franja Lateral izquierda	7.9

Fuentes: Elaboración propia

Entonces el valor CBR de la subrasante tiene un valor promedio de 7.1% el cual se ubica en un S2, Suelo sub-rasante regular.

Ahora evaluaremos las operaciones de las aeronaves que usan la actual pista de aterrizaje del aeródromo privado Walter Braed Segu. Esta información debe ser brindada por el explotador del aeródromo; caso contrario se tendría que realizar una proyección de operaciones anuales en base a las aeronaves que ocuparían el proyectado aeródromo. La información brindada por el explotar son las siguientes:

Tabla N° 12: Cantidad de operaciones anuales

Aeronave	Peso máximo de despegue	Operaciones anuales
Q400/Dash 8 Series 400	64 700 Lb	800
Fokker 50	45 900 Lb	150

Fuentes: Elaboración propia

Realizando el diseño en base a los valores anteriores se realizará la estructura del pavimento para el aeródromo privado Walter Braedt Segu. Esta información se digitalizará en los cuadros correspondientes del programa FAARFIELD. El uso del programa es una ventaja porque nos limita a conseguir las operaciones de aeronaves, peso máximo de despegue, conocer los espesores mínimos de pavimentos descritos en el guía de diseño de pavimento del anexo 2, y posteriormente solo digitalizar según lo pedido.

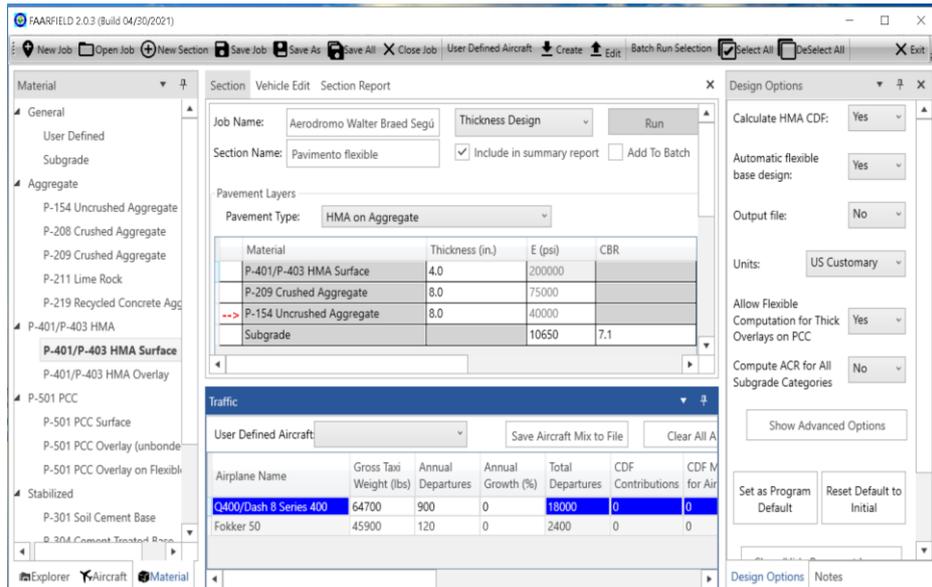


Figura N°7: Introducción de los datos

Fuente: Elaboración propia

Corremos el programa en la opción “RUN”

FAARFIELD reprograma las opciones impuestas y nos arroja los nuevos valores de espesor para la estructura del pavimento.

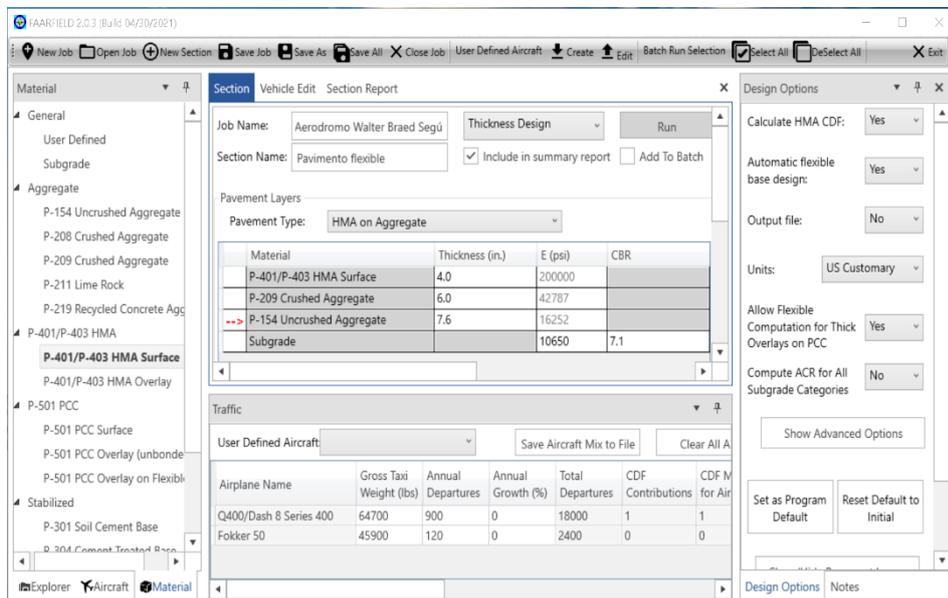


Figura N°8: Diseño del pavimento

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra los espesores finales realizados por FAARFIELD.

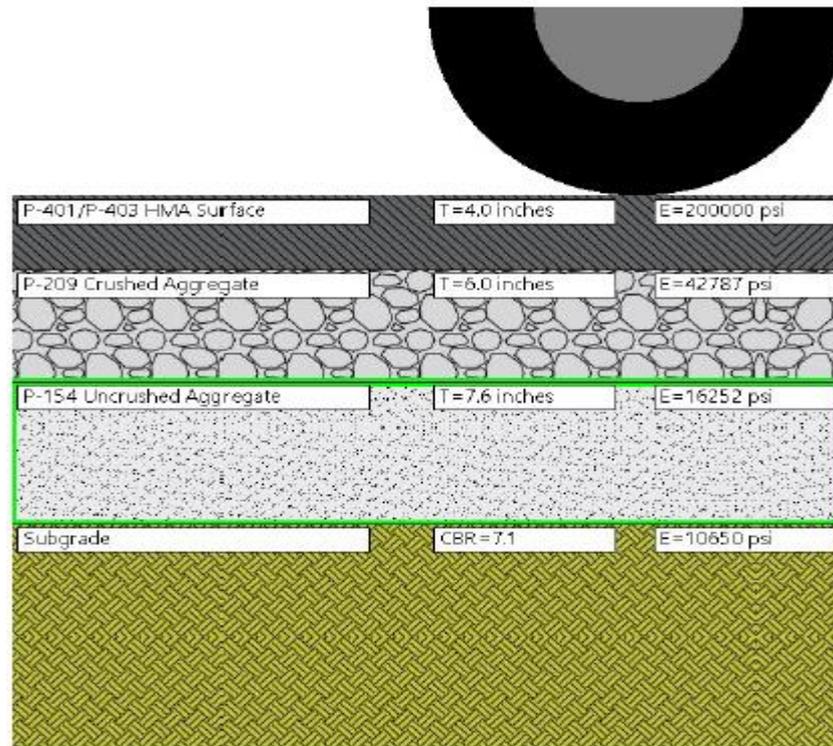


Figura N°9: Espesores obtenidos del pavimento

Fuente: Elaboración propia

Entonces podemos concluir que efectivamente la necesidad de una guía es válida para poder crear estructura de pavimentos.

5.3 Análisis de Resultados

5.3.1 Análisis de sílabos

Producto de la revisión de los sílabos, así como de las universidades que dictan el curso de pavimentos aeroportuarios podemos observar que el 25% dictan el curso de aeropuertos de este 25% se revisó los sílabos de 3 universidades que representan el 50% de las que dictan el curso de las cuales dos se ellas enseñan “puertos y aeropuertos” en la misma curricula en forma general y no le dedican horas a la enseñanza del proceso de diseño de pavimentos aeroportuarios.

En los últimos años el Perú ha tenido un crecimiento económico y también en el transporte aéreo evidenciado en los aeropuertos de Lima, Cuzco y Piura. Los mismos que demandan ingenieros capacitados en aeropuertos para la gestión del ciclo de vida de los aeródromos.

En conclusión, se requiere contar con una guía que oriente a los ingenieros civiles del área de transporte con los procedimientos y procesos de gestión de pavimentos de aeródromos.

5.3.2 Análisis de normas

El objetivo principal de las normas no es la forma en que llegues al diseño del pavimento sino el método con el cual se va a publicar el diseño del pavimento del aeropuerto.

En base a la evaluación realizada en la inspección de las normas del ítem 5.2 que se rigen en el Perú, tales como la RAP 314, y la Ley N° 27261 hacen referencia al uso de normas internacionales debido a pertenecer a la OACI, entonces esta entidad tiene manuales y circulares de asesoramiento que recomiendan el uso adecuado y proceso constructivo de los elementos que conforman un aeródromo.

Es por ello que el circular de asesoramiento de la FAA plantea el uso del programa FAARFIELD el cual es un programa basado en el concepto del factor de daño acumulado (CDF), en cual es una suma de contribución por cada tipo de aeronave en un mix de tráfico y de esta manera obtener el daño acumulado total que se realizan por todas las operaciones de aeronaves en la mix de tráfico.

Al realizar este método se halla el valor que representa la fatiga estructural del pavimento que se ha ido agotando al transcurrir el tiempo, el cual FAARFIELD calcula.

Por otra parte, es necesario conocer el peso máximo de despegue al 100% de las aeronaves, así como la cantidad de operaciones que realiza en todo año cual serán digitalizados en el FAARFIELD.

El método empleado en las normas es deductiva y aplicativa, por lo que la misma FAA realiza sus propios estudios en base a modelos a escala de aeronaves en pista de aterrizajes.

En conclusión, se analizaron las normas las cuales estas dependen de la OACI y esta depende de los estudios que realiza la FAA para proponer la guía.

5.3.3 Análisis de la guía de diseño

En base al anexo 2 se realizó la evaluación de la pista de aterrizaje del aeródromo privado Walter Braed Segú, ubicada en la localidad de Puntal Sal. Esta guía sirvió para encontrar la estructura del pavimento en base a las normas y reglamentos internacionales como lo es la OACI, entidad que vela por la seguridad de las personas en el aire.

En conclusión, se pudo realizar la estructura del pavimento en base a la guía propuesta.

5.4 Contratación de hipótesis.

Hipótesis secundarias

Hipótesis secundaria 01:

H 1-1 Revisando los sílabos de las mallas curriculares de estudio de Ingeniería civil de las Universidades del país se determinará la necesidad de una guía de pavimentos aeroportuarios.

H 0-1 Revisando los sílabos de las mallas curriculares de estudio de Ingeniería civil de las Universidades del país NO se determinará la necesidad de una guía de pavimentos aeroportuarios.

Se revisaron los sílabos y las mallas de curriculares de 23 universidades de las cuales 6 dictan el curso de aeropuertos como electivo.

De las 6 universidades dos dictan puerto y aeropuertos en una sola curricula; el silabos no considera pavimentos aeroportuarios.

La universidad Federico Villareal es la única que considera en su curricula los pavimentos aeroportuarios.

La Universidad Nacional de Ingeniería no entregó el sílabo por lo cual no se pudo evaluar.

De acuerdo al capítulo 5.3.1, se demuestra que son pocas las universidades que se desempeñan en la enseñanza del tema de aeropuertos, concluimos que es necesario la aplicación de una “guía de diseño de aeropuertos” para facilitar el diseño.

La mayoría de universidades no dictan el curso de pavimentos aeroportuarios, es por esta razón que se propone la Guía de diseño de pavimentos aeroportuario y de esta manera pueda quedar como ayuda académica y/o de asistencia ingenieril, toda vez que la elaboración de la guía de diseño se plantea como solución ante la necesidad de diseñar un pavimento aeroportuario

Por lo tanto, se valida la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Hipótesis secundaria 02:

H 1-2 Analizando las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios se propondrá la guía.

H 0-2 Analizando las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios NO se propone la guía.

Se analizó la Regulación Aeronáutica del Perú (RAP) 314 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones de la Dirección General de Aeronáutica Civil la misma que rige para los diseños de aeropuertos y helipuertos. En la RAP 314 no especifica cual es método a usar para realizar el diseño de un pavimento de aeropuertos, pero si especifica que una vez hallado la estructura del pavimento se notificará mediante el método de PCN-ACN. En el análisis del ítem 5.3.2 especificamos que en las referencias de las normas actualizadas se encuentra los siguientes libros técnicos: Doc. 9157-AN/901 MANUAL DE DISEÑO DE AERÓDROMOS, AC 5320/6G, AC 5320/6F, AC 5320-10, que están basadas en normas americanas de uso internacional y es por ello que nuestra propuesta de guía se basa en estos documentos.

Bórquez, M (2014), Diseñó la estructura de pavimento de la pista del aeródromo de Panguipulli ubicada en Chile, aplicando el programa FAARFIELD establecida en las normas americanas.

Delgado y Quispe (2017), Diseñó el pavimento de un aeropuerto siguiendo los lineamientos de la FAA; aplicando el programa FAARFIELD.

Roel, K (2016), Diseñó el pavimento de un aeropuerto internacional de Pisco aplicando el método de la AC 150/5320 6D de la FAA y el programa FAARFIELD.

De la misma manera en el artículo de Torres, L. llamado “Comparación de los resultados y aplicación del programa FAARFIELD 1.305, indicando que el uso del programa es muy fácil usarlo y tiene resultado precisos siempre y cuando cuentes con toda la información necesaria.

Por lo tanto, se valida la hipótesis alterna H1-2 y se rechaza la hipótesis nula H0-2.

Hipótesis secundaria 03:

H 1-3 Validando la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible será aplicable en el aeródromo privado Walter Braed-Segu.

H 0-3 Validando la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible NO será aplicable en el aeródromo privado Walter Braed-Segu.

En base a la guía propuesta de diseño de pavimento aeroportuario, y con los datos del estudio de suelos, operaciones de aeronaves del aeródromo privado Walter Braed Segu, ubicada en Punta Sal se aplicó el programa FAARFIELD para el diseño del pavimento.

Se inició con la aplicación de la guía, analizando las cargas de las aeronaves que operan en el aeródromo para que de esta manera se pueda encontrar el peso máximo de despegue, la que se encuentra en el tren principal un 95% del peso, también será útil obtener el valor CBR de la subrasante, la cual servirá para encontrar el valor del factor de daño acumulado CDF que el programa FAARFIELD analiza.

De esta manera se comprobó un diseño de pavimento en aeropuertos con aplicación de la guía propuesta en la presente tesis.

Por lo tanto, se valida la hipótesis alterna H1-3 y se rechaza la hipótesis nula H0-3.

El análisis de los sílabos y las curriculas de las universidades demuestran que los pavimentos aeroportuarios no son tomados en cuenta.

Las normas para diseño de pavimento aeroportuarios están basadas en las normas internacionales de la OACI y de la FAA.

Al existir un vacío en la enseñanza de pavimento aeroportuarios se presenta la necesidad de tener una guía para el diseño de pavimentos aeroportuarios por lo que se propone la guía del anexo 3.

Se aplicó la guía para el caso de un aeródromo en Punta Sal demostrando su aplicación y utilidad.

Por lo tanto, se valida la hipótesis general de la propuesta de una guía de diseño para pavimento aeroportuario.

CONCLUSIONES

1. Se propuso una guía de diseño para determinar un pavimento flexible aeroportuario usando los circulares de asesoramiento de la Administración Federal de Aviación (FAA) y la aplicación del programa FAARFIELD.
2. Se revisó y se analizó los sílabos de la currícula de estudio de Ingeniería Civil de las 23 Universidades del país, de las cuales solamente una enseña pavimentos flexibles aeroportuarios lo que demuestra la necesidad de una guía de diseño de pavimentos flexibles en aeropuertos.
3. Se analizaron las normas de infraestructura de transporte aéreo como la Rap 314, el Anexo 14 de la OACI, Doc. 9157-AN/901 MANUAL DE DISEÑO DE AERODROMOS y las Circulares de Asesoramiento de la Administración Federación Aviación, que es la normativa que rige el diseño de pavimentos aeroportuarios. En base a esta documentación se formuló la guía de diseño de pavimentos aeroportuarios.
4. Se validó la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible aeroportuario aplicado en el aeródromo privado Walter Braed-Segu, la cual nos brindó la siguiente estructura: Carpeta asfáltica de 4”, Base granular de 6”, Sub Base de 7.6” sobre un terreno con CBR de 7.1.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Universidad Ricardo Palma organizar cursos de pavimentos aeroportuarios en forma periódica, para que de esta manera sea los estudiantes quienes decidan dentro del abanico de cursos que brinden, y desarrollarse en su vida profesional con un horizonte.
2. Se recomienda la aplicación de la presente guía en diferentes casos para que de esta manera se proceda a validar su aplicación y así ser mejorada.
3. Se recomienda la actualización de la guía en forma periódica conforme la OACI vaya actualizando sus documentos.
4. Se recomienda tener una continuidad con la presente investigación con relación a la aplicación y actualización de la presente guía.

BIBLIOGRAFÍA

- David, J y Maya, B (2015) Pasantía diseño estructural de pavimentos flexibles aeroportuarios por el método de la FAA.
- Delgado Egoavil, F y Quispe Villaverde, C. (2012). Diseño del pavimento de un Aeropuerto, PUCP,155
- Delgado, F. y Quipe, C.(2012) Diseño del pavimento de un aeropuerto. Tesis para optar el grado de ingeniero civil, Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP.
- Delgado, J. y Gonzales, J.(2019) Diseño del pavimento en el área de movimiento del aeropuerto Morrope-Lambayeque. Tesis para optar el grado de ingeniero civil, Universidad Señor de Sipán USS.
- Federal Aviation Administration - FAA (1978) AC 150/5320-6D, Airport pavement design and evaluation. Estados Unidos.
- Federal Aviation Administration - FAA (1978) AC 150/5320-6F, Airport pavement design and evaluation. Estados Unidos.
- Federal Aviation Administration - FAA (1978) AC 150/5320-6G, Airpor pavement design and evaluation. Estados Unidos.
- Gonzales, J.R.Q. (2013) Metodología de la Administración Federal de Aviación ara el diseño de estructuras de pavimento flexible para aeropuertos. Ingenio Magno, I(1)
- Heronjess, R (1975) Planificación y diseño de aeropuertos. Segunda Edición. Estados Unidos. Mc Graw-Hill.
- Huang, Yang (2004) Pavement analysis and design. Segunda Edición Universidad of Kentucky.
- Jorge Bertran, M.E (2014) Diseño de la estructura de pavimentos de la pista del aeródromo de Panguipulli 89. Retrieved from.
- Organización Internacional de Aviación Civil (1983) Manual de diseño de aeródromos- Parte 3, Pavimentos. Segunda edición, Canadá.
- Organización Internacional de Aviación Civil (2006) Manual de diseño de aeródromos- Parte 2, calles de rodaje, plataforma y apartados de espera. Cuarta edición, Canadá.
- Ormeño Lujano, A. (2016) Comportamiento Mecánico de mezclas asfálticas en caliente, empleando cal, en los aeropuertos del sur del Perú, 193.
- Quintero Gonzales, J.R (2009) diseño de estructuras de pavimentos flexibles para aeropuertos.

Roel, C.(2018) Diseño del pavimento de un aeropuerto internacional de Pisco. Tesis para optar el grado de ingeniero civil, Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP.

Silva, H.(2011) Estudio de ingeniería mejoramiento del aeródromo de Breu-ucayali, Tesis para optar el grado de ingeniero civil, Universidad Ricardo Palma URP.

ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de consistencia

Problema Problema general	Objetivos Objetivo general	Hipótesis Hipótesis general	Variables V. Indep.	Dimensiones	Indicadores	Indices	Instrumento
¿cómo la propuesta de guía determinará el diseño del pavimento flexible aeroportuario utilizando los circulares de asesoramiento de la faa?	Proponer una guía de diseño para determinar un pavimento flexible aeroportuario utilizando los circulares de asesoramiento de la administracion federal de aviacion (faa), año 2021	La propuesta de la guia de diseño determina el pavimentos flexible aeroportuario.utilizando los circulares de asesoramiento de la administracion federal de aviacion (faa)	Guía de diseño V. Depend.	Normas procedimientos (procesos) Suelos aeronave de diseño estudio metereologico modelo de diseño resistencia del pavimento presion de neumaticos arquitectura	Ca 5320-6f ca 5320-6g anexo 14 rap 314 Cbr farfield 2.0 temperatura mix de aeronaves pcn (agregados) presion planos (parametros)	Visual % " pulg. C° operaciones und mpa	Circulares de asesoramiento de la faa Norma n° 2530 manual de farfield norma meterologica manual de farfield
Problema específico 1 ¿consideran los silabus de la curricula de estudio de ingenieria civil de las universidades del pais para determinar la	Objetivo específico 1 Revisar los silabus de la curricula de estudio de ingenieria civil de las universidades del pais para determinar la	Hipotesis específico 1 Revisando los silabus de la curricula de estudio de ingenieria civil de las universidades del pais se determinará la necesidad de una guia	V. Indep. Silabus V. Depend.	Geometria normativa arquitectura pavimentos señalizacion	Pista aterrisaje oaci -rap 314 lado aire pavimetnos flexible umbral de pista	Visual	Contenido de silabus

necesidad de una guía?	necesidad de una guía		Guía de diseño pavimentos aeroportuarios	Normas procedimientos (procesos)	Ca 5320-6f ca 5320-6g anexo 14 rap 314	Visual	Circulares de asesoramiento de la faa
Problema específico 2	Objetivo específico 2	Hipotesis específico 2	V. Indep.				
¿se podrá analizar las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios para proponer la guía?	Analizar las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios para proponer la guía	Analizando las normas de diseño de pavimentos flexibles aeroportuarios se propondrá la guía	Normas de diseño	Ca 5320-6f ca 5320-6g anexo 14 rap 314	Ca 5320-6f ca 5320-6g anexo 14 rap 314	Visual	
			V. Depend.				
			Guía de disiseño pavimentos aeroportuarios	Normas procedimientos (procesos)		Visual	Circulares de asesoramiento de la faa
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipotesis específico 3	V. Indep.				
¿como se validará la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible aeroportuario ?	Validar la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible aeroportuario aplicado en el aerodromo walter braed-segu - demostrar su valides	Validando la propuesta de guía de diseño de pavimento flexible será aplicable en el aerodromo privado walter braed-segu	Guía de diseño aplicable	Normas procedimientos (procesos)	Ca 5320-6f ca 5320-6g anexo 14 rap 314	Visual	Circulares de asesoramiento de la faa
			V. Depend.				
			Pavimento flexible aeroportuario	Suelos aeronave de diseño estudio metereologico modelo de diseño resistencia del pavimento	Cbr farfield 2.0 temperatura mix de aeronaves pcn-acn	% " pulg. C° operaciones und	Norma n° 2530 manual de farfield norma meterologica manual de farfield

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°2: Guía de Diseño de Pavimento Aeroportuario

GUIA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS AEROPORTUARIO

ELABORACION DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

AEROPORTUARIO

INDICE

INTRODUCCION.....	3
CAPITULO I: PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS	4
1.1 Tipos de pavimentos.....	4
1.2 Estructura del pavimento.....	4
1.3 Resistencia a la fricción.....	6
CAPITULO II: EVALUACION Y ESTUDIO DE SUELO	7
2.1 Generalidades	7
2.1.1 Suelo	7
2.1.2 Sistema de clasificación.....	7
2.1.3 Sub-Rasante de apoyo.....	7
2.1.4 Condiciones del suelo	8
2.1.5 Inspección y muestreo	8
2.1.6 Ensayo de suelos.....	10
2.1.7 Estabilización de subrasante	14
III. EVALUACION DE CARGAS	17
3.1 Generalidades	17
3.1.1 Carga.....	17
3.1.2 Tipo y geometría del tren de aterrizaje	17
3.1.3 Volumen de tráfico	19
IV. DISEÑO DE PAVIMENTO FAA.	24
4.1 Generalidades	24
4.2 Pavimentos flexibles.....	24
4.2.1 Pavimentos de asfalto de espesor total (full-depth asphalt pavements)...	24
4.2.2 Base estabilizada.....	24
4.2.3 Capa de drenaje.....	24
4.2.4 Compactacion de la subrasante.....	25
4.3 Vida de diseño del pavimento	25
4.3.1 Requisitos de pavientos usando faarfield.....	25
4.3.2 Factor de daño acumulativo (cdf)	25
4.3.3 Version faarfield	26
4.3.4 Consideracion de trafico de aeronaves	26
4.3.5 Diseño de pavimentos flexible.....	33

4.3.6 Pasos para realizar el diseño de pavimentos en FAARFIELD 35

INTRODUCCION

El objetivo de la presente guía consiste en ofrecer las directrices para la evaluación de pavimentos aeroportuarios siguiendo los lineamientos de la OACI, la AC 5320-6G, y el Doc. 9157-AN/901.

Esta guía de diseño de pavimento aeroportuario está basado en la teoría esfuerzos elásticos multicapa para el caso de pavimentos flexibles y en teoría tridimensional de elementos finitos para pavimentos rígido.

Estos pavimentos se diseñan y se construyen de tal manera que se pueda proporcionar el soporte adecuado para distribuir las cargas que se impongan por las aeronaves y de esta manera producir una superficie firme, estable resistente a la fricción durante un tiempo de vida estimado en cualquier condición climática.

Las teorías están basadas en la influencia de las configuraciones de los trenes de aterrizaje así como también en los pesos máximos de despegue; esta evaluación se hizo con pruebas realizadas en pavimento a escala real en la Instalación Nacional de Ensayos de Pavimentos de Aeropuertos de la FAA (National Airport Pavement Test Facility – NAPTF), luego la FAA desarrolló el programa de computadora “Diseño de capa elástica iterativo de pavimentos flexible y rígido” denominado FAARFIELD (Rigid and Flexible Iterative Elastic Layer Design).

CAPITULO I: PAVIMENTOS AEROPORTUARIOS

1.1 Tipos de pavimentos.

En el proceso de esta guía se hablará de pavimentos flexibles básicamente, sin embargo, se tomará en cuenta algunas acotaciones para pavimentos rígidos.

Pavimentos flexibles, este tipo de pavimentos es aquella combinación de capas inferiores y superiores soportada por una sub-rasante donde la capa principal es mezcla de asfalto en caliente (en adelante HMA, por sus siglas en ingles) y P-401/403 que son las especificaciones referidas al pavimento flexible.

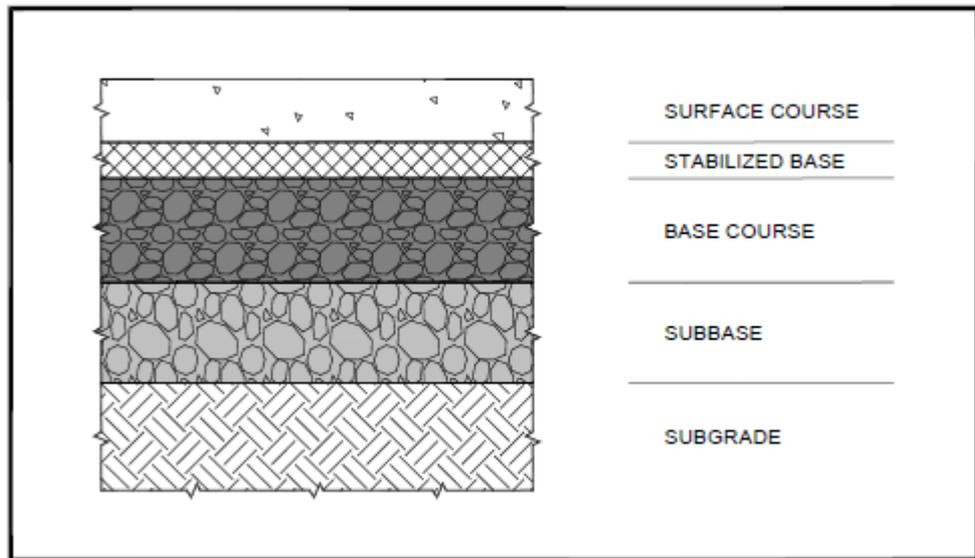
Pavimentos rígidos, estos pavimentos son aquellos en donde la resistencia a las cargas ejecutadas son resueltas por la losa de concreto de cemento Portland (en adelante PCC) y P-501 esta última como especificación referida al PCC, ubicada en la parte superficial de la estructura.

1.2 Estructura del pavimento

El pavimento de aeropuertos consiste en una estructura de pavimento convencional con capa superficial o de rodadura, capa base, capa sub-base y una sub-rasante, así como se muestra en la Fig.1, acto siguiente en la Tabla 1 se describe las características de cada capa, el cual el programa FAARFIELD los reconoce como tal.

- 1) La capa de superficie o de rodadura pueden contener Cemento Portland (desde ahora PCC, Portland Cement Concrete) y/o mezcla de asfalto en caliente (desde ahora HMA, Hot-Mix Asphalt).
- 2) Las capas Bases técnicamente se dividen en dos clases: No estabilizadas y estabilizadas.
 - a. Bases no Estabilizadas; son agregados triturados y sin triturar.
 - b. Bases Estabilizadas; son agregados triturados y sin triturar pasados por una estabilización con asfalto o cemento.
- 3) Las capas Sub-Bases agregado granular que pueden ser no estabilizadas o estabilizadas.
- 4) La cada Subrasante es el terreno natural o modificado.

Fig. 1 Estructura del pavimento



Fuente: FAA AC 5320-6G

Tabla 1 Especificaciones típicas para las capas de pavimento¹

CAPA DE PAVIMENTO	ESPECIFICAICON PAVIMENTO
Capa superficial	P-501/P-401 ² /P-403 ²
Capa de base estabilizada	P-401/403 P-304 ³ P306 ³ P-307 ³
Capa de base	P-207 ⁷ P-208 ⁴ P-209 ⁷ P-210 P-211 ⁷ P212 P219 ⁶ P220 ⁵
Capa de sub-base	P-154 P-213 ⁵
Sub-rasante	P-152

	P-155
	P-156
	P-157
	P-158

Notas:

1. Los estándares para especificaciones de construcción de aeropuertos es tomada del AC 150/5370-10 (Standars for Specifying Construction of Airports)
2. Utilice P-404 para ubicaciones que necesiten una superficie resistente al combustible.
3. Tenga cuidado con P-304, P-306 o P307, todos son susceptibles de provocar grietas reflectantes.
4. P-208, capa base de agregado limitado a cargas máximas de hasta 60 000 libras.
5. No se recomienda el uso de P-213 y 220 donde se anticipe la penetración de escarcha en la subbase.
6. P-219, Capa base de agregado de concreto reciclado, la calidad de los materiales y la gradación determinan el desempeño de P-219.
7. P209 / P211 / P207 se puede utilizar como base estabilizada cuando las pruebas de laboratorio geotécnicas indican que tienen CBR> 100.

1.3 Resistencia a la fricción

Todo pavimento aeroportuario debe estar proporcionado con una capa en la superficie resistente a la fricción y tenga una adherencia con los neumáticos de las aeronaves en cualquier condición de clima. Se deberá revisar el AC 150/5320-12, Medición, Construcción y Mantenimiento de Superficies de Pavimento para Aeropuertos Resistentes a Deslizamientos o Fricción, (Measurement, Construction, and Maintenance of Skid Resistant Airport Pavement Surfaces), para obtener información sobre superficies resistentes al deslizamiento o fricción.

CAPITULO II: EVALUACION Y ESTUDIO DE SUELO

2.1 Generalidades

2.1.1 Suelo

Para propósitos de ingeniería, el suelo incluye depósitos totalmente naturales que se pueden mover y manipular con equipo de movimiento de tierra, sin requerir voladuras o rasgadas. El perfil del suelo es la disposición vertical de capas de suelo individuales que exhiben propiedades físicas distintas. El suelo de la subrasante es la capa de suelo que forma la base de la estructura del pavimento; es el suelo directamente debajo de la estructura del pavimento.

Las condiciones del suelo subterráneo incluyen la elevación del nivel freático, la presencia de estratos que contienen agua y las propiedades de campo del suelo.

Las propiedades del campo incluyen la densidad, el contenido de humedad, la susceptibilidad a las heladas y la profundidad típica de penetración de las heladas.

2.1.2 Sistema de clasificación

La FAA en sus circulares de asesoramiento hace uso del ASTM D 2487, Sistema Unificado de Clasificación de suelos, en inglés Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)” y de esta manera poder clasificar los suelos para el pavimento aeroportuario, tanto para aeródromos civiles como aeródromos comerciales.

2.1.3 Sub-Rasante de apoyo

El terreno natural es la subrasante la cual proporciona el debido soporte definitivo para la estructura del pavimento y las cargas que se vayan aplicar en ella. Un pavimento su principal función es la de distribuir las cargas aplicadas a la subrasante sobre un área mucho más grande que el área que ocupa el impacto y continuidad de las ruedas de las aeronaves.

El diseño para la capacidad portante de la subrasante se debe realizar con un criterio conservador, de esta manera de garantiza que la sub-razante sea estable. La FAA en sus circulares de administración recomienda usar un valor que sea una desviación estándar por debajo de la media, si el CBR es menor de 5, es posible que sea necesario mejorar esta subrasante a través de una

estabilización, si el CBR es menor a 3 se requiere mejoramiento de la subrasante mediante estabilización y/u otros medios.

2.1.4 Condiciones del suelo

a) Sector de investigación;

La evaluación del tipo y las propiedades de los suelos debe ser parte fundamental del proyecto. La investigación determina tanto las propiedades físicas y su distribución de los diferentes tipos de suelo que se encuentran a los límites del aeródromo, también combinado con el estudio de topografía del área, más los datos del clima proporcionaran la información necesaria para que de esta manera se pueda obtener una correcta estructura de pavimento. Los ensayos in situ son muestras del suelo que por lo general incluirán como resultado el perfil del suelo y sus propiedades.

b) Procedimiento

Los procedimientos a seguir serán en acorde a la norma ASTM D 420 Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes, usado para procedimientos, topografía y técnicas para obtener muestreo. En campo la norma que rige en el los circulares de asesoramiento de la FAA es el ASTM D 2488 tandard Practice for Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedures), usado principalmente para identificar las características de un suelo tanto en color, estructura, compacidad, cementación, textura, consistencia y composición químicas, entre otros.

2.1.5 Inspección y muestreo

Perforaciones del subsuelo y testigos del pavimento existente.

El primer paso es realizar una exploración en donde se visualice las condiciones del sub-suelo y de esta manera poder de alguna manera determinar la extensión y cantidad de los tipos de suelo. Para terminar el perfil del suelo o roca y su extensión se usa las perforaciones.

Los siguientes pasos para caracterizar el sub-suelo incluyen:

a) Ensayos no destructivos (en adelante NDT, Nondestructive testing);

Estos ensayos se usan para evaluar la resistencia de la sub-rasante y apoya ubicando las perforaciones del suelo.

b) Ensayos de Penetrómetro dinámico de cono. (DCP, Dynamic Cone Penetrometer), en acorde al ASTM D 6951, Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications, son aquellos ensayos que proporcionan una estimación rápida de la resistencia de la sub-rasante con respecto al DCP y CBR. Extraer testigos sirve para brindar información del pavimento existente, y se recomienda que por muestra que se obtenga fotografías a color de cada capa de pavimento para posteriormente incluirlo en el informe geotécnico.

Numero de perforaciones, ubicación y profundidades

Para determinar y localizar las diferentes variaciones del suelo, estas deberán ser la suficientes como tener su ubicación, profundidad y la cantidad de perforaciones, esta experiencia puede variar si el campo lo amerita o si el ingeniero especialista requiera más muestras o que estas sean mucho más profundas y así realizar el diseño adecuado, ubicación y procedimiento de construcción. Los criterios para el numero de perforaciones, profundidad y ubicación se observa en la Tabla N°2.

Tabla N°2 Espaciado y profundidad típicas de perforaciones subsuperficial

AREA	SEPARACION	PROFUNDIDAD
Pistas, calles de rodaje y líneas de rodaje.	Aleatorio a través del pavimento en intervalos de 60m	Zona de corte – 3m por debajo de la rasante Zonas de relleno- 3m por debajo del terreno
Otras áreas de pavimento	1 perforación cada 930 m ² de área	Zona de corte – 3m por debajo de la rasante Zonas de relleno – 3m por debajo del terreno
Áreas de préstamo	Suficientes ensayos para definir claramente el material de préstamo	Hasta la profundidad de la excavación de préstamo.

Fuente: FAA AC 5320-6F

Nota:

1. La profundidad de las perforaciones deberá ser suficiente para determinar si la consolidación y/u planos de deslizamiento impactaran la estructura.

Registro de perforaciones

Los registros de perforaciones deberán de contener la ubicación de dicha perforación, fecha en la que es realizada, tipo de exploración, elevación de la superficie, profundidad de los materiales, el número que identifica la muestra, que clasificación es la que tiene ese material, nivel freático, y resistencia a la penetración estándar. La norma que los circulares de asesoramientos de la FAA usan para la presente guía es ASTM D 1586 Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split Barrel Sampling of Soils. Una vez realizada la extracción de las muestras, estas deberán ser llevadas a un laboratorio para determinar las propiedades físicas. Por otro lado, las muestras realizadas in situ, como: humedad, densidad, resistencia al corte, consolidación, etc deberán requerir que la muestra sea de núcleos inalterados respetando la norma ASTM D 1587 Standard Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Fine-Grained Soils for Geotechnical Purposes.

Ensayo In-Situ

Se debe realizar con muestras inalteradas y se pueden requerir excavaciones a cielo abierto, pozos o quizás ambos.

Cantidad de testigos

Para evaluar el pavimento existente, las características, fatiga y/o fallas, la cantidad de testigos deberán ser las suficientes para concretar estos resultados., Estos ensayos ayudan a determinar el grado de rehabilitación y podrá determinar que tipo de construcción sea la necesaria para corregir la falla.

2.1.6 Ensayo de suelos

Requisitos de ensayos de suelos.

El responsable de designar los ensayos necesarios es el ingeniero geotécnico y deben seguir las siguientes normativas que los circulares de asesoramiento recomiendan las cuales son:

1. ASTM D 421 *Procedimiento Normalizado para la Preparación en Seco de Muestras de Suelo para el Análisis del Tamaño de Partículas y la Determinación de las Constantes del Suelo*. Esta norma nos indica un procedimiento para muestras de ensayo de

plasticidad y dimensión de partícula para ensayos de muestras secas al aire.

2. ASTM D 422 *Ensayo Normalizado para el Análisis del Tamaño de Partícula de los Suelos*. Esta norma nos indica un análisis para determinar la cuantitatividad de los tamaños de partícula de suelos.
3. ASTM 4318 *Ensayos Normalizados para Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos*

El contenido de humedad más bajo está definido por los límites líquidos y plásticos de un suelo ensayado, evaluando que tanto cambia un suelo en estado semi-sólido a plástico, o de sólido a líquido. Recordando las clases de mecánica de materiales decimos que el índice de plasticidad es sino la diferencia entre límite plástico y líquido numéricamente hablando, y dicho resultado indicará el rango que tiene el contenido de humedad sobre el cual un suelo cambia de estado plástico a líquido. La norma usada para para el límite líquido y plástico es la ASTM D 2487 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Relación Densidad-Humedad en suelos.

Para el ensayo de compactación se usarán lo siguientes normas, estas se utilizan para determinar la relación humedad-densidad de los suelos:

1. Pavimentos con cargas mayores a 27.2Kg (60000 Libras); se usa la norma ASTM D 1557 Métodos de ensayo Normalizados para Características de Compactación en Laboratorio de Suelo Usando la Carga Modificada.
2. Pavimentos con cargas que menores a 27.2Kg (60000 Libras), se usa la norma ASTM D 698 Métodos de Ensayo Normalizados para Características de Compactación en Laboratorio de Suelos Usando Carga Estándar.

Resistencia del suelo.

La clasificación del suelo es con fines ingenieril para indicar la capacidad del suelo como sub rasante, sin embargo, no es la información completa para indicar como es que este suelo se vaya a comportar.

Las consideraciones para realizar un diseño y así misma evaluación de un pavimento esta en los materiales que conforman la sub-rasante, estas deberán tener una resistencia adecuada o módulo de elasticidad. En FAARFIELD se usa el módulo elástico (E), y esta los calcula internamente el programa.

En pavimentos flexibles la resistencia de la sub-rasante se analiza a través del CBR. El módulo elástico se estima desde la siguiente formula:

$$E = 1500 \times CBR$$

Donde E, se encuentra en PSI o,

$$E = 10 \times CBR$$

Donde E, se encuentra el MPa o

$$MR = 2.555 \times CBR^{0.64}$$

Esta fórmula es de la AASHTO 2002, Guía de diseño.

En pavimentos rígidos, la resistencia de la sub-rasante se analiza a través idealmente con el ensayo de plato de carga, el cual nos arroja un valor “k” quien sería el módulo de reacción. El módulo elástico se estima desde la siguiente formula:

$$E = 20.15 \times k^{1.284}$$

Donde E y k se encuentra en PSI.

En caso no exista los valores suficientes para la formula descrita anteriormente se tendrá que usar el valor del CBR usando la formula del párrafo anterior.

- a) Índice de Penetración de California (California Bearing Ratio – CBR)

Este ensayo es una prueba de penetración que se realiza con una velocidad de deformación constante, siendo así que se reconoce la carga necesaria para producirse una penetración en el material en comparación de una piedra caliza triturada y normalizada, es decir; si un suelo tiene un CBR de 10, lo que significa es este suelo te puede ofrecer que el 10% de su resistencia a la penetración de una piedra caliza normalizada.

La norma que rige este ensayo en laboratorio es con la ASTM D 1883 Método de Ensayo Estándar para Índice de Penetración California (CBR) de Suelos Compactados en Laboratorio.

La norma que rige este ensayo en campo es con la ASTM D 4429 Método de Ensayo Estándar para CBR de Suelos In-Situ.

1) CBR en Laboratorio

Estos ensayos son realizados a materiales que se obtienen en un lugar y remodelados a una densidad la cual se necesitará para la construcción.

2) CBR in-situ

Estos ensayos en campo nos brindan la información del suelo que ha estado en un funcionamiento durante varios años.

3) CBR en Materiales de Grava

Son ensayos con un grado de interpretación difícil, siendo estos ensayos realizados en laboratorio, dando un valor muy elevado. Para materiales de subrasante de grava se le asigna valores de CBR en base a juicio por experiencia.

4) Índice de penetración de roca caliza

Lime Rock Bearing Ratio (en Adelante LBR) se usa para expresar la resistencia de un suelo, este valor se puede convertir en un valor de CBR siemore y cuando el LBR sea multiplicado por 0.8.

5) Cantidad de ensayos de CBR

De 3 a 7 pruebas por cada tipo de suelo diferente.

b) Ensayo Plato de Carga

Este ensayo mide la capacidad de carga que tiene el terreno de fundación, siendo este valor resultado el valor “k” que es una deflexión unitaria en el pavimento. El valor “k” está en unidades inglesas libras por pulgada cúbica (PSI) o en unidades internacionales Mega-Newton por metro cubico.

Este ensayo está basado según la norma AASHTO T 222 Método Normalizado para Ensayo de Plato de Carga Estática no Repetitiva de Suelos y Componentes de Pavimentos Flexibles para su Uso en la Evaluación y Diseño de Aeropuertos y Carreteras. Lo que implica en este método es en la realización de prueba de plato de carga de tipo estática y que no sea repetitiva en componentes de pavimentos flexible y en subrasante.

2.1.7 Estabilización de subrasante

Si la sub-rasante tiene un CBR 5 o 7500 psi puede que sea necesario el mejoramiento de la subrasante ya sea mediante la química, la mecánica, o realizando un reemplazo con un mejor material. Si el CBR es menor a 3 o 7500 psi será necesario mejorar la subrasante realizando estabilización o reemplazando con un mejor material.

La recomendación que se brinda para el mejoramiento de la sub-rasante si se ubica en el lugar puede ser realizado si encuentra las siguientes condiciones:

- Drenaje deficiente
- Drenaje superficial adverso
- Congelamiento
- Necesidad de base de trabajo estable.

También se recomienda que un ingeniero geólogo determine la resistencia a largo plazo se puede obtener si se estabiliza la sub-rasante, de igual manera se recomienda ser conservadores. La FAA recomienda colocar una capa de subrasante estabilizada de 12 pulgadas o 30cm, caso contrario lo que recomiende el ingeniero geotécnico.

Estabilización Química

Los suelos tienen diferentes tipologías y para cada tipología se le ataca con diferentes agentes estabilizadores y de esta manera se obtiene un mejor rendimiento.

Se recomienda las normas para la aplicación de esta estabilización:

- UFC 3-260-02 Manual de Diseño de Pavimentos para Aeródromos (Unified Facilities Criteria (UFC) Manual Pavement Design for Airfields)
- Manual para Construcciones de Suelo Cemento de la Asociación de Cemento Portland (Soil Cement Construction Handbook, Portland Cement Association)
- Manual Básico de Emulsión de Asfalto del Instituto del Asfalto (The Asphalt Institute Manual Series MS-19, Basic Asphalt Emulsion Manual).
- AC 150/5370-10, ítem P-155, P-157 y P-158.

Estabilización Mecánica

No todos los suelos se pueden estabilizar con aditivos químicos. La construcción del pavimento se puede encontrar suelos blandos y estas necesitaran capas intermedias entre los suelos débiles. Estas interfaces se logran con capas de 2-3 pies (60cm – 90cm) de adoquines o roca rodada. También se puede usar capas de concreto pobre como primera capa para esta estabilización mecánica por encima de suelos finos blandos.

Geos sintéticos

Los geos sintéticos son productos fabricados sintéticamente para resolver problemas geotécnicos. Los cuatro productos principales son:

- Geotextiles
- Geomalla
- Geomembranas
- Geocompuestos

El uso de estos geosintéticos será dentro se secciones de pavimentos dependiendo en que condición pueda encontrarse el suelo de la subrasante,

estas condiciones pueden ser escorrentías subterráneas y tipo de agregado de pavimento superficial.

CAPITULO III: EVALUACION DE CARGAS

3.1 Generalidades

Según el Doc 9157-AN/901, parte 3. Manual de Diseño de aeródromos, nos especifica que la Administración Federal de Aviación FAA de los Estados Unidos, adopta que para el método del cálculo y notificación la resistencia del pavimento aeroportuario en función del peso bruto que la aeronave tiene al despegar la pista, y este esfuerzo ejercido por los aviones dependerá de la configuración de los trenes de aterrizaje

3.1.1 Carga.

El método de cálculo para el diseño del pavimento como se describió líneas arriba es en base al peso bruto de la aeronave, la cual para facilidades de cálculo se usa el peso máximo de despegue. Este procedimiento supone que el 95% de este peso bruto es soportada por los trenes de aterrizaje que son llamados principales y que el 5% es soportada por el tren nariz o proa.

3.1.2 Tipo y geometría del tren de aterrizaje

- a) La configuración del tren de aterrizaje determinará como es que se distribuya los esfuerzos generados al contacto de los neumáticos con el pavimento. El espesor de pavimentos tanto flexible como rígidos dependerán de esta distribución y configuración de los trenes de aterrizaje de las aeronaves. La presión de los neumáticos, la zona de contacto de la misma, y la configuración del tren indican que se sigue una tendencia con el peso bruto de la aeronave. Entonces lo que propone el Doc 9157-AN/901 es de plantear hipótesis con criterio y que sean razonables; de esta manera trazar una curva de cálculo, estos supuestos son:

- 1) Aeronave de tren simple

Para este caso no se requiere una hipótesis especial.

- 2) Aeronave de ruedas gemelas

La FAA genera un estudio de la distancia libre entre las ruedas gemelas indicando una dimensión de 20 pulgadas (0.51m) este valor es limitado por ejes de neumáticos, siendo esta razonable para

aeronaves ligeras y caso contrario, para aeronaves más pesadas una distancia libre, entre ejes de los neumáticos, de 34 pulgadas (0.86m).

3) Aeronave con bogie de cuatro ruedas

La FAA genera un estudio de la distancia libre entre las ruedas gemelas indicando una dimensión de 20 pulgadas (0.51m) este valor es limitado por ejes de neumáticos y un espacio entre bogies de 45 pulgadas (1.14m) para aeronaves ligeras, caso contrario, para aeronaves más pesadas una distancia libre, entre ejes de los neumáticos, de 30 pulgadas (0.76m) y entre bogies un espacio libre de 55 pulgadas (1.40m).

4) Aeronaves de fuselaje ancho.

Aeronaves con fuselaje ancho como el B747 y el DC10 o el L-1011, estas naves representan una diferencia muy grande correspondiente a las configuraciones de sus trenes de aterrizaje supuesta para aeronaves de bogie que se desarrolló en el ítem anterior.



Fig. 1. Aeronave Boing 747



Fig. 2. Aeronave DC 10



Fig. 3. Aeronave L 1011

- b) Presión de neumáticos; este valor oscila entre 75 y 200 lb/pulg² (0.52 a 1.38 MPa) en acorde a la configuración de los trenes de aterrizaje y del peso en bruto de la aeronave. La presión de los neumáticos ejerce menos influencia en el pavimento.

3.1.3 Volumen de tráfico

Para este caso es indispensable tener el pronóstico de salidas anuales por tipo de aeronave. Las operaciones de aeronaves se encuentran en los pronósticos de área terminal de los aeropuertos, en el plan maestro y plan anual de cada aeródromo.

Por ejemplo; en octubre de 2019, LAP, quien es el explotador del aeropuerto Internacional Jorge Chávez había desarrollado un nuevo pronóstico de tráfico basado en el uso proyectado del terminal, con una línea de base a partir de 2028. A partir del nuevo pronóstico, el tráfico anual y las tasas de crecimiento han cambiado sustancialmente, ya que se identificaron nuevos aviones que influían en el diseño del pavimento para la tensión en la capa base asfáltica y la subrasante. La nueva línea de base de pronóstico es la siguiente:

Tabla N°3 Pronóstico de tráfico

Tipo de aeronave	Código Grupo ICAO	2028 Salidas diarias Total	2028 Salidas anuales Total
BE-20	A	1	365
LearJet 60	A	2	730
C56X	B	1	365
Cessna C680	B	1	365
Bomb. CL650	B	1	365
Emb. 135	B	1	365
Falcon 900EX	B	1	365
Lockeed L100-20	C	2	730
C27J	C	4	1460
AN-32-B	C-2	1	365
B737-200	C-2	1	365
B737-300	C-2	1	365
B737-400	C-2	1	365
A319	C-3	19	6935
A320	C-3	106	38690
A320 Neo	C-3	182	66430
A321	C-3	8	2920
A321 Neo	C-3	2	730

B737-700W	C-3	1	365
B737-800	C-3	16	5840
B757-200	D	3	1095
B757-200ER	D	1	365
B767-300	D	2	730
B767-300ER	D	3	1095
B767-400ER	D	1	365
A330-200	E	7	2555
A340-600	E	1	365
B747-400F	E	3	1095
B777-200ER	E	2	730
B777-300ER	E	1	365
B787-8	E	7	2555
B787-9	E	11	4015

Fuente: Análisis AECOM, 2019.

Este pronóstico se basa en la suma de los datos diarios de predicción operacional y se extrapola para las operaciones anuales. Las tasas de crecimiento y disminución durante la vida útil del pavimento se extrapolaron entre los totales operativos de 2028 y 2051, y se incluyeron en las ejecuciones de diseño de FAARFIELD.

De la misma manera se realizó las siguientes tablas, las cuales muestran el peso máximo de despegue y la presión de neumáticos por modelo de aeronave, estas son las aeronaves por clave de referencia, las pesadas.

Tabla N°4 Características de la aeronave Código E

Fabricante	Tipo	Peso (T)	Presión de neumático (kPa)
Airbus	A330-200	242,00	1,469
Airbus	A330-300	168,65	1,450
Airbus	A340-300	277,40	1,420

Airbus	A340-600	380,00	1,671
Boeing	B747-200	379,20	1,310
Boeing	B747-400	412,77	1,431
Boeing	B747-8	449,06	1,524
Boeing	B777-200	242,67	1,149
Boeing	B777-300	299,37	1,294
Boeing	B787-8	227,93	1,569
Boeing	B787-9	254,01	1,558
McDonald Douglas	DC-10	264,44	1,220

Fuente: Análisis AECOM, 2019.

Nota: El B747-8 es un avión del Código F. Este avión se agregó para evaluación debido a su inclusión en la mezcla / pronóstico original de la flota de 2016. El B747-8 no se usó para el diseño del pavimento, ya que el A340-600 es el avión más crítico.

Tabla N°5 Características de las aeronaves del Código C

Fabricante	Tipo	Peso (T)	Presión de Neumático (kPa)
Airbus	A320-200	78,00	1,433
Airbus	A319-100	76,50	1,547
Airbus	A321-200	93,50	1,494
Boeing	B737-200 LP (1)	53,29	1,255
Boeing	B737-200 QC (2)	58,32	1,127
Boeing	B737-300	63,41	1,381
Boeing	B737-400	68,18	1,271
Boeing	B737-500	61,82	1,358

Boeing	B737-700	70,31	1,358
Boeing	B737-800	79,24	1,407
Boeing	B737-900	79,24	1,407
Boeing	B737-900ER	85,37	1,517

Fuente: Análisis AECOM, 2019.

Notas:

LP = Baja Presión

QC = Cambio Rápido

CAPITULO IV: DISEÑO DE PAVIMENTO FAA.

4.1 Generalidades

Durante este capítulo se desarrollará el procedimiento empírico -mecánico que se encuentran implementado en el programa de computadora FAARFIELD para realizar la guía de diseño de pavimento de aeropuertos. Con el FAARFIELD ya no existe diferencia entre pavimentos de aeronaves livianas y aeronaves con peso mayores a las 30 000 libras.

FAARFIELD esta programado en base de elementos finitos tridimensionales tanto para pavimentos flexibles como rígidos, así como también se basa en capas elásticas.

4.1.1 Pavimentos flexibles

FAARFIELD usa el método relacionado a la tensión vertical máxima reflejada en la zona más alta de la sub-rasante y deformación horizontal máxima en la zona más baja. FAARFIELD calcula los espesores necesarios para cada capa individual del pavimento flexible (carpeta asfáltica, sub-base y base) las cuales son requeridas para soportar una determinada configuración de tráfico de aeronaves que a someter al aeropuerto.

4.1.2 Pavimentos de asfalto de espesor total (full-depth asphalt pavements)

Este tipo de pavimento contiene concreto asfáltico en todas sus capas se usa para pavimentos que soportan cargas menos a 60 000 libras (27215 Kg). El método de análisis de FAARFIELD para un pavimento de asfalto de espesor total consiste en una estructura de 3 capas la cual la primera capa se encuentra estabilizada con HMA y encima de esta una capa superficial de HMA.

4.1.3 Base estabilizada

Para pavimentos que soporten aeronaves con un peso en bruto mayores a las 10000 libras (45.4 Tn) se requerirá de una base estabilizada. Estas bases estabilizadas FAARFIELD reconoce la P-209, P-208 o P-211.

4.1.4 Capa de drenaje

La guía adecuada para la capa de pavimento con drenaje se encuentra en el AC 150/ 5320-5, diseños para sistemas en subsuelo drenaje.

4.1.5 Compactación de la subrasante

FAARFIELD está programado para determinar las densidades y si están en acorde con el ASTM D 698 o ASTM D 1557 y a la vez estén en función con el peso del avión. Las normas aplicadas para aviones con un peso menor a las 27.2 Tn es con ASTM D 1557 y para aeronaves con un peso mayor a las 27.2 Tn con el ASTM D 1557.

FAARFIELD está basado en requisitos de compactación conceptualmente hablando en el “índice de compactación (CI), esta información se encuentra más detallada en el informe técnico 3-529 “Requisitos de compactación para los componentes del suelo de pavimentos flexibles de aeródromos (1959).

4.1.6 Vida de diseño del pavimento

FAARFIELD contempla a la vida del pavimento como su vida estructural, y esta se relaciona con la cantidad total de cargas cíclicas que se le puede aplicar al pavimento antes que este falle.

La funcionalidad también es parte de la vida estructural del pavimento los cuales los siguientes indicadores sirven para medir dicha funcionalidad como lo son:

- a) Presencia de objetos extraños (FOD)
- b) Resistencia al deslizamiento (fricción)
- c) Rugosidad

LA vida del pavimento para diseños en el Perú se sitúa para una proyección de 20 años.

4.1.7 Requisitos de pavimentos usando faarfield

La guía presentará el uso del software, los cuales son diseños estándares los cuales cumplirán los estándares en pavimentos de aeropuerto.

En FAARFIELD se entiende que todas las capas se encuentran basadas en el AC/150 5370-10 para tipo de material control y construcción. Las especificaciones para HMA y PCC son las P-401/403 y P-501.

4.1.8 Factor de daño acumulativo (cdf)

Se caracteriza por ser una mezcla de tráfico por tipo de aeronave. FAARFIELD no trabaja con avión de diseño o el más crítico, toda vez, que el método CDF designe a las aeronaves que contribuyan con más cantidad de

daño en la estructura. Las operaciones de una sola aeronave para el diseño no es lo mismo que un diseño de mezcla de tráfico a través del método CDF.

4.1.9 Versión faarfield

La versión actual de FAARFIELD se designa Versión 2.0.

4.1.10 Consideración de trafico de aeronaves

Presión de neumáticos y tren de aterrizaje

Como se explicó en el capítulo interior el tren de aterrizaje proporciona una distribución de esfuerzos al pavimento; de la misma manera la presión de neumáticos dependerá mucho de la configuración del tren, así como proporcionalmente al peso bruto. En pavimentos flexibles se contemplan una presión de hasta 254 psi (1.74MPa) la misma que tiene mucha influencia en la deformación de la estructura; en cambio para pavimentos rígidos es muy insignificante, esto es según la información brindada por el AC 5320-6G de la FAA.

La siguiente imagen muestra el efecto que tiene la presión de neumáticos una vez que esta llegue a impactar en el pavimento.

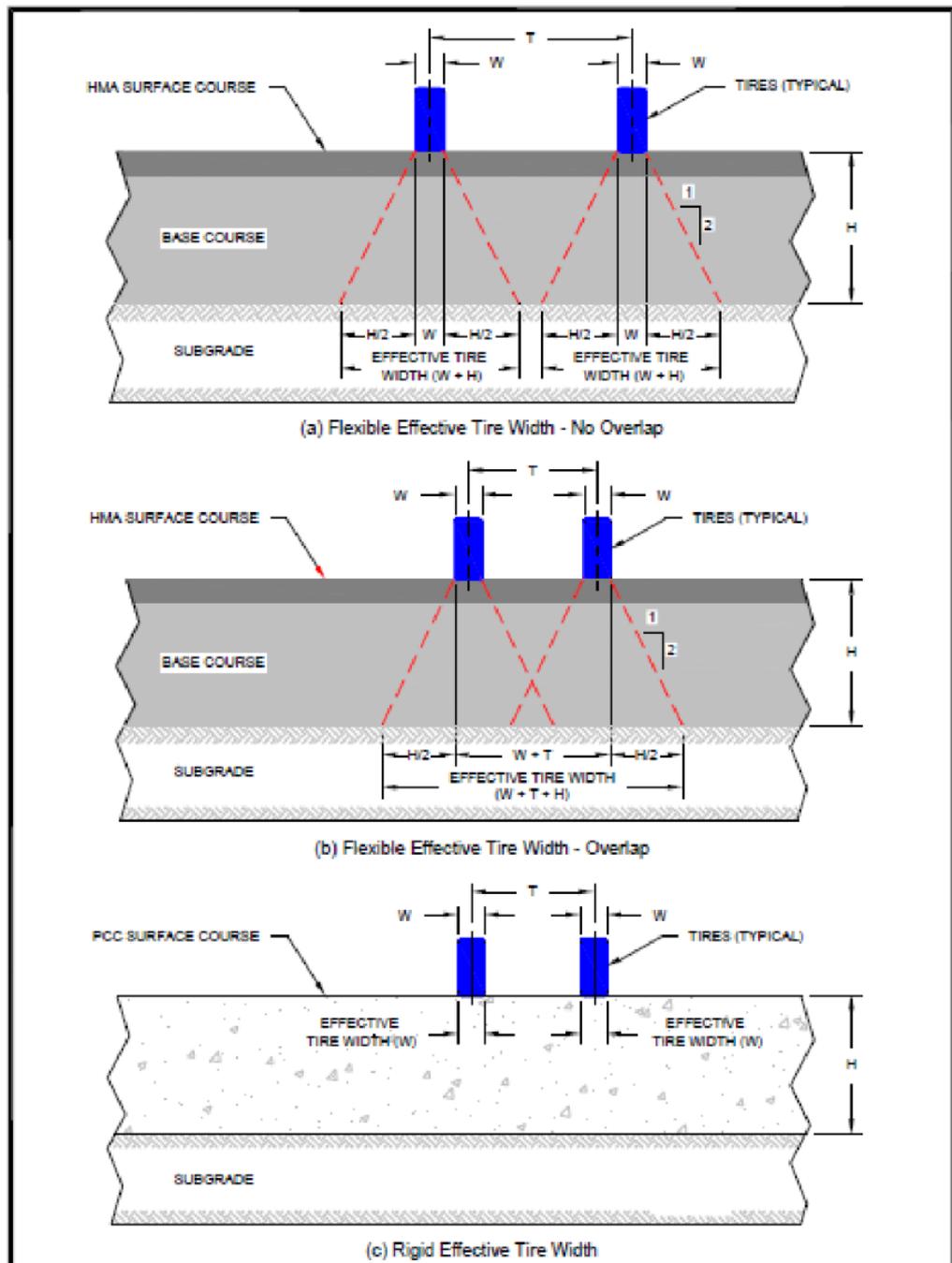


Fig. 4. Ancho efectivo de neumáticos.

Fuente: FAA 5320-6G

Daño acumulativo (cdf)

El programa FAARFIELD analiza a toda la gamma de aeronaves con la que se está diseñando el pavimento determinando el espesor final en base al daño ocasionado por cada avión.

Si el CDF llegar a medir el valor de “1” entonces podemos decir que tiene las condiciones óptimas para el diseño estructural.

Entonces la fática esta en base al CDF la cual está regida por la regla Miner, (esta reemplaza la idea de “aeronave de diseño”), y también es un valor que representa cuánto es que el pavimento ya se encuentra desgastado, lo que nos lleva hablar de vida útil de la estructura.

El CDF se expresa así:

$$CDF = \frac{\text{Numero de repeticiones de cargas aplicadas}}{\text{repeticion de carga adminislbe hasta probocar falla}}$$

O

$$CDF = \frac{\text{operaciones anuales} * \text{vida util en años}}{\frac{\text{pass}}{\text{ratio de cobertura}} * \text{cobertura al fracaso}}$$

O

$$CDF = \frac{\text{Coberturas aplicadas}}{\text{Coberturas al fracaso}}$$

FAARFIELD nos regala en la opción “grafico CDF” una gráfica CDF Vs efectos lateral por cada mezcla de aviones de diseño, así como también un CDF acumulativo.

Realicemos un ejemplo en el programa son los siguientes datos:

Tabla N°6 Ejemplo de espesores de pavimento para grafico CDF.

Espesores	Estructura del pavimento
4”	P-401 HMA Capa de superficie
8”	P-403 Estabilización de capa base
12”	P-209 Capa base de agregado triturado
10”	P-154 Agregado de capa base
	Sub rasante con CBR=5

Diseñado para una mezcla de aeronave siguiente

Tabla N°7. Ejemplo de mix aeronaves para grafico CDF.

AERONAVE	CARGA MAXIMA (Lbs)	OPERACIONES ANUALES
B747-8	990 000	50
B747-8 Belly	990 000	50
B767-200	361 000	3000

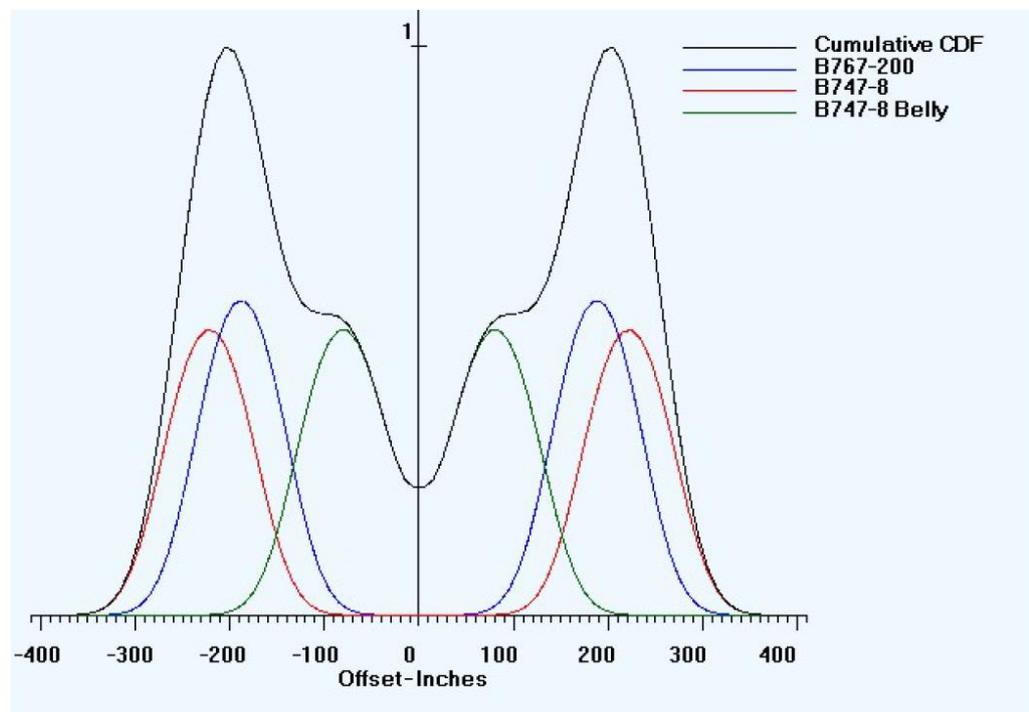


Fig. 5. Curvas CDF para Mix de aeronaves.

Fuente: FAARFIELD 2.0

Vehículos no aeronáuticos

También se tiene que tomar en cuenta que las aeronaves no son los únicos medios de transporte que transita en el aeropuerto, sino también tenemos los vehículos de extinción de incendios, en otros casos esta el camión de remoción de nieves o el camión de combustible y estas pueden hasta en algunos casos aplicar mayor deformación en el pavimento. Este tipo de vehículos no aeroplanos, incluye ejes de camión como en tándem, doble

tándem, uno, dos; y de esa manera se representa el tipo de camión sobre la estructura del pavimento.

Espesores mínimos de cada capa

En la tala N°7 y la tabla N°8 se podrá visualizar los espesores mínimos para las capas de pavimentos tanto flexible como rígido la cual son aplicadas de dependiendo del peso de la aeronave. Sin embargo se debe realizar el análisis de estudio para espesores de pavimentos.

Tabla N°8. Espesores mínimos de pavimento flexible.

Tipo de capa	Especificación de la FAA	Cargas máximas de aeronaves para pavimento Lbs (Tn)		
		<60 000 (27.22)	<100 000 (45.36)	≥100 000 (45.36)
Capa de asfalto ¹	P-401	3"	4"	4"
Base estabilizada ²	P-401 o P-403; P-304 P-306 ³	No requiere	No requiere	5"
Agregado de base triturado ^{4,5}	P-209, P-2011	No requiere	6"	6"
Agregado de base	P-207, P-208, P-210, P-212, P-213, P-219	6"	No requiere	No requiere
Base drenable	P-307, ATPB ⁶	No requiere	6"	6"
Sub- base ^{5,7}	P-154	6"	6"	6"

Fuente: FAA 5320-6G

Notas:

- 1) Se puede usar asfalto de mezcla en caliente resistente al combustible P-404 para reemplazar las 2 pulgadas (75 mm) superiores del P-401 donde se necesita una superficie resistente al combustible estructuralmente, P-404 se consideraba igual que P-401.

- 2) Consulte el párrafo 3.6, Recorrido base estabilizado, para conocer los requisitos y limitaciones.
- 3) El uso de P-304 o P-306 requiere medidas para controlar el potencial de agrietamiento reflectante.
- 4) P-208, P-210, P-212, P-213, limitado a pavimentos diseñados para cargas brutas de 60,000 libras (27,215 1474 kg) o menos o para uso como subbase.
- 5) P-207, P-219 requieren pruebas de laboratorio para establecer si funcionará como base o subbase. Si $CBR > 80$ 1476 puede usarse en lugar de P209, $CBR > 60$ en lugar de P-208. Ambos pueden usarse como subbase debajo de la base estabilizada.
- 6) Ver EB 102 Base permeable tratada con asfalto.
- 7) P154, cuando el espesor estructural de la subbase requerido por FAARFIELD es menor de 6 pulgadas, elimine la subbase en FAARFIELD y calcule el espesor de la base

Tabla N°9. Espesores mínimos de pavimento rígido.

Tipo de capa	Especificación de la FAA	Cargas máximas de aeronaves para pavimento Lbs (Tn)		
		<60 000 (27.22)	<100 000 (45.36)	≥ 100 000 (45.36)
Capa de PPC	P-501 PCC	5"	6"	6"
Base drenable	P-307, ATPB		6"	6"
Base estabilizada	P-401 o P-403; P-304 P-306	No requiere	No requiere	5"
Base	P-207, P-208, P-209, P-210, P-212, P-213, P-219, P-220	No requiere	6"	6"
Sub- base	P-154	6"	Según sea necesario para las heladas o para crear una plataforma de trabajo.	Según sea necesario o para las heladas o para crear una

				plataforma de trabajo.
--	--	--	--	------------------------

Fuente: FAA 5320-6G

- 1) Utilice un grosor máximo de FAARFIELD con una precisión de 0,5 pulgadas (10 mm) o un grosor de capa mínimo
- 2) Se puede utilizar cualquier material base como subbase.
- 3) P-207, P-219 requieren pruebas de laboratorio para establecer si funcionará como base o subbase. Si CBR > 80 1486 puede usarse en lugar de P209, CBR > 60 en lugar de P-208. Ambos pueden usarse como subbase debajo de la base estabilizada.
- 4) Ver EB102, Capa base permeable tratada con asfalto. 1489

Secciones típicas

Se recomienda usar secciones uniformes a lo largo del ancho del pavimento. Si bien es cierto las cargas se concentran al centro de la pista, esto puede generar reducción de material de agregados, sin embargo realizar secciones variables puede ser más caro debido al proceso constructivo complejo que sería.

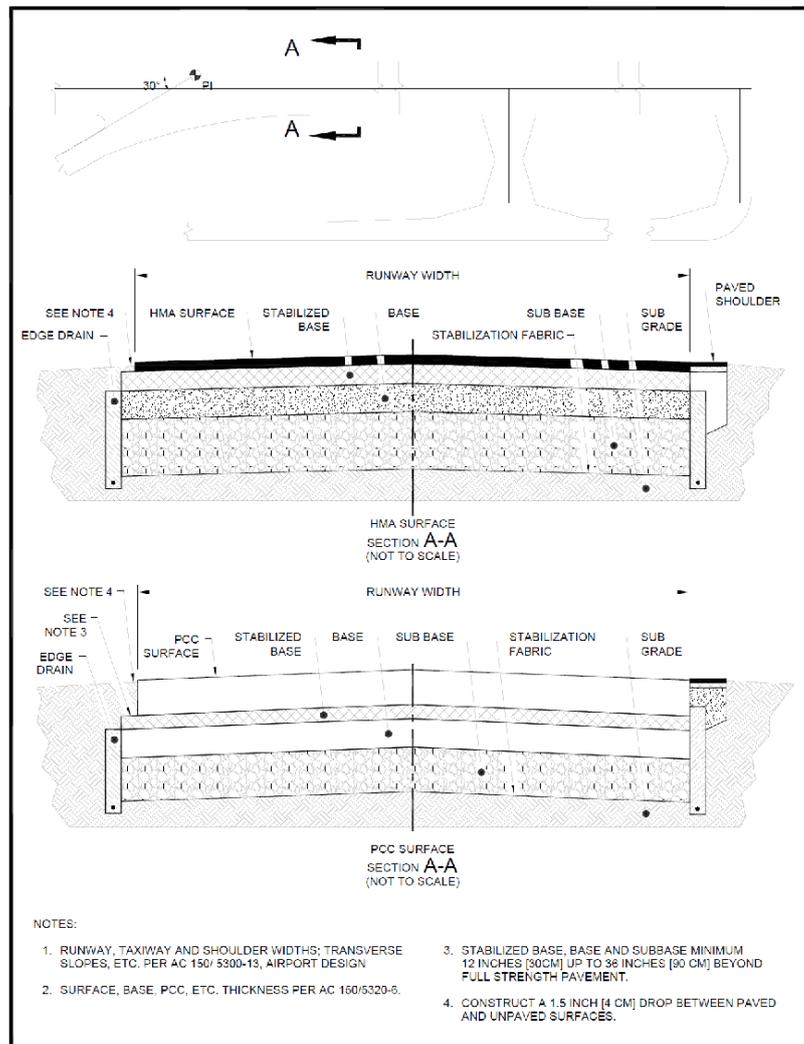


Fig. 6. Vista en planta y elevación de la sección del pavimento.

Fuente: FAA 5320-6G

4.1.11 Diseño de pavimentos flexible

Los pavimentos flexibles son mezclas de asfalto en caliente HMA colocados por encima de una base y sub-base protegiendo de esta manera la sub-rasante, así mismo protegiéndose una capa con otra.

Mezcla de asfalto en caliente (hma)

La carpeta asfáltica impide penetración de fluidos como el agua hacia la sub-rasante. La textura de la carpeta asfáltica debe estar compuesta por aglutinante y mezcla de agregados. EL HMA que reconoce el programa es el artículo P-401.

Este tipo de especificación (P-401) es para pavimentos que soporten aviones mayores a 12 500 lb; el cambio la especificación P-403 es para pavimentos que soporten aviones que pesan menos de 12 500 lb.

Se recomienda usar el FAA AC 150/5370-10 acerca de los ítem P403 y P401 para una mejor interpretación.

Para proporcionar superficies resistentes a solventes se puede usar la especificación P-601 en áreas donde ocurren derrames de combustible, algún fluido hidráulico o cualquier solvente.

Capa base

La compactación, espesor y calidad de la puesta de la capa en cuestión debe prevenir y evitar las fallas en las capas sub siguientes, las que actúan como soporte.

Como se especificó en el capítulo II, la clasificación de base es estabilizada y no estabilizada, por lo que decimos que si la estructura del pavimento está sometida a cargas de aeronaves mayores a 100 000 libras o 45.4Tn se necesitara de una base estabilizada. A continuación, se muestra cuáles son las especificaciones usadas por el programa FAARFIELD para base estabilizadas: P-401, P-403, P-306 y P304.

Y para las no estabilizadas son: La P-209, P-208, P-219, P211. El P-208 se limita para pavimentos sometidas a cargas brutas de 60 000 libras.

Base granular

FAARFIELD considera como base granular estándar la especificación P-209 que es una base granular con material triturado y la P-208 es netamente una base granular.

Subbase

Se requiere una sub-base con CBR 20. La capa sub-base que FAARFIELD lo toma como estándar es la P-154. También se usa las capas sub-base :P-154, P-210, P-213, y P-301, los P-213 o P-301 son capa sub- base que no se recomienda colocar en áreas donde haya heladas.

Sub-rasante

En acorde a las propiedades, densidad y contenido de humedad es que la capacidad de un suelo tiene para resistir a las deformaciones y al cizallamiento.

La especificación del P-152, abarca tanto la calidad como la construcción de la densidad del suelo que será la sub-rasante.

En FAARFIELD se recomienda lo siguiente: Ingresar una capa definida por el usuario inmediatamente arriba de la subrasante. Antes de diseñar la estructura.

4.1.12 Pasos para realizar el diseño de pavimentos en FAARFIELD

El diseño de pavimento con FAARFIELD es un proceso iterativo para el diseño flexible y rígido.

Paso 1: Desde el inicio, crea un nuevo trabajo (new job) y agrega las secciones básicas para analizar.

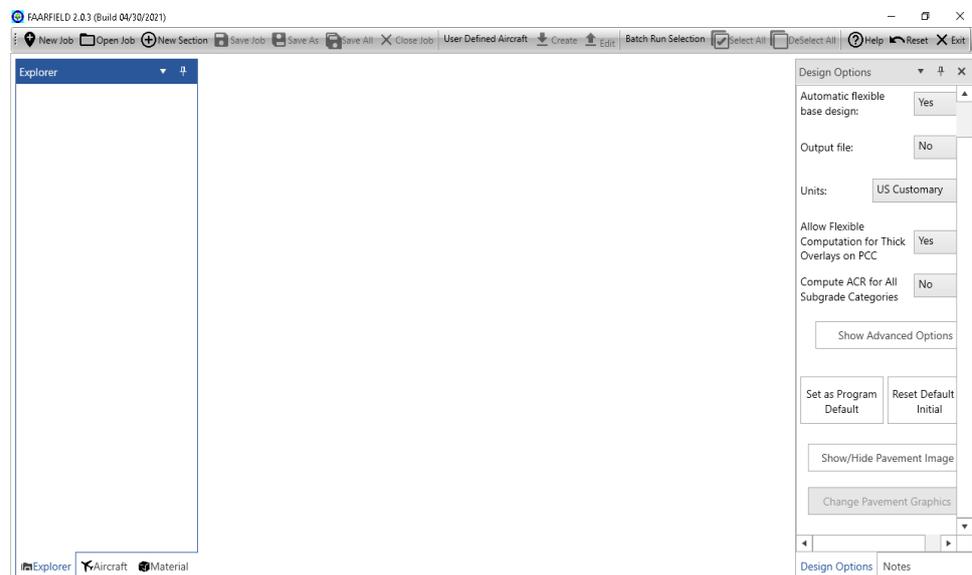


Fig. 7. Pasos para crear pavimento flexible.

Fuente: FAARFIELD

Paso 2: Desde Estructura (Structure), modifique la estructura del pavimento que se analizará.

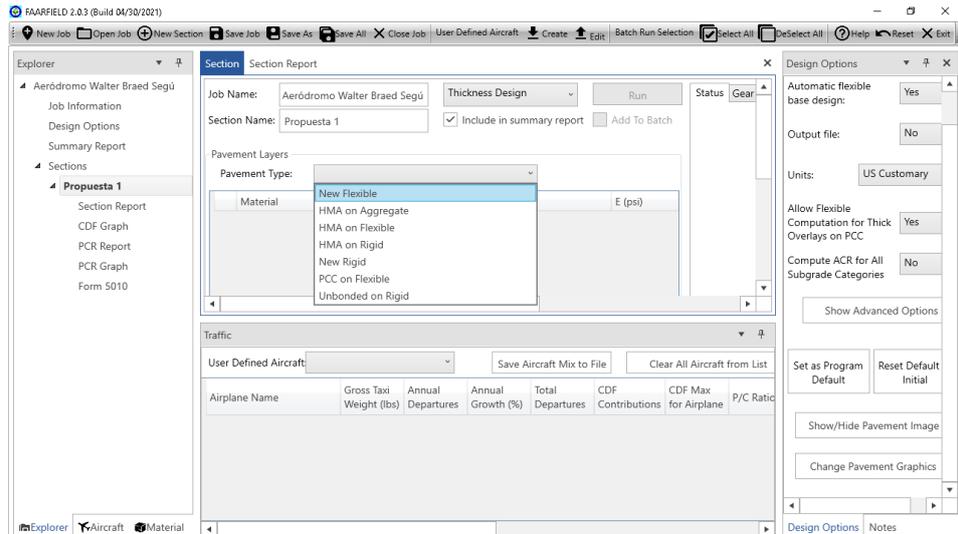


Fig. 8. Pasos para crear pavimento flexible.

Fuente: FAARFIELD

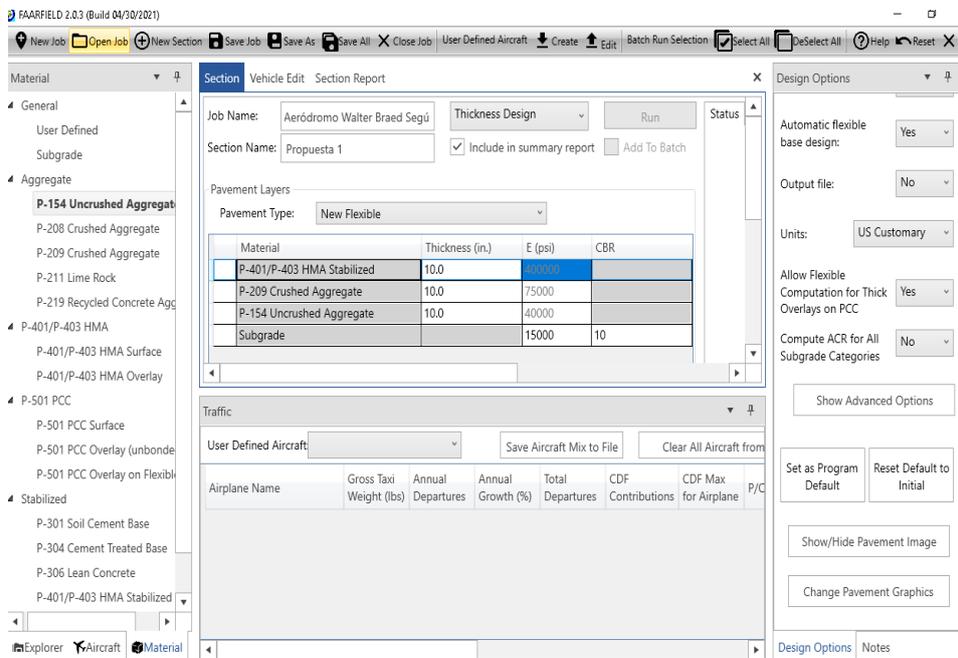


Fig. 9. Pasos para crear pavimento flexible.

Fuente: FAARFIELD

Paso 3: Desde el avión (Aircraft) agregue datos de tráfico y carga del avión.

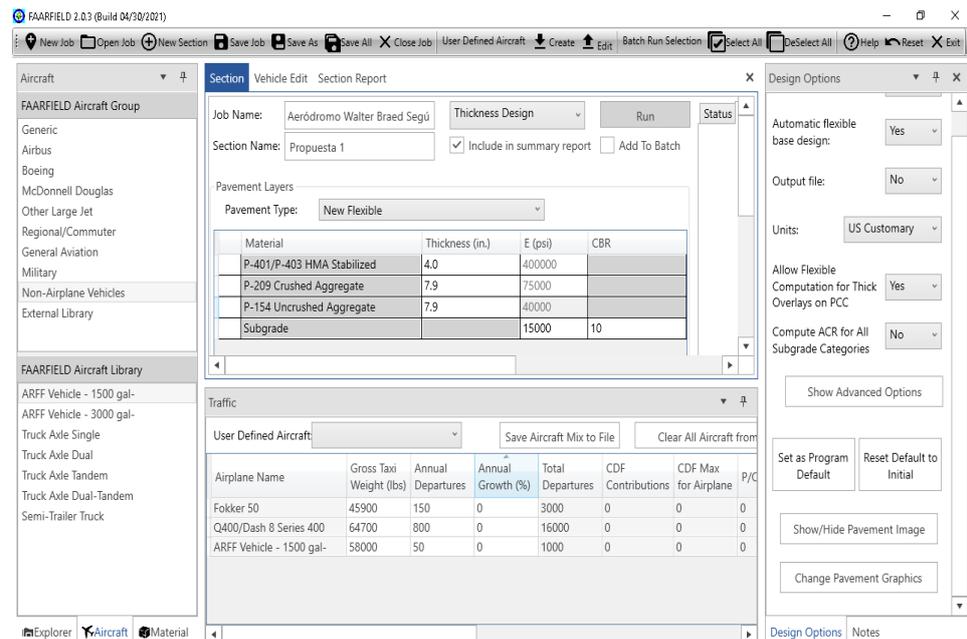


Fig. 10. Pasos para crear pavimento flexible.

Fuente: FAARFIELD

Paso 4: Regrese a la Estructura y Diseñe la Estructura del Pavimento.

Paso 5: Ajuste el espesor de la capa, cambie los tipos de capa. Repita el paso 4.

Paso 6: Seleccione Vida / Compactación (Life/Compaction), imprima el informe de diseño

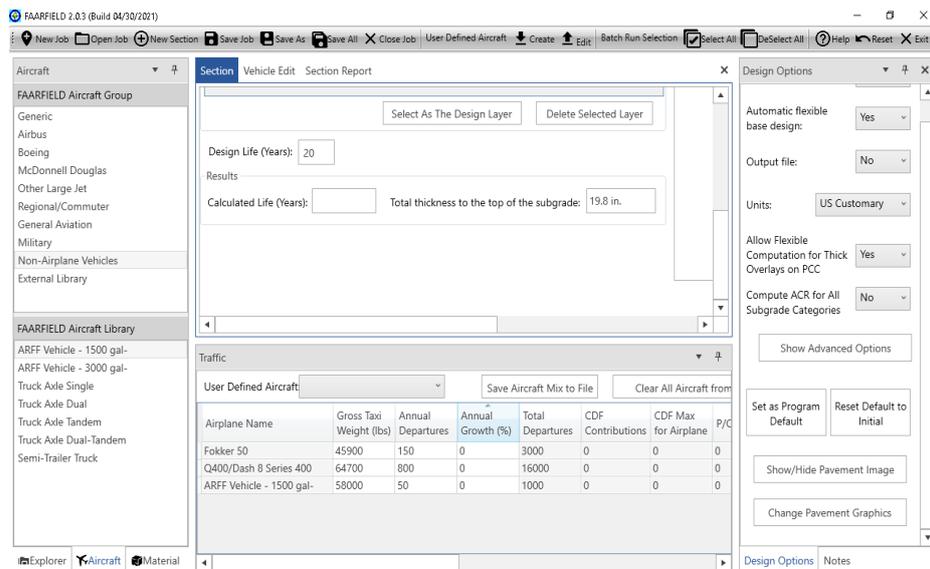


Fig. 11. Pasos para crear pavimento flexible.

Fuente: FAARFIELD

Paso 7: Le damos clic em “RUN” y nos presenta el informe en PDF de los espesores mínimos.

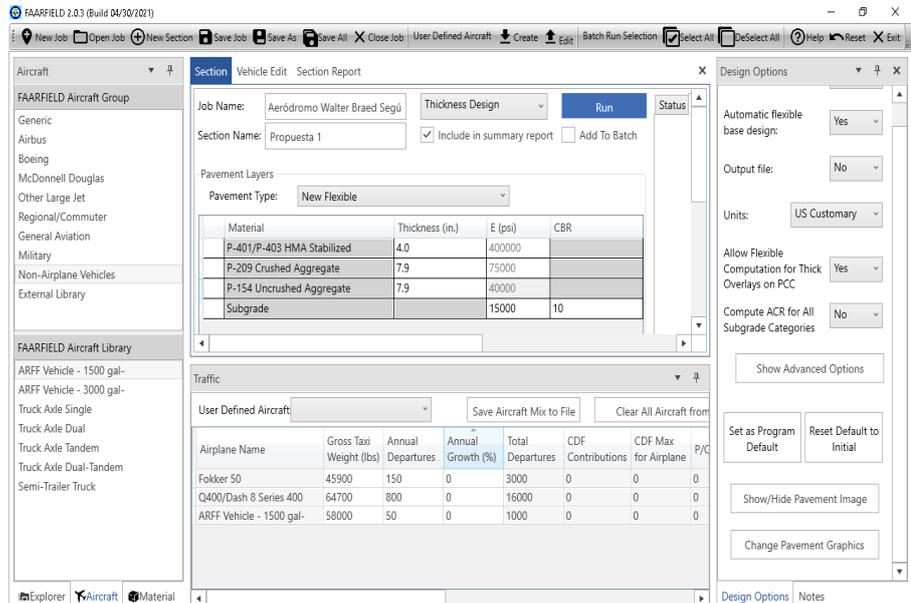


Fig. 12 Pasos para crear pavimento flexible.

Fuente: FAARFIELD

Paso 8: Imprima el informe de diseño del pavimento para incluirlo en el informe de ingeniería.

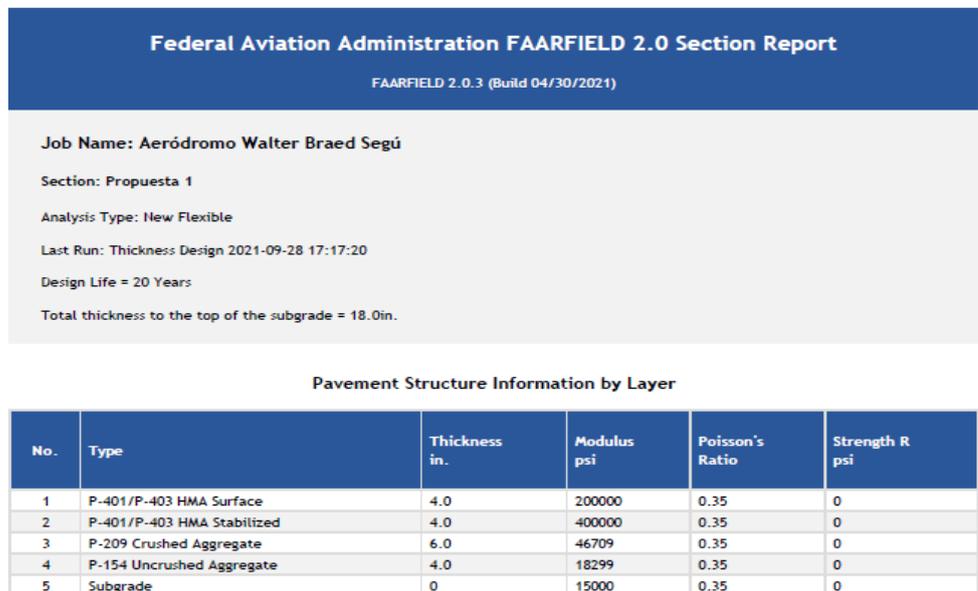


Fig. 13 Reporte final de la estructura del pavimento.

Fuente: FAARFIELD

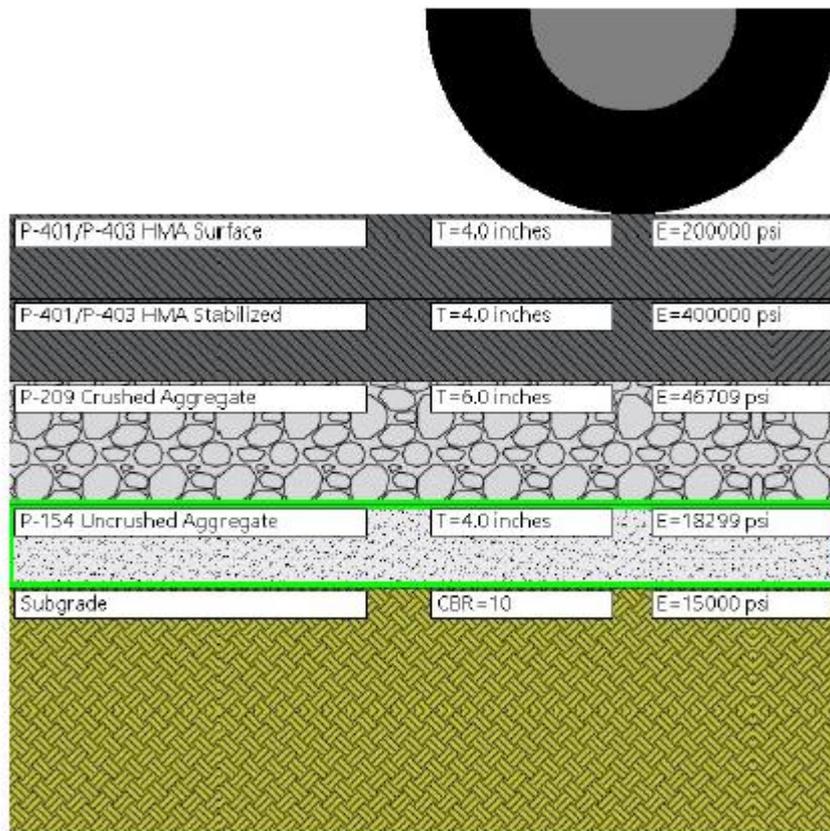


Fig. 13 Estructura del pavimento.

Fuente: FAARFIELD

CAPITULO V: NOTIFICACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA AIP

Una vez hallado la estructura del pavimento, la RAP 314 nos indica que debemos notificar este pavimento por el método del ACN-PNC.

La capacidad de carga del pavimento puede ser expresado por un único número sin especificar la aeronave en particular. Este número es el Número de Clasificación del Pavimento –PCN-. Un pavimento con un determinado PCN puede soportar, sin restricciones, una aeronave que tenga un Número de Clasificación de Aeronave –ACN- igual o menor que el valor del PCN del pavimento.

La OACI (2009) indica que se obtendrá la resistencia de un pavimento destinado a las aeronaves de masa en la plataforma (rampa) superior a 5 700 kg, mediante el método ACN – PCN, notificando la información indicada en el Cuadro N° 1

Tabla N°10. Claves para notificar la resistencia de un pavimento expresado en el PCN

Categoría de la información	
a. Tipo de pavimento para determinar el ACN-PCN Rígido Flexible	R F
b. Categoría de resistencia del terreno de fundación RESISTENCIA ALTA: para los pavimentos rígidos, el valor tipo es $K=150 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores de K superiores a 120 MN/m^3 ; para los pavimentos flexibles el valor tipo es : $\text{CBR} = 15$ y comprende todos los valores superiores a 13. RESISTENCIA MEDIANA: para los pavimentos rígidos, el valor tipo es: $K = 80 \text{ MN/m}^3$; y comprende todos los valores K entre 60 y 120 MN/m^3 ; para los pavimentos flexibles el valor tipo es $\text{CBR} = 10$ y comprende todos los valores CBR entre 8 y 13. RESISTENCIA BAJA: para los pavimentos rígidos, el valor tipo es $K = 40 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores K entre 25 y 60 MN/m^3 ; para los pavimentos flexibles, el valor tipo es $\text{CBR} = 6$ y comprende todos los valores CBR entre 4 y 8. RESISTENCIA ULTRA BAJA: para los pavimentos rígidos el valor tipo es $K = 20 \text{ MN/m}^3$ y comprende todos los valores K inferiores a 25 MN/m^3 , para los pavimentos flexibles el valor tipo es $\text{CBR} = 3$ y comprende todos los valores CBR inferiores a 4.	A B C D

<p>c. Categoría de presión máxima permisible de los neumáticos</p> <p>Ilimitada: sin límite de presión</p> <p>Alta: presión limitada a 1,75 MPa</p> <p>Mediana: Presión limitada a 1.25 MPa</p> <p>Baja: Presión limitada a 0.50 Mpa</p> <p>Muy baja (Presión restringida a 0.5 Mpa)</p>	<p>W</p> <p>X</p> <p>Y</p> <p>Z</p>
<p>d. Método de evaluación</p> <p>Evaluación técnica: consiste en un estudio específico de las características de los pavimentos y en la aplicación de tecnología del comportamiento de los pavimentos</p> <p>Aprovechamiento de la experiencia en la utilización de aeronaves: comprende el conocimiento del tipo y masa específicos de las aeronaves que los pavimentos resisten satisfactoriamente en condiciones normales de empleo</p>	<p>T</p> <p>U</p>

Fuente: RAP 314

Con el uso de la fórmula del CBR es posible calcular la carga por rueda simple en términos de PCN, para una presión de neumáticos estándar (1.25 MPa). El valor del PCN puede ser calculado directamente por la expresión:

$$PCN = \left[\frac{1}{500} \right] \times \left[\frac{e^2}{\frac{1}{0.57 \times CBR} - 0.025} \right]$$

Donde: “e” es el espesor equivalente determinado mediante el empleo de los Coeficientes de Equivalencia (CE) con el propósito de convertir espesores actuales en espesores equivalentes en forma similar al proceso de diseño de pavimentos.

El espesor equivalente -e- de una capa es igual a su espesor real -er-, multiplicado por un coeficiente numérico -c- que es lo mismo a coeficiente de equivalencia. El espesor equivalente del pavimento es igual a la suma de los espesores equivalentes de sus capas.

En la Tabla N°11, se indican los coeficientes de equivalencia para determinar el espesor equivalente de pavimentos flexibles en el caso de materiales nuevos.

Tabla N°11. Coeficiente de equivalencia para materiales nuevos

NUEVOS MATERIALES	COEFICIENTES DE EQUIVALENCIA (CE)
Concreto asfáltico	2.00
Mezcla de arena - grava ligada con asfalto	1.50
Arena - grava emulsión	1.20
Arena - grava tratada con ligantes hidráulicos (cemento, cal, escoria, cenizas)	1.50
Grava triturada, bien graduada	1.00
Arena tratada con ligantes hidráulicos (cemento, escoria)	1.00
Grava redondeada	0.75
Arena	0.50

Fuente: RAP 314

Del ejemplo 14.6, el espesor total equivalente del pavimento flexible del aeródromo privado “Walter Braedt Segú”, se calcula multiplicando el espesor de cada capa conformante del pavimento por el coeficiente de equivalencia de los materiales nuevos. En la Tabla N°11, nos muestra el espesor total equivalente calculado.

Tabla N°11. Coeficiente de equivalencia para materiales nuevos

DESCRIPCION	ESPEJOR (cm.)		CE	ESPEJOR EQUIVALENTE (cm.)
CONCRETO ASFALTICO	10.00		2.00	20.00
FIRME O BASE GRANULAR	16.00	x	0.75	12.00
CIMIENTO O SUBBASE GRANULAR	20.00		0.75	15.00
ESPEJOR EQUIVALENTE (e)				47.00

Fuente: Propia.

Luego de encontrar el espesor equivalente y reemplazando dichos valores de “e” = 47.00 cm. y CBR = 7.1% en la fórmula de la ecuación para obtener el valor de

PCN del pavimento de la pista de aterrizaje del aeródromo privado de “Walter Braedt Segú” de 20.

Por lo tanto, el PCN determinado en la pista de aterrizaje a notificarse será de PCN 20/F/C/Y/T.

Anexo N°3: Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD DE MUESTRA	ESCALA	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA
VARIABLE INDEPENDIENTE Guía de diseño	Es un documento que recoge normativas y patrones básicos relacionados con el "aspecto" de un interfaz para su aplicación en el desarrollo de nuevas "pantallas" dentro de un entorno concreto.	La misma se realizó en base a los estudios realizados por la FAA a través de las AC 5320-6F y 5320-6G RAP 314 y ANEXO 14	NORMAS procedimentar (proceder)	6 FCA 5320-6G ANEXO 14	Visual	UND	CUALITATIVA		CA 5320-6F CA 5320-6G ANEXO 14 RAP 314
V. Dependiente Pavimento flexible aeroportuario	El pavimento flexible aeroportuario es aquella en los que cada capa estructural es soportada por la capa inferior y, en las últimas instancias, soportada por la subrasante.	Usando el programa FARFIELD que utiliza la tensión vertical máxima en la parte superior de la subrasante y la deformación horizontal máxima en la parte inferior de cada una de las capas de asfalto como indicadores de la vida estructural del pavimento se podrá diseñar el pavimento de la aeropuerto	SUELOS	CBR	DEL 0% A 100%	PORCENTAJE (%)	CUANTITATIVO CONTINUA	FARFIELD 2.0	Norma ASTM 1883 o Norma UNE 103502
			AERONAVE DE DISEÑO	FARFIELD 2.0		PULGADAS (*)	CUANTITATIVO CONTINUA		CA 5320-6G
			ESTUDIOS METEOROLÓGICO	TEMPERATURA	0-N°	GRADOS CELSIUS (C°)	CUANTITATIVO CONTINUA		CA 5320-6F
			MODELO DE DISEÑO	MIX DE AERONAVES	Operacionar	OPERACIONES	CUALITATIVA ORDINAL		Método CDF (Factor de Daño Acumulativa)
			RESISTENCIA DEL PAVIMENTO	PCH (AGREGADOS)		UND	CUANTITATIVO CONTINUA		ASTM D1883
			PRESION DE NEUMATICOS	PRESION	MPA	MPA	CUANTITATIVO CONTINUA		
			ARQUITECTURA	PLANOS (PARAMETROS)		UND	CUANTITATIVO CONTINUA		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N°4: Sílabos

Anexo N°4.1: Silabo Universidad Nacional Federico Villareal

V. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

UNIDAD I PLANIFICACIÓN AEROPORTUARIA					
C1: Selecciona la mejor alternativa de implantación de un aeropuerto, aplica los conceptos de planificación aeroportuaria, realizando el respectivo análisis de la demanda, oferta de la infraestructura y análisis de la viabilidad del proyecto de aeropuerto. Interpreta y soluciona problemas de ubicación y orientación de la pista de aterrizaje y/o despegue de un aeropuerto, considerando los aspectos meteorología aeronáutica, orografía y su espacio aéreo (SLO).					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	HORAS
Semana N° 1	Generalidades - Organismos que intervienen en la actividad de Aeronáutica Civil, entre ellos, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y sus norma y métodos internacionales recomendados en la actividad de la aviación civil particularmente el Anexo 14 - Aeródromos.	-Analiza los principios básicos de la ingeniería de aeropuertos -Reconoce el entorno de las organizaciones nacionales e internacionales dedicadas a la actividad de la aviación civil, particularmente la OACI. -Valora la importancia del aeropuerto como un componente básico del modo de transporte aéreo.	- Valora, participa e intercambian ideas y los aplica en la solución de problemas de ubicación y emplazamiento del sistema aeroportuaria aplicando las normas y métodos recomendados internacionales.	Evaluación inicial relacionada a la asignatura.	3
Semana N° 2	Proceso de la planificación aeroportuaria. - Fases de la concepción de un proyecto aeroportuario - Análisis de la demanda del tránsito aéreo (pasajeros, operaciones y carga) – Desarrollo de la oferta de infraestructura – Análisis de la viabilidad.	- Establece la fuente de información de las series históricas de la demanda de pasajeros operaciones y carga. - Interpreta los criterios para efectuar el pronóstico de la demanda a corto, mediano y largo plazo.	- Valora, participa e intercambian ideas y los aplica en la solución de problemas de ubicación y emplazamiento del sistema aeroportuaria aplicando las normas y métodos recomendados internacionales.	Prepara la fase inicial de su trabajo de investigación aplicada.	3
Semana N° 3	Evaluación y selección del emplazamiento del aeropuerto. - Elementos constitutivos del Aeropuerto (parte aeronáutica, parte pública y elementos de apoyo del aeropuerto).- Clasificación de aeronaves.-	- Comprueba y verifica el emplazamiento de la pista principal del aeropuerto. - Reconoce los distintos elementos constitutivos del aeropuerto. - Elabora el plano de desarrollo del aeropuerto.	- Aprecia la dinámica del desarrollo de la tecnología en la actividad de la aviación civil comprometiendo en la modernidad de los aeropuertos.	Solución a los problemas presentados con el trabajo asignado.	3
Semana N° 4	Superficies limitadoras de obstáculo SLO (Espacio aéreo del aeropuerto).	- Elabora el plano: " Superficies limitadoras de obstáculos" - Efectúa y soluciona la óptima orientación de la pista principal, bajo las consideraciones de la orografía de la zona a ubicar el aeropuerto.		Ejercicios sobre el estudio de espacio aéreo del aeropuerto mediante la determinación de las SLO; y su exposición pertinente.	3
TRABAJO ACADÉMICO CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD N° I					
Fuentes de Consulta: Manual de planificación de aeropuertos – Parte 1 Planificación general - Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Normas y métodos internacionales recomendados – Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional Aeródromos– OACI – julio 2016 y sus manuales específicos para aeródromos y/o aeropuertos.					

UNIDAD II					
DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA (HORIZONTAL) DE LA PARTE AERONÁUTICA DE UN AEROPUERTO					
C2: Realiza el diseño geométrico en planta de la parte aeronáutica de un aeropuerto, con dominio de las normas y métodos recomendados nacionales e internacionales. Selecciona y optimiza los distintos elementos que conforman el sistema aeroportuario.					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	HORAS
Semana N° 5	Cálculo de longitud de pista para aterrizajes y despegues.	- Establece los parámetros para calcular la longitud de pista requerida, entre ellos: la elevación, temperatura, viento y peso. - Efectúa los procedimientos de cálculo o diseño de la longitud de la pista principal.	- Valora al aeropuerto como una infraestructura básica u componente del modo de transporte aéreo. - Reconoce, aplica y justifica las distintas disciplinas de la ingeniería civil aprendidas.	Ejercicios en aula sobre cálculo de la longitud de pista para la aeronave de diseño; y exposición de los resultados obtenidos.	3
Semana N° 6	Configuración de la pista de aterrizajes y/o despegue y sus correspondientes señales de ayuda a la aeronavegación.	- Ejecuta al detalle la configuración de los distintos elementos de la pista principal. - Reconoce y relaciona los procedimientos de vuelo visual e instrumental y efectúa el diseño de las señalizaciones para la ayuda a la aeronavegación.		Ejercicios en aula sobre diseño geométrico en planta u horizontal de la pista principal; exposición del resultado obtenido.	3
Semana N° 7	Configuración de las calles de rodaje y plataformas de estacionamiento de aeronaves (dimensiones, distancia mínima de separación de los otros elementos que conforma el aeropuerto y sus señalizaciones respectivas)	- Ejecuta al detalle la configuración de los distintos elementos que lo conforman las calles de rodaje y plataforma de estacionamiento de aeronaves comerciales y de aviación general. - Interpreta y aplica las normas y métodos recomendados internacionales establecidos en el Anexo 14 – Aeródromos - OACI.		Ejercicios en aula sobre diseño geométrico en planta u horizontal de la calle de rodaje y plataforma de estacionamiento de aeronaves. Exposición de los resultados.	3
Semana N° 8	EXAMEN PARCIAL: Evaluación correspondiente a la Unidad N° I y II.				
Fuentes de Consulta: Normas y métodos internacionales recomendados – Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional Aeródromos– OACI – julio 2016 y sus manuales específicos para aeródromos y/o aeropuertos.					
<ul style="list-style-type: none"> Manual de diseño de aeródromos – Parte 1 Pistas– Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)-Tercera edición 2006 Manual de diseño de aeródromos – Parte 2 calles de rodajes plataformas y apartaderos de espera – Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)-Tercera edición 2006. 					

UNIDAD III					
DISEÑO GEOMETRICO EN PERFILES (VERTICAL) DE LA PARTE AERONÁUTICA DE UN AEROPUERTO					
C3: Realiza el diseño geométrico en perfiles de la parte aeronáutica de un aeropuerto con aplicación de las normas y métodos recomendados y nacionales. Resuelve los problemas, presentados en el diseño del sistema aeroportuario, aplicando las distintas disciplinas de la Ingeniería Civil, entre otros, topografía, geotecnia, pavimentos de aeropuertos, obras hidráulicas.					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	HORAS
Semana N° 9	Perfiles longitudinales y transversales de la pista de aterrizaje y/o despegue.	<ul style="list-style-type: none"> - Elabora el perfil longitudinal y transversal de la pista principal aplicando las normas y métodos internacionales del Anexo 14 – Aeródromos – OACI. - Analiza y valora las distintas alternativas del perfil de modo de optimizar el volumen de movimiento de tierra (excavación y rellenos). 	<p>Demuestra confianza en la capacidad para plantear y resolver problemas, al comparar los datos adquiridos de forma teórica y</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifica la forma como trabaja una estructura de pavimentos aeroportuarios. 	Ejercicios en aula sobre diseño geométrico en vertical – perfiles de la pista principal.; exposición y discusión sobre los resultados obtenidos.	3
Semana N° 10	Perfiles longitudinales y transversales de las calles de rodaje y plataforma estacionamiento de aeronaves.	<ul style="list-style-type: none"> - Elabora el perfil longitudinal y transversal de las calles de rodaje y plataforma de estacionamiento de aeronaves aplicando las normas y métodos internacionales del Anexo 14 – Aeródromos – OACI. - Aplica y valora la racionalidad de movimiento de tierra para los fines propuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Elabora el cálculo estructural de los pavimentos mediante uso de la informática. - Elabora el reporte de la resistencia de los pavimentos para los fines de uso aeronáutico (PCN_ACN). 	Ejercicios en aula sobre diseño geométrico en vertical – perfiles de la calle de rodaje y plataforma de estacionamiento de aeronaves; exposición y discusión sobre los resultados obtenidos.	3
Semana N° 11	Pavimentos en aeropuertos. - Determinación de la resistencia de los pavimentos mediante el método del número de clasificación de aeronave y número de clasificación de pavimentos (ACN-PCN)	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce y determina la carga de la aeronave crítica o de diseño, analiza la equivalencia de las distintas cargas de las otras aeronaves usuarias con las aeronaves con la carga de la aeronave de diseño. - Analiza los resultados obtenidos en laboratorio de la resistencia del terreno de fundación para el cálculo estructural del pavimento. - Aplica el software (FARFIELD) para el cálculo estructural del pavimento aeronáutico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce, Ojustifica y diseña las obras hidráulicas necesarios para el aeropuerto. 	Ejercicios en aula sobre diseño de la estructura de pavimentos aeroportuarios.; exposición del diseño adoptado.	3
Semana N° 12	Sistema de drenaje en aeropuertos y obras hidráulicas	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza la confluencia de las aguas superficiales y 		Ejercicios en aula sobre diseño del sistema de drenaje y sus obras	3

		subterráneas del área tributaria del aeropuerto. - Determina el caudal de diseño de los canales de drenaje. - Desarrolla y calcula las diferentes obras hidráulicas, tales como canales, pontones, alcantarillas y ductos de modo de evacuar del aeropuerto las aguas superficiales y subterráneas.		hidráulicas; exposición del diseño planteado.	
TRABAJO ACADÉMICO CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD N° II					
Fuentes de Consulta: Normas y métodos internacionales recomendados – Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional Aeródromos– OACI – julio 2016 y sus manuales específicos para aeródromos y/o aeropuertos. <ul style="list-style-type: none"> • Manual de diseño de aeródromos – Parte 1 Pistas– Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)-Tercera edición 2006. • Manual de diseño de aeródromos – Parte 2 calles de rodajes plataformas y apartaderos de espera – Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)-Tercera edición 2006. • Manual de diseño de aeródromos – Parte 3 Pavimentos – Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y ii) Airport pavement design and evaluation de la Federal Aviation Administration FAA –USA – setiembre 2009. • Airport drenaje design evaluation de la Federal Aviation Administration FAA –USA – agosto 2013. 					

UNIDAD IV					
DISEÑO DE LA PARTE PÚBLICA Y ELEMENTOS DE APOYO DE UN AEROPUERTO					
C4: Realiza el diseño de la parte pública de aeropuerto que comprende el edificio de pasajeros y sus obras conexas, complementando con los elementos de apoyo del aeropuerto, para tal fin aplica las normas y métodos recomendados nacionales e internacionales.					
SEMANA	CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	HORAS
Semana N° 13	Edificio de pasajeros y otras obras conexas	-Desarrolla el edificio terminal de pasajeros, interpretando la funcionalidad y dimensionamiento establecido en el manual de referencia de desarrollo aeroportuario de la FAA y IATA.	- Demuestra confianza en la capacidad para diseñar y resolver problemas de funcionalidad del edificio terminal de pasajeros al comparar sus diseños con las normas afines	Ejercicios en aula sobre desarrollo geométrico del edificio terminal de pasajeros y otras edificaciones conexas, incidiendo en su funcionalidad; exposición del diseño propuesto.	3
Semana N° 14	Elementos de apoyo al sistema aeroportuario en general.	- Reconoce y desarrolla los distintos elementos de aeropuerto, entre ellos, edificación para los "Servicios de salvamento y extinción de incendios", "Servicios de salvamento y extinción de incendios".	- Valora la importancia de lo aprendido en su formación de ingeniero civil al aplicar en el desarrollo del edificio terminal de pasajeros y resolver los problemas presentados para la concepción de la infraestructura aeroportuaria en mención.	Ejercicios en aula sobre la identificación y ubicación de los elementos de apoyo del aeropuerto.	3

Semana N° 15	Aspectos de seguridad operacional (SAFETY) y seguridad aeroportuaria (AVSEC).	- Reconoce y elabora los sistemas de vallado para la seguridad operacional y aeroportuaria - Elabora el diseño del camino perimetral de seguridad dentro del recinto del aeropuerto, tanto para el personal de mantenimiento como para las patrullas de seguridad	- Reconoce y justifica la necesidad de implantar los distintos tipos de vallado para la seguridad operacional seguridad aeroportuaria.	Ejercicio o practicas dirigidas en aula sobre la implementación de los elementos de seguridad operacional y aeroportuaria; exposición del diseño de los elementos propuesto para los aspectos de seguridad (Vallas y caminos perimetrales).	3
Semana N° 16	EXAMEN FINAL: Evaluación correspondiente a la Unidad N° III y IV				3
Semana N° 17	EXAMEN SUSTITUTORIO Y DE APLAZADOS				
Fuentes de Consulta: Mínimo 1 Libro extraído de la biblioteca especializada de cada facultad / Otras fuentes de información (bibliográficas y electrónicas)					
<ul style="list-style-type: none"> • Manual de planificación de aeropuertos – Parte 1 Planificación general - Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). • Airport Development Reference Manual – 10 th Edition – International Air Transport Association (IATA) – 10 th Edition – 2014. 					

Fuente: Universidad Nacional Federico Villareal

Anexo N°4.2: Silabo Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión

V. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I:						
Selecciona la mejor alternativa de implantación de un aeropuerto, aplica los conceptos de planificación aeroportuaria, realizando el respectivo análisis de la demanda, oferta de la infraestructura y análisis de la viabilidad del proyecto de aeropuerto. Interpreta y soluciona problemas de ubicación y orientación de la pista de aterrizaje y/o despegue de un aeropuerto, considerando los aspectos meteorología aeronáutica, orografía y su espacio aéreo (SLO).						
UNIDAD DIDÁCTICA I: PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO Y ACERO DE REFUERZO	Se ma na	Contenidos			Estrategia de la Enseñanza Virtual	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
	1	Generalidades - Organismos que intervienen en la actividad de Aeronáutica Civil, entre ellos, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y sus norma y métodos internacionales recomendados en la actividad de la aviación civil particularmente el Anexo 14 - Aeródromos.	- Analiza los principios básicos de la ingeniería de aeropuertos - Reconoce el entorno de las organizaciones nacionales e internacionales dedicadas a la actividad de la aviación civil, particularmente la OACI. - Valora la importancia del aeropuerto como un componente básico del modo de transporte aéreo.	Participa puntualmente y con responsabilidad en el desarrollo de los temas	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Aplica los conceptos de planificación aeroportuaria, realizando el análisis de la demanda, oferta de la infraestructura y análisis de la viabilidad del proyecto de aeropuerto.
	2	Proceso de la planificación aeroportuaria. - Fases de la concepción de un proyecto aeroportuario - Análisis de la demanda del tránsito aéreo (pasajeros, operaciones y carga) – Desarrollo de la oferta de infraestructura – Análisis de la viabilidad.	- Establece la fuente de información de las series históricas de la demanda de pasajeros operaciones y carga. - Interpreta los criterios para efectuar el pronóstico de la demanda a corto, mediano y largo plazo.	Comparte sus observaciones con sus compañeros.	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Interpreta y soluciona problemas de ubicación y orientación de la pista de aterrizaje y/o despegue de un aeropuerto, considerando los aspectos meteorología aeronáutica, orografía y su espacio aéreo (SLO).

3	Evaluación y selección del emplazamiento del aeropuerto. - Elementos constitutivos del Aeropuerto (parte aeronáutica, parte pública y elementos de apoyo del aeropuerto). - Clasificación de aeronaves.	- Comprueba y verifica el emplazamiento de la pista principal del aeropuerto. - Reconoce los distintos elementos constitutivos del aeropuerto. - Elabora el plano de desarrollo del aeropuerto.	Disfruta del desarrollo del tema.	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Realiza el diseño geométrico en planta de la parte aeronáutica de un aeropuerto, con dominio de las normas y métodos recomendados nacionales e internacionales. Selecciona y optimiza los distintos elementos que conforman el sistema aeroportuario.
4	Evaluación.	Revisa las preguntas de la evaluación.	Participa con responsabilidad	Uso de lapicero, borrador, corrector, calculadora, papel, PC, laptop, Tablet, escalímetro, escuadras, impresora, tablero de dibujo, programas.	Desarrolla el examen en el tiempo establecido.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
Desarrolla práctica en Aula Virtual – Cuestionario. Estudio de Casos.		Presentación de trabajo de investigación sobre la mejor alternativa de implantación de un aeropuerto, y el estudio demanda – oferta. Presentación de trabajo de investigación sobre evaluación y selección del emplazamiento del aeropuerto.		Domina los conceptos, evidenciando su desempeño en la presentación de sus trabajos bien desarrollados Comportamiento en clase virtual, chat y en foros.	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II:						
Identifica al aeropuerto como alternativa de transferencia de carga con sus elementos integradores, considerando la visión del país.						
UNIDAD DIDÁCTICA II: DISEÑO DE CONCRETO ARMADO (MATERIALES)	Se ma na	Contenidos			Estrategia de la Enseñanza Virtual	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
	1	Los aeropuertos y tipos.	Elabora un cuadro con los elementos que se encuentran en un aeropuerto	Participa activamente en la elaboración del cuadro con responsabilidad.	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Maneja el cuadro con los elementos que se encuentran en un aeropuerto con facilidad.
2	Los elementos portuarios Los equipos aeroportuarios	Realiza un cuadro con la evaluación de los aeropuertos y equipos utilizados en los aeropuertos.	Participa activamente en la elaboración del cuadro con responsabilidad	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Maneja el cuadro con la evaluación de los aeropuertos y equipos utilizados en los aeropuertos con facilidad.	

3	Los costos aeroportuarios Los rendimientos de los aeropuertos	Evalúa los costos que tiene el aeropuerto para los distintos usuarios.	Participa activamente y con responsabilidad	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Calcula los costos que tiene el aeropuerto para los distintos usuarios con precisión
4	Evaluación.	Revisa las preguntas de la evaluación.	Participa con responsabilidad	Uso de lapicero, borrador, corrector, calculadora, papel, PC, laptop, Tablet, escalímetro, escuadras, impresora, tablero de dibujo, programas.	Desarrolla el examen en el tiempo establecido.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
Desarrolla práctica en Aula Virtual – Cuestionario. Estudio de Casos.		Presentación de trabajo de investigación sobre la alternativa de transferencia de carga Presentación de trabajo de investigación sobre la visión de país para el desarrollar de aeropuertos.		Domina los conceptos, evidenciando su desempeño con la presentación de su trabajo bien desarrollado Comportamiento en clase virtual, chat y en foros.	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III:						
Identifica las obras marítimas y costeras en el litoral y su comportamiento.						
UNIDAD DIDÁCTICA III: DISEÑO POR FLEXIÓN DE VIGAS, ESCALERAS Y FUERZAS CORTANTES	Se ma na	Contenidos			Estrategia de la Enseñanza Virtual	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
	1	Obras de abrigo y protección costera. Playa	Investiga obras de abrigo y protección costera. Investiga sobre las playas	Participa con responsabilidad	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Identifica las obras de abrigo y protección costera y playa con mucha facilidad.
	2	Obras de atraque, amarre y fondeo Rampas	Investiga obras de atraque, amarre y fondeo. Investiga rampas	Disfruta del desarrollo del tema.	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Identifica las obras de atraque, amarre, fondeo y rampas con mucha facilidad.
3	Obras de dragado, Pavimentos portuarios	Investiga obras de dragado, pavimentos portuarios	Participa con responsabilidad.	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Identifica las obras de dragado, pavimentos portuarios con mucha facilidad.	

4	Evaluación.	Revisa las preguntas de la evaluación.	Participa con responsabilidad	Uso de lapicero, borrador, corrector, calculadora, papel, PC, laptop, Tablet, escalímetro, escuadras, impresora, tablero de dibujo, programas.	Desarrolla el examen en el tiempo establecido.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
Desarrolla práctica en Aula Virtual – Cuestionario. Estudio de Casos.		Presentación de un trabajo de investigación sobre obras marítimas en los diferentes puertos del país.		Domina los términos, que se evidencian la presentación de su trabajo bien desarrollados Comportamiento en clase virtual, chat y en foros.	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV:						
Identifica y comprende las principales estaciones de transferencia de carga como herramienta logística para la optimización de los tiempos y el análisis de los costos que involucran la operatividad en el puerto y aeropuerto.						
	Se ma na	Contenidos			Estrategia de la Enseñanza Virtual	Indicadores de logro de la capacidad
		Cognitivo	Procedimental	Actitudinal		
UNIDAD DIDÁCTICA IV: EVALUACIÓN DEL ANCHO DE LAS GRIETAS	1	Los puertos en la cadena logística Los puertos como estaciones de transferencia de carga	Investiga la importancia del puerto como principal estación de transferencia de carga en el siglo XXI, dentro del contexto de competitividad de los países.	Participa activamente y con responsabilidad	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Comprende la importancia del puerto como principal estación de transferencia de carga en el siglo XXI, dentro del contexto de competitividad de los países.
	2	Elementos que considerar para la determinación de los rendimientos del puerto.	Clasifica los puertos y sus elementos integradores determinando los costos, considerando la estrategia del país	Participa activamente y con responsabilidad.	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Determina los costos de los puertos de acuerdo con su clasificación y sus elementos integradores considerando la estrategia del país
	3	La seguridad de los puertos Elementos de asegurabilidad de los puertos Movimiento de Carga.	Investiga las regulaciones Internacionales con respecto al puerto, en el entorno internacional.	Participa activamente y con responsabilidad.	Exposición o lección magistral con participación de estudiantes (Videos conferencias, Uso del Google Meet) Debates dirigidos – Discusiones (Foros de Discusión, Chat). Uso de referencias bibliográficas (Uso de repositorios digitales). Lluvias de Ideas, Saberes previos (Foros de Discusión, Chat).	Organiza las regulaciones internacionales con respecto al puerto en el entorno internacional con criterio y responsabilidad.

4	Evaluación.	Revisa las preguntas de la evaluación.	Participa con responsabilidad	Uso de lapicero, borrador, corrector, calculadora, papel, PC, laptop, Tablet, escalímetro, escuadras, impresora, tablero de dibujo, programas.	Desarrolla el examen en el tiempo establecido.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
Desarrolla práctica en Aula Virtual – Cuestionario. Estudio de Casos.		Presentación de Trabajo de investigación sobre las principales estaciones de transferencia de carga en el país Presentación de Trabajo de investigación sobre la determinación de costos de un servicio portuario.		Domina los términos, que se evidencian con la presentación de su trabajo bien desarrollados Comportamiento en clase virtual, chat y en foros.	

Fuente: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Anexo N°4.3: Silabo Universidad Nacional del Santa

Los alumnos interpretaran resultados sobre diseño geométrico de pistas y señalizaciones en las mismas.

III.- OBJETIVOS

3.1 Generales

Hacer un estudio de las diferentes etapas que intervienen en la elaboración de un proyecto de un puerto y realizar un Estudio general sobre la planificación de un Aeropuerto Además teniendo un conocimiento detallado de la configuración de un Aeropuerto.

3.2 Específicos

- Realizar un estudio técnico y económico para la elaboración de proyecto de Puerto y Aeropuerto.
- Emitir opiniones sobre diferentes obras portuarias.
- Elaborar un plan general para un proyecto de un Aeropuerto.
- Realizar el trazado geométrico de un campo de vuelo.

IV.- PROGRAMA INSTRUCCIONAL.

- I. Unidad : Puertos.
- II Unidad : Aeropuertos
- III Unidad : Configuración de un Aeropuertos.

V.- PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS.

I Unidad: Puertos

- 1ª Semana: Introducción, Puertos desde el punto de Vista de Transporte, configuración de un puerto, etapas en la elaboración de un puerto: Estudio Técnico Económico. (Trabajo Terminología en puertos)
- 2ª Semana: Clasificación de Puertos: Natural, Seminatural, artificial, comercial y militar. Selección en la ubicación de un Puerto y sus dimensiones.
- 3ª Semana: Puerto Natural con dársena de Maniobras: Entrada, profundidad de canal, instalaciones de muelle, Trabajo Domiciliario: Estudio de Vientos, Mareas y corrientes, protección de puertos.
- 4ª Semana: Diseño de un Muelle. Visita guiada a un puerto nacional.
- 5ª Semana: Generalidades Importancia del Transporte aéreo, etapas en el estudio de un aeropuerto.
- 6ª Semana: Examen I Unidad

II Unidad: Aeropuertos

- 7ª Semana: Planificación General de Aeropuertos. Plan Director de un aeropuerto Clasificación de Aeropuertos, aeronaves, componentes del peso de una aeronave. Radio de giro
- 8ª Semana: Relación de Cargas de pago. Radio de acción de los aviones por su despegue y aterrizaje. Factores que influyen en el dimensionamiento de un aeropuerto.

9ª Semana: Viento de costado. Derrota y Rumbo. Atmósfera tipo y altitud de presión. Control de tráfico aéreo.

10ª Semana: Capacidad de un Aeropuerto. Selección del emplazamiento de un aeropuerto. Procedimiento para el diseño preliminar de un aeropuerto.

11ª Semana: Examen II Unidad

III Unidad: Configuración de un Aeropuertos.

12ª Semana: Configuración de un Aeropuerto: Pistas. Orientación de Pistas

13ª Semana: Trazado geométrico del Campo de vuelo. Visita guiada a un aeropuerto nacional.

14ª Semana: Elementos y Perfil Longitudinal de una Pista de Aterrizaje.

15ª Semana: Calculo de la Longitud de pista. Calles de Rodaje. Señalización de Aeropuertos.

16ª Semana: Examen III Unidad

17ª Semana: Lunes 08/08/2011 (10:00am) Examen Sustitutorio.

VI.- ESTRATEGIAS DE TRABAJO.

6.1 Del Docente: El docente a través del aprendizaje corporativo discutirá y explicara todos y cada uno de los temas consignados en la programación de contenidos, dando participación a los estudiantes a través de preguntas, seminarios, visitas guiadas a un puerto y aeropuerto nacional, etc.

6.2 Del Estudiante: El estudiante esta obligado a cumplir con los trabajos encomendados por el docente y a participar activamente en clase.

VII.- MEDIOS Y MATERIALES EDUCATIVOS

Entre los medios importantes citaremos: Proyección multimedia, Útiles de oficina: lápices, borradores, lapiceros, computadora, bibliografía, etc.

VIII.- CRITERIOS Y SISTEMAS DE EVALUACIÓN

Las Evaluaciones, serán las siguientes:

Descripción	Cantidad	Peso
Examen de unidad	03	02
Promedio de práctica	03	01

Art. 41º El sistema de calificación será vigesimal de cero (00) a veinte (20); la nota mínima Aprobatoria es once (11). Se utilizara el redondeo para obtener los promedios De unidad y el promedio final considerándose el entero superior a favor del Estudiante cuando la fracción decimal es mayor o igual a 0.5.

Para ser aprobado en una asignatura, el alumno debe cumplir con los Sigüientes requisitos mínimos.

A) Obtener un promedio final aprobatorio.

B) Tener aprobado más del 50% de unidades de la asignatura.

Fuente: Universidad Nacional del Santa



Análisis, Control de Calidad y Ensayo de Materiales

Informe N° EMS-IV-002-001-2018

INFORME TECNICO
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : AERÓDROMO MANCORA,



SOLICITA : AERO LINK SAC,

UBICACIÓN : PREDIO ZONA TURISTICA EL HIPAL ALTURA PANAMERICANA NORTE KM 1.170
ALTURA DE LA PANAMERICANA NORTE KM 1.170

SECTOR : ZORRITOS- ZORRITOS, TUMBES

DISTRITO : CANOAS DE PUNTA SAL

PROVINCIA : CONTRALMIRANTE VILLAR

DEPARTAMENTO: TUMBES

MANCORA, FEBRERO DE 2018

Guillermo Esteban Valle
INGENIERO CIVIL
REG. PROF. N° 10000

Oficina:
Pasaje José Gálvez, Mz. J-Lote 3,
Av. Luis Morúa 8° Coada,
Chincha Alta - Chincho - Ica

E-mail : estebanvalleingenierosac@gmail.com
Celular : 995 833 090 / 945 454 726
Oficina : 994 862 210
Fijo : 099-318600

1. GENERALIDADES.

El Estudio de Suelos para el Proyecto "AERÓDROMO MANCORA", solicitado por la "AERO LINK SAC" se realizó mediante un programa de exploración y de trabajos de campo para que por medio de la auscultación directa del subsuelo (con obtención de muestras) se correlacione con los resultados de laboratorio determinando las características del suelo y así evaluar la solución más factible.

1.1 OBJETIVO.

El presente trabajo tiene por objeto investigar el terreno de fundación del Proyecto: "AERÓDROMO MANCORA", por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A cielo Abierto", ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, recomendaciones y conclusiones. El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Toma de muestras induradas y disturbadas
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Conclusiones y recomendaciones
- Distribución y ejecución de calicatas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Perfil estratigráfico

1.2 NOMBRE DEL PROYECTO.

"AERÓDROMO MANCORA".

1.3 UBICACIÓN.

Sector : Zorros - Zorros - Tumbes
Distrito : Caseros de Punta Sal
Provincia : Contralmirante
Departamento : Tumbes

1.4 SOLICITANTE.

AERO LINK SAC.

1.5 SISMICIDAD.

De acuerdo al nuevo mapa de zonificación sísmica del Perú según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú (J. Riva Hurtado, 1984) el cual está basado en isosistas de sismos ocurridos en el Perú y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de sismicidad alta (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como IX en la escala Mercalli Modificada según "Zonificación Sísmica del Perú" y "Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas".




Esteban Tiki
INGENIERO CIVIL
R/C000014/2004-4000



Oficina:
Pasaje José Olaya, Mz. J-Lote 3,
Av. Luis Messari 8° Dorsal,
Chincha Alto — Chincha — Ica.

E-mail : esteban@escuelaingenieros.com
Celular : 993 833 091 / 945 456 729
Oficina : 993 802 319
Fijo : 055 310030

De acuerdo a la nueva Norma Técnica NTE E-30, (D.S. N° 003-2016-VIVIENDA, D.S. que modifica La Norma Técnica E-030 "CISERO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Aprobada por D.S. N° 011-2006-VIVIENDA, Modificada con D.S. N° 002-2014-VIVIENDA), y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda utilizar en los diseños Sismo - Resistentes los siguientes parámetros:

Perfil del Suelo	:	S2
Factor de Suelo	:	$\alpha=0.45$
Factor de amplificación del suelo	:	S=1.05
Período que define la plataforma del espectro	:	$T_p=0.60$



1.8 GEOLOGÍA.

1.8.1 GENERALIDADES.

En el presente capítulo se presenta las características geológicas predominantes en el área de estudio que corresponde al proyecto "AERÓDROMO MANCORA". La importancia del tema geológico radica principalmente en su influencia sobre las condiciones de seguridad y riesgo físico de las futuras obras, debido a que el conocimiento de la geología local permite identificar la naturaleza de las formaciones, su resistencia a las acciones erosivas, sensibilidad sísmica, etc. y pronosticar sus incidencias en las etapas de construcción y operación.

Más las presentes obras proyectadas por la poca trascendencia de sus obras civiles, no modificarán las condiciones geológicas y la morfología local.

La columna estratigráfica comprende una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que en edad van desde el Terciario superior hasta el Cuaternario reciente. Se postula que durante el Mesozoico, las unidades litostratigráficas sedimentaron en una cuenca subsidente (Cuenca Occidental Peruana) entre dos macizos paleozoicos que funcionaron como bloques positivos hasta el Cretácico inferior; este modelo paleogeográfico y paleotectónico controló el desarrollo de la secuencia estratigráfica a manera de fajas paralelas a la dirección andina.

1.8.2 GEOMORFOLOGÍA.

Región Costanera: En parte del cuadrángulo de la Región Costanera se desarrolla a manera de una estrecha faja longitudinal paralela a la cadena andina, con una anchura variable entre 5 y 30 kms comprendida entre el litoral pacífico y las estribaciones bajas del frente andino cuyos cotas llegan a los 500 metros. Presenta un territorio de relieve moderado, en el cual destacan de Oeste a Este tres unidades morfológicas denominadas:

Pirras y Acaríllata.

Las Pampas Costaneras.

Estribaciones del Frente Andino.



Oficinas:
 Pisco José Olaya, Mz. J-Lote 2,
 Av. Luis Masferrer 8° Cuzco,
 Chíncha Alta - Chíncha - Ica.

E-mail : esteban@ceveinstituto.com
 Celular : 956 603 811 / 945 464 779
 Oficina : 956 887 336
 Fijo : 056-318609

2. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA.**2.1 TRABAJOS DE CAMPO.**

Con la finalidad de caracterizar el terreno de fundación de la zona de estudio se realizó un programa de exploraciones de campo, este programa de campo fue realizado por el equipo de **Esteban & Echevarría Ingenieros SAC**, realizando las mismas las exploraciones a cielo abierto y la toma de muestras para su posterior análisis de laboratorio, las cuales citamos a continuación:

- Excavación manual a cielo abierto denominadas calicatas con obtención de muestras de los diferentes tipos de suelo, Norma ASTM D420.
- Inspección e identificación visual y manual de suelos, Norma ASTM D2488

2.1.1 EXCAVACIÓN MANUAL A CIELO ABIERTO (CALICATAS) Y MUESTREO, Norma ASTM D420-ASTM D2488

En la zona de estudio se ejecutaron en total (05) cinco calicatas ubicadas estratégicamente, procediendo a definir el perfil estratigráfico de cada zona mediante la identificación visual y manual de suelos (Norma ASTM D2488) a lo largo de las excavaciones obteniendo muestras representativas para ser ensayadas en el laboratorio de Mecánica de Suelos, las calicatas fueron exploradas hasta 2.00 m de profundidad.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO.

En los trabajos de exploración del suelo se tomaron muestras representativas del suelo de cada calicata ejecutada, para así proceder a su posterior clasificación en el laboratorio de Mecánica de Suelos, los puntos de exploración fueron distribuidos de tal manera de poder obtener un registro de la estratigrafía general de la zona de estudio.

Los ensayos de laboratorio efectuados se realizaron de acuerdo a las Normas Standards de la American Society for Testing and Materials-Norma ASTM.

Los siguientes ensayos en suelo fueron realizados con fines del Proyecto "AERÓDROMO MANCORA".

- Contenido de Humedad Natural - NORMA ASTM D2216
- Análisis granulométrico por Tamizado - NORMA ASTM D422.
- Límites de Consistencia (Límite Líquido, Plástico) - NORMA ASTM D 4318, NORMA ASTM D 427.
- Descripción Visual y Manual de Suelos - NORMA ASTM D 2488.

**A. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL - NORMA ASTM D 2216.**

Es la determinación de la cantidad de agua presente en la muestra, comparada con respecto a su peso seco, nos sirve para obtener una idea general del momento en el cual se realizaron las exploraciones geotécnicas, debido al efecto importante que tiene este contenido de agua en la influencia de la resistencia mecánica.

B. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - NORMA ASTM D 422.

Consiste en determinar el tamaño promedio de los granos del suelo que conforman la masa total del suelo obtenido, en el laboratorio se realiza este ensayo con el material desde 0.075mm (N°200) hasta de 3".



Oficina: Pasaje José Olaya, M.L. J. – Lote 3,
Av. Lolo Muroso 8° Cuenca,
Chicla Alta – Chicla – Ica

E-mail: esteban@estebaningenierosac@gmail.com
Celular: 056 833 051 / 945 451 720
Oficina: 054 807 315
Fijo: 058-339980

C. LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO) - NORMA ASTM D 4318, NORMA ASTM D 427.

El límite Líquido y Plástico, consiste en determinar el contenido de agua en la muestra que son los límites entre los estados líquido-plástico y plástico-cohesivo. El ensayo se realiza con el material menor a la malla N° 40.

D. DESCRIPCIÓN VISUAL Y MANUAL DE SUELOS NORMA ASTM D 2488.

Las muestras extraídas se clasificaron y describieron en forma manual y visual de Suelos mediante el método y Normas ASTM.

2.3 PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

Los trabajos de exploración del estado de mecánica de suelos para el Proyecto "AERÓDROMO IMMACORA", consistió de la ejecución de (06) Cauce Calcatas, las cuales fueron descritas in situ para obtener la estratigrafía de cada uno y así determinar el perfil estratigráfico de cada zona del proyecto arriba mencionado.

La estratigrafía se definió mediante la interpretación de los registros estratigráficos de las exploraciones efectuadas, las cuales se muestran en el ANEXO "Registro de estratigráfico".

2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE FUNDACIÓN.

Los materiales presentes Calcatas 01, 02, 03, 04 y 05, del área ovalada corresponden a:

- C-01: M-01 y M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
- C-02: M-01 (SW) Arena Bien Graduada sin Finos.
M-02 y M-03 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
- C-03: M-01 (SW) Arena Bien Graduada sin Finos.
M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
- C-04: M-01 (SW) Arena Bien Graduada sin Finos.
M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
- C-05: M-01 y M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.



El Anexo correspondiente al álbum fotográfico presenta vistas fotográficas, en la cual se aprecia objetivamente la calidad con la que encontraron los materiales. En estas fotos se observa las excavaciones realizadas, los materiales extraídos y la condición en la que se encuentran.

Sobre la zona donde descansarán las obras, se presenta arena bien graduada, el cual deberá ser trabajado para la fundación de las obras proyectadas.

Las propiedades físicas determinadas en el laboratorio nos permiten clasificar el terreno de acuerdo a la siguiente clasificación:

a) Terreno Normal.

Conformado por materiales sueltos tales como: arena, limo, arena limosa, gravillas, etc. y terrenos consolidados tales como hormigón compacto, almagre o mezcla de ellos, etc. los cuales pueden ser excavados a pulso y/o con equipo mecánico.

b) Terreno Semirocoso.

El constituido por terreno normal, mezclado con bolsonería de diámetro de hasta 8" y/o con fragmentada de volúmenes hasta 4 dm³ y que para su extracción no se requiere el empleo de equipos de rotura y/o explosivos.

c) Terreno Rocoso.

Conformado por roca descompuesta y/o roca fija, y/o bolsonería mayores de (") de diámetro y/o con fragmentada de volúmenes hasta (") dm³, en que necesariamente se requiere para su extracción la utilización de equipos de rotura y/o explosivos.

(") 20" = Cuando la extracción se realiza con mano de obra (a pulso).

30" = Cuando la extracción se realiza con cargador frontal o equipo similar.

(") 66 dm³ = Cuando la extracción se realiza con mano de obra (a pulso).

230 dm³ = Cuando la extracción se realiza con cargador frontal o equipo similar.

De acuerdo a lo descrito anteriormente clasificamos los materiales de fundación como Terreno Normal.



Oficina:
Paseo José Olaya, Mz. J-Lote 2,
Av. Luis Menaes 8° Cuadra,
Chilca Alta - Chilca - Ica.

E-mail : estebanechevarriaingenieros@gmail.com
Celular : 946 833 891 / 945 454 729
Oficina : 944 887 316
Fijo : 006-318500

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Generalidades

1. El presente informe corresponde a la realización del estudio de mecánica de suelos para el proyecto: "AERÓDROMO MANCORA".
2. El proyecto se encuentra ubicado en la MANCORA, CONTRALMIRANTE - TUMBES.



Sismicidad

3. Los parámetros sísmicos encontrados se han determinado de acuerdo a la zona, tipo de suelo y condiciones en las que se encuentran in-situ.
4. De acuerdo a la nueva Norma Técnica NTE E-30, (D.S. N° 003-2016-VIVIENDA, D.S. que modifica La Norma Técnica E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Aprobada por D.S. N° 011-2006-VIVIENDA, Modificada con D.S. N° 002-2014-VIVIENDA), y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda utilizar en los diseños Sismo - Resistentes los siguientes parámetros:

Perfil del Suelo	:	S2
	:	Suelos Intermedios
	:	Velocidad de propagación de onda de corte entre:
	:	180 m/s y 500 m/s
	:	Arena densa, gruesa o media
	:	SPT N60, entre 15 y 50
Factor de Suelo	:	z=0.45
Factor de amplificación del suelo	:	S=1.05
Periodo que define la plataforma del espectro	:	Tp=0.00
Categoría de la Edificación	:	B (Edificaciones Importantes)
Factor de Uso	:	U=1.3
Sistema Estructural	:	Estructuras de Acero tipo (SMF, MF, SCBF, OCBF y EBF). Estructuras de Concreto Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albóndiga Armada o Coelada Estructuras de Madera.



Geología

5. La zona evaluada presenta una geomorfología correspondiente a la Región Costanera, con relieve moderado y conformado por una franja de ancho variable entre 5km a 30 km.
6. Los materiales encontrados en la profundidad activa de fundación corresponden a suelos jóvenes de formación muy reciente, estos no se muestran consolidados; y se encuentran toda la zona evaluada.
7. Las obras proyectadas no son influyentes en la geomorfología de la zona evaluada, por tanto no modificarán el equilibrio geológico presente.
Así mismo la geodinámica externa no produce alteraciones en la geología que comprometan el proyecto.

Mecánica de Suelos

8. Para determinar las características físicas y mecánicas de los materiales presentes en la zona activa de fundación se realiza 05 (cinco) exploraciones (calicata a cielo abierto).
9. Las características físicas y mecánicas encontradas se utilizaron para realizar la descripción de la exploración y los registros de excavación y los perfiles estratigráficos.
10. El material dominante encontrado hasta la profundidad de 2.00 m, en las Calicatas:
C-01: M-01 y M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
C-02: M-01 (SW) Arena Bien Graduada sin Finos.
M-02 y M-03 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
C-03: M-01 (SW) Arena Bien Graduada sin Finos.
M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
C-04: M-01 (SW) Arena Bien Graduada sin Finos.
M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.
C-05: M-01 y M-02 (SP) Arena Mal Graduada sin Finos.

La cual no se muestran consolidadas, con un contenido de humedad moderado.

11. De acuerdo a las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio se clasifica el suelo pero las excavaciones como **Terrazo Normal**.



12. Las exploraciones presentan 2,00 metros de profundidad (máxima), encontrándose muestras definidos como M-01, M-02 y M-03 respectivamente, en las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05, definidos en los perfiles de exploración.

13. Las Propiedades mas Importantes de las Muestras, de la Calicatas 01, 02, 03, 04 y 05, es:

Las Propiedades mas Importantes de la Muestra, (SP) son:

- Es Permeable en Estado Compactado.
- Presenta Buena Resistencia al Corte en estado Compacto y Saturado.
- Muy Baja Compresibilidad en Estado Compacto y Saturado.
- Regular Facilidad de Tratamiento en Obra.

Las Propiedades mas Importantes de la Muestra, (SN) son:

- Es Permeable en Estado Compactado.
- Presenta Excelente Resistencia al Corte en estado Compacto y Saturado.
- Despreciable Compresibilidad en Estado Compacto y Saturado.
- Excelente Facilidad de Tratamiento en Obra.



14. De utilizar una cimentación de tipo superficial, se recomienda un mejoramiento del suelo, del área en estudio de las Calicatas C-01, al C-05, a partir de 2,00 m, de la profundidad explorada, logrando con ello, un incremento de su densidad y por consiguiente aumento de su resistencia al corte, una disminución del grado de compresibilidad y un mejor comportamiento frente a la acción de sismos, descartando algún efecto de licuación.

Logrando así el mejoramiento de la característica a Despreciable Compresibilidad en Estado Compacto y Saturado, teniendo un buen comportamiento frente a la acción de sismos, descartando además algún efecto de licuación.

15. Con el mejoramiento del suelo, traducido en un incremento de su densidad, se recomienda incrementar la profundidad de excavación a -0.80 m, para luego proceder a compactar y humedecer, utilizando como referencia los datos obtenidos del Proctor Modificado. Del mismo modo proceder a efectuar el tratamiento del material propio, utilizando material seleccionado pesante por la malla 3/4", colocando luego este en dos capas de 0.40 m, para luego proceder a compactar y humedecer, utilizando la referencia de los datos obtenidos del Proctor Modificado.

La maquinaria apropiada a utilizar deberá ser un Rodillo Liso.

16. Con el mejoramiento del suelo, traducido en un incremento de su densidad, se debe obtener un suelo capaz de registrar un grado de asentamiento no mayor a 2.00 cm.

Oficina:
Pasaje José Díaz, Mz. J—Lote 3,
Av. Luis Muisa 8° Cuadra,
Chilca Alta — Chíncha — Ica.

E-mail : esteban@eeisac.com
Celular : 968 833 991 / 945 454 728
Oficina : 964 887 318
Fijo : 068-318000

17. En aplicación de la norma técnica NTE E-30, por Condiciones Geotécnicas, los suelos se clasifican tomando en cuenta las velocidades promedio de propagación de las ondas de corte o alternativamente para suelos granulares, el promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.

Por lo tanto esto corresponde a un tipo de suelo de perfil tipo E2:

- Suelos intermedios, en la misma que están comprendidos los medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte entre 180m/s y 500m/s.
 - Suelo Cohesivo Compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada entre 50 KPa (0.5 Kg/cm²) y 100 KPa (1 Kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
18. Durante la fase de campo no se ha detectado la presencia de nivel freático estático a la profundidad de 2.00 m. en las zona de influencia de las calzadas 1.

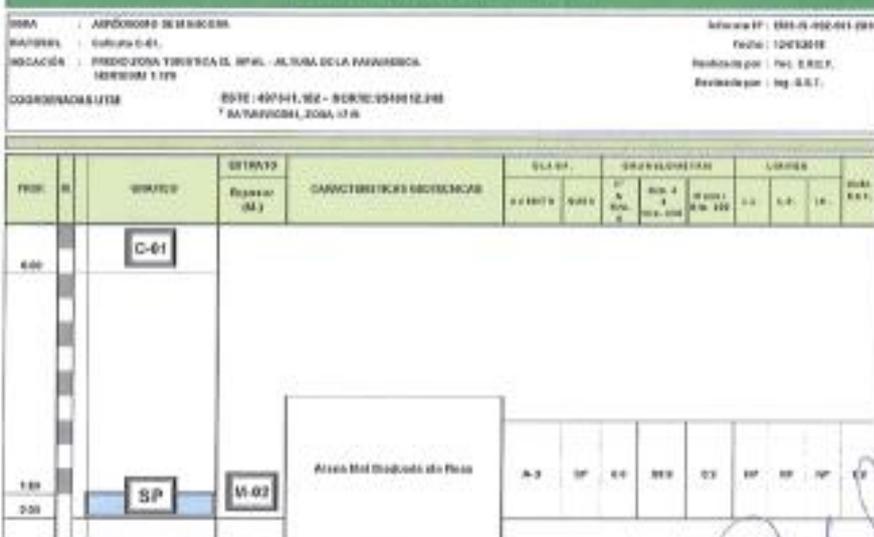
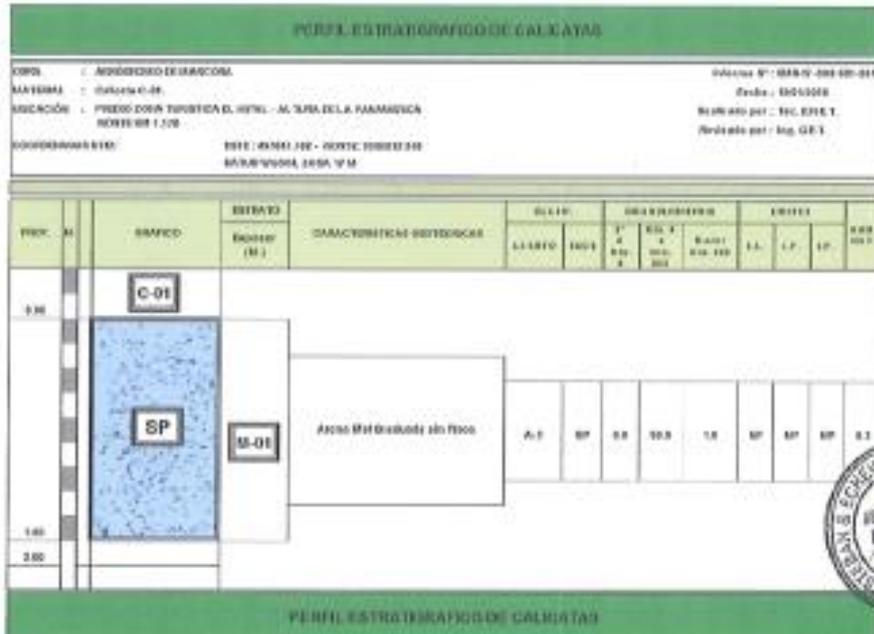
Del Estudio

19. Para efectos de Diseño Estructural del Pavimento se obtienen los datos del CBR de la Sub Rasante, con un coeficiente de Compactación, del orden del 15%, además de la Capacidad Portante mas desfavorable equivalente a 1.00 Kg/cm² o su equivalente 14.22Psi.
20. Por lo tanto se recomienda colocar sobre la sub rasante compactada, una Sub Base Granular de 20 cm, de espesor, compactada como mínimo al 95% de su Máxima Densidad Seca del Ensayo Proctor Modificado; además de una capa de Base Granular de 20 cm, de espesor, compactada como mínimo al 100% de su Máxima Densidad Seca, para colocar sobre esta la carpeta asfáltica en caliente de 5 cm, de espesor.
21. Respecto a las fallas en la construcción de pavimentos, no solo dependen del mal comportamiento del suelo, sino de la mala compactación de la sub rasante, sub base y base granular, así como también de la mala calidad de los materiales, mano de obra no calificada, falta de adecuado control de obra.



Oficina:
Paseo José Olayo, Mz. J.-Lote 2,
Av. La Masón 8° Casilla,
Ciudad Alta — Chicla — Ica

E-mail : esteban@echevarriaingenieros.com
Celular : 956 833 891 / 956 464 720
Oficina : 804 887 310
Fijo : 856-318000



Oficina:
 Pasaje José Obeso, Mz. J—Lote 3,
 Av. Luis Mejía 8° Cuadra,
 Chitocha Alto — Chitocha — Ica

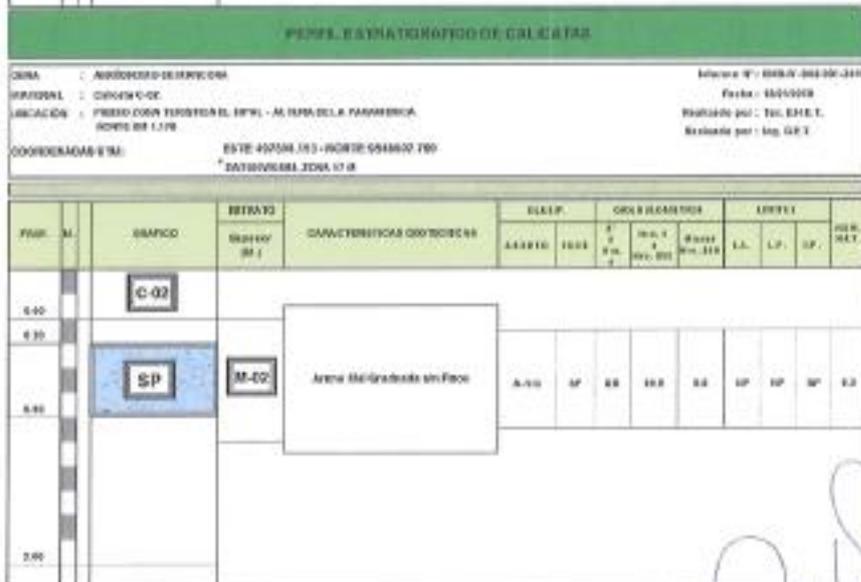
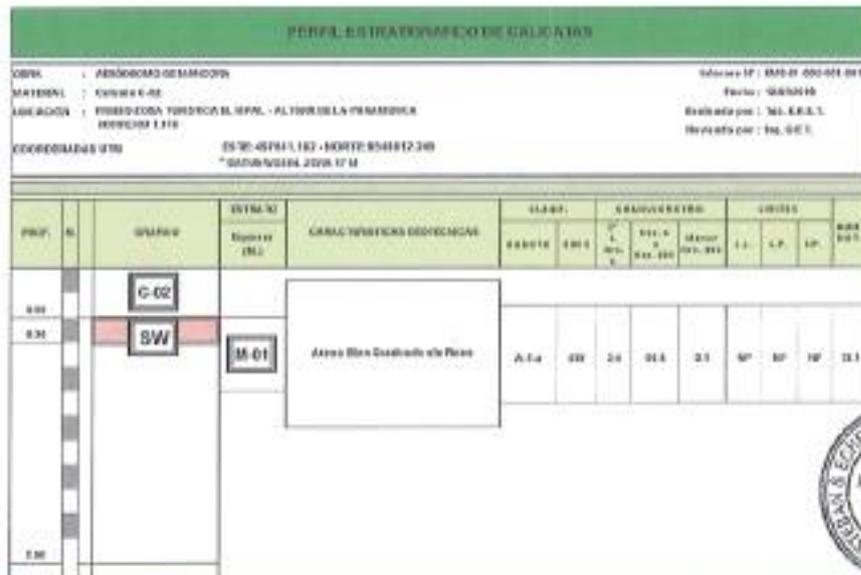
E-mail : estebanchevalar@ingenieroscc@gmail.com
 Celular : 985 833 081 / 045 454 720
 Oficina : 804 957 319
 Fijo : 050 310600

Esteban Chevalar
 Ingeniero Civil
 No. 1540112348



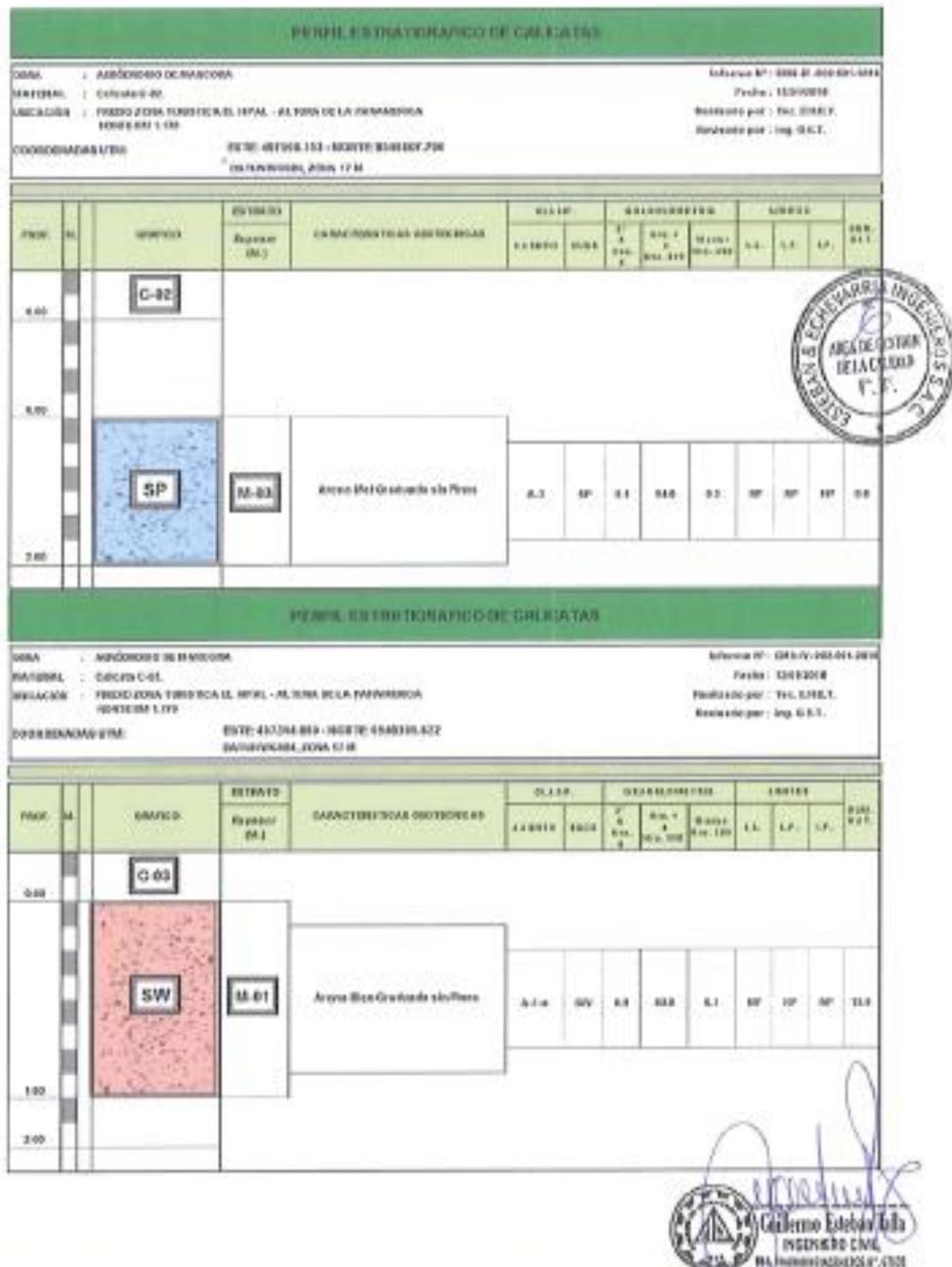
Análisis, Control de Calidad y Ensayo de Materiales

Informe N° ENS- IV-002-001-2018



Dirección: Puesto José Olaya, Mc. J—Lote 3, Av. Luis Mazaña 8° Cuadra, Chacho Alta — Chicla — Km.

E-mail : establecimientoingenierosac@gmail.com
 Celular : 999 833 051 / 946 454 720
 Oficina : 994 907 510
 Fijo : 099 318800



Oficina:
 Pasaje José Olaya, Mc. J - Lote 5,
 Av. Luis Mascareño 8° Cuadra,
 Chicaña Alta - Chicaña - Ica.

E-mail: edibaechevarriaingenieros@msn.com
 Celular: 994 833 061 / 915 454 728
 Oficina: 994 807 310
 Fijo: 099-318000

PEPEL ESTRATIFICADO DE CALZADAS												
OBRERA: ARRENDAMIENTO DE MANO DE OBRERA MARCA: Calceca C-04 ASOCIACIÓN: PRODUCTORA TURFICA EL NINIL - AL TAMA DE LA PARRANDA NOROCCIDENTE 1.079 COORDENADAS UTM: ESTE 404411.110 - NORTE 9041010.000 DATOS DE LOCALIZACIÓN: BAYBARRIOS 2008 11 0						Informe Nº: EMS-IV-002-001-2018 Fecha: 02/03/2018 Reducido por: Ing. EDE T. Reducido por: Ing. O.E.T.						
PROG. N.	MARCA	ESTRATO	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS	SUELO		DATOS DE LOCALIZACIÓN			MUESTRA			
				ALCANTARILLADO	TIPO	PROF. (cm)	PROF. (cm)	PROF. (cm)	L.A.	L.P.	L.P.	PROF. (cm)
0.00	C-04											
0.00	SP	M-01	Área del Detalle en Foto	A-14	SP	03	30.0	0.0	SP	SP	SP	03



PEPEL ESTRASTRIFICADO DE CALZADAS												
OBRERA: ARRENDAMIENTO DE MANO DE OBRERA MARCA: Calceca C-06 ASOCIACIÓN: PRODUCTORA TURFICA EL NINIL - AL TAMA DE LA PARRANDA NOROCCIDENTE 1.079 COORDENADAS UTM: ESTE 404411.110 - NORTE 9041010.000 DATOS DE LOCALIZACIÓN: BAYBARRIOS 2008 11 0						Informe Nº: EMS-IV-002-001-2018 Fecha: 02/03/2018 Reducido por: Ing. EDE T. Reducido por: Ing. O.E.T.						
PROG. N.	MARCA	ESTRATO	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS	SUELO		DATOS DE LOCALIZACIÓN			MUESTRA			
				ALCANTARILLADO	TIPO	PROF. (cm)	PROF. (cm)	PROF. (cm)	L.A.	L.P.	L.P.	PROF. (cm)
0.00	C-05											
0.00	SP	M-01	Área Muestra de Foto	A-3	SP	28	30.0	0.0	SP	SP	SP	03

[Handwritten Signature]
 Guillermo Esteban Tello
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 10000000000000000000

Oficina: Pasaje José Clays, Mz. J-1-Lote 3, Av. Luis Masferrer 8° Cuadra, Chiriquí - Chiriquí - C.R.
 E-mail: ecastanochoveraingenierosac@gmail.com
 Celular: 068 833 081 / 995 454 720
 Oficina: 064 807 319
 Fijo: 068 210090



PZPPL ESTRATIGRAFICO DE GALCATOR												
EMPRESA : INSTITUTO DE INGENIEROS PATRÓN : 0401400-05 SITUACIÓN : PUNTO DONA PUNTO EL IMPAL - AL TEMA DE LA PARQUEER IDENTIFICACION : 1195 COORDENADAS UTM : 9876543210 - 9876543210 DATUM UTM : UTM 12 M										Admisión N° : 000-IV-001-001-2018 Fecha : 06/05/2018 Realizado por : Ing. EJEZ, Realizado por : Ing. BSA.		
PROF. M	GRANFO	DETALLE	CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS	CLASIF.		ORGANOMETRICA			LÍMITES			
				U	U ₁₀	U ₃₀	U ₆₀	U ₁₀₀	U ₂₀₀	L.L.	L.P.	I.P.
0.00	C-05											
0.40												
1.00	SP	B-02	Area del Gravel de Pava	A-1-a	SP	11.4	800	83	SP	SP	SP	1.8



Oficina:
 Pasaje José Cayo, Mc. J—Lata 3
 Av. Luis Mascaró 3° Casilla
 Chicha Alta — Cacha — Ica

E-mail : estaciones@institutoeic.com
 Celular : 956 853 601 / 945 454 720
 Celular : 956 867 310
 Fijo : 056-318600



**CALICATA N° 01.
MUESTRA M-1.**

Oficina:
Pasaje José Olaya, Mz. J—Lote 2,
Av. Luis Montano 8° Canton,
Cheche Alta — Chacabamba — Ita.

E-mail : estelonechechecheche@esac.com
Celular : 995 833 891 / 945 454 729
Oficina : 994 887 310
Fijo : 026-318930

Guillermo Esteban Fiala
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO INGENIEROS N° 2008

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
NORMAS: ASTM D 153, NTC 157, 200						
CENSA	LABORATORIO CENSA/COCA		Informe N°: EMS-IV-002-001-2018			
MATERIAL	: Calicata C-01		Fecha: 20/10/2018			
UBICACIÓN	: PREDIO ZONA TURÍSTICA EL REVAL - AL TURA DELA PAMARIBOGA NOROCCIONAL L.176		Realizado por: Tec. C.R.C.T.			
			Revisado por: Ing. O.R.T.			
COORDENADAS UTM:	ESTE: 492641.182 - NORTE: 9548912.288 DATUM: WGS84, ZONA: 17 M					
MUESTRA	: C-01/M-05					
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00					
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	NET. PASE	WGT. AC.	% Q PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
0"	75.000					PELLO TOTAL = 100% 0"
2 1/2"	63.500					
3"	76.200					
4 1/2"	111.750					LIMITE FINO = 10"
5"	125.000					LIMITE PLASTIC = 10"
3/4"	19.000					ARENA PLASTIC = 10"
1/2"	12.500					CLASIF. ARENOS = A-3 (0)
3/8"	9.500					CLASIF. ARENOS = 50"
1/4"	6.250				100.0	GRAN. ARENOS = 2.054 g/100g
0.4"	4.750	14.0	0.0	8.8	89.2	FRACCION = 11.750 %
0.8"	2.000	118.8	0.0	7.5	92.7	
0.150"	2.000				92.7	
0.300"	1.180	169.8	0.2	10.0	90.0	
0.600"	6.000	172.9	0.4	24.9	75.1	
0.850"	6.420				75.1	
1.180"	6.350	989.0	64.2	10.1	30.9	
2.000"	6.350	369.0	17.4	66.6	1.5	
4.750"	6.350	48.0	2.5	10.0	1.0	
7.500"	6.350	18.0	1.0	100.0		
FRACCION		1.032.0				Coef. Uniforme = 2.6
TOTAL		1.032.0				Coef. Curvatura = 2.4
Descripción suelo:	Arena Mal Gradada con Fines				Porcentaje	Baja




Guillermo Esteban Gallo
 INGENIERO CIVIL
 No. Colegiado: 11.818.0001

Oficina
 Pasaje José Obeyes, U2 - Lote 3,
 Av. Luis Meneses 1° Casita,
 Chiriquí Abajo - Chiriquí - C.R.

E-mail: esteban@centroingenieros.com
 Celular: 028 833 061 / 043 454 129
 Oficina: 064 907 370
 Fijo: 060 310690



Análisis, Control de Calidad y Ensayo de Materiales

Informe N° EMS-IV-002-001-2018



HUMEDAD NATURAL					
ASTM D 2216, MTC E 166-1440					
CERVA : ANFÓRIZADO DE HEMICORA		Informe N° : EMS-IV-002-001-2018			
MATERIAL : Calicla C-01.		Fecha : 02/01/2018			
UBICACIÓN : PIEDRO ZONA TURISTICA EL HVAL - ALTURA DE LA PAMAMERICA NORTE KM 1.170		Realizado por : Tsc. EJAET.			
COORDENADAS UTM: COTE: 487641.182 - NORTE 9848812.249 DATUM WGS84, ZONA 17 N		Revisado por : Ing. G.E.T.			
MUESTRA : C-01 / M-01					
PROF. (m) : 8.00 - 1.00					
N° ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
N° TAMBO		0	0	11	
PESO TAMBO + SUELO HANEDO	(g)	205.70	205.70	205.70	
PESO TAMBO + SUELO SECO	(g)	189.80	189.80	189.80	
PESO DE AGUA	(g)	9.90	9.90	9.90	
PROPOR. TAMBO	(g)	39.06	39.06	39.06	
PESO DE SUELO SECO	(g)	150.00	150.00	150.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	6.3	6.3	6.3	6.3

Observaciones:


 Guillermo Esteban Tello
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO NACIONAL N° 4181

Oficina
 Pasaje José Clavijo, Mz. J-Lote 1,
 Av. Luis Muisaño 8° Casera,
 Checha Alta — Chónche — Ica.

E-mail : eesteban@eeisac.com
 Celular : 995 633 091 / 945 454 729
 Oficina : 394 887 310
 Fijo : 058-318030

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SIELOS POR TAMIZADO						
ASTM D 422, ACHISO 1-84, NTC 147 2008						
OBRA	: AERÓDROMO DE MANCORA			Informe N° EMS-IV-002-001-2018		
MATERIAL	: Calicla C 01			Fecha: 18/02/18		
UBICACIÓN	: PERIÓDICO SURISTICA EL IMPAL - ALTIMA DE LA PAMARIBO			Realizado por: Tcn. ENLET		
	: NOROCCM 1.170			Revisado por: Ing. G.E.T.		
COORDENADAS UTM	: ESTE: 497441,142 - SURTE: 9840612,246					
	: DATUM WGS84, ZONA 17 S1					
MUESTRA	: C-01 1 M-02					
PROF. (m)	: 1.80 - 2.00					
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RES.	RET. PAR.	RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.800					PESO TOTAL = 52.510 gr
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					1.000 LINDADO = 18"
1"	25.400					1.000 FLOTTON = 18"
3/4"	19.000					1.000 FLOTTON = 18"
3/2"	12.500					CLASIF. SANDS = A-3 (S)
3/8"	9.500					CLASIF. SANDS = SP
3/4"	4.750			100.0		MAX. BESO. SIELO = 2.000 g/5%
#4	4.750	28.0	0.0	0.0	53.4	HUMEDAD (%) = 11.200 %
#10	2.000	28.0	0.0	1.0	55.5	
#16	2.000				55.5	
#30	1.190	44.5	1.0	2.0	57.1	
#30	0.600	44.5	1.5	4.4	58.6	
#40	0.420				58.6	
#60	0.250	2.700.0	25.5	50.0	58.1	
#100	0.149	288.0	3.0	58.0	57.3	
#200	0.075	38.0	1.1	66.0	52.2	
#425	0.100	6.0	3.2	100.0		
FINACIEN		0.250.0				Coef. Uniformidad = 1.2
TOTAL		5.250.0				Coef. Curvatura = 3.0
Descripción muestra:	Arena Mal Gradaada sin Fines					Coef. de Esfuerzo = 8.0



Oficina:
 Pasaje José Claya, Int. J-Lote 3,
 Av. Luis Moscoso 8° Cuadra,
 Chirca Alto - Chirca - Ica.

E-mail: estaciondeingenieros@graf.com
 Celular: 984 833 031 / 984 454 729
 Oficina: 984 837 315
 Fijo: 051-519506



HUMEDAD NATURAL				
ASTILO 2216, NIVEL 198-2009				
OBRA :	ADROCOMIO DE MANCORA			Informe N° : EMS-IV-002-001-2010
MATERIAL :	Calicata C-01.			Fecha : 10/10/2010
UBICACIÓN :	PRECIO ZONA TURISTICA EL HUAL - ALTURA DE LA PAMPAERCA SORTE KM 1.179			Realizado por : Tec. E.H.E.T.
COORDENADAS UTM:	ESTE : 491641.182 - NORTE : 9548812.243 DATUM WGS84, ZONA 17 M			Revisado por : Ing. G.E.T.
MUESTRA :	C-01 / M-02			
PROF. (m) :	1.83 - 2.00			
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	5	0	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	240.80	240.80	240.80	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	238.00	238.30	238.50	
PESO DE AGUA (g)	2.30	2.30	2.30	
PESO DEL TARRO (g)	39.00	39.00	39.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	199.00	199.30	199.50	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.2	1.2	1.2	1.2

Observaciones:


Guillermo Esteban Talla
 INGENIERO CIVIL
 N° 102080 DE REGISTRO N° 4194

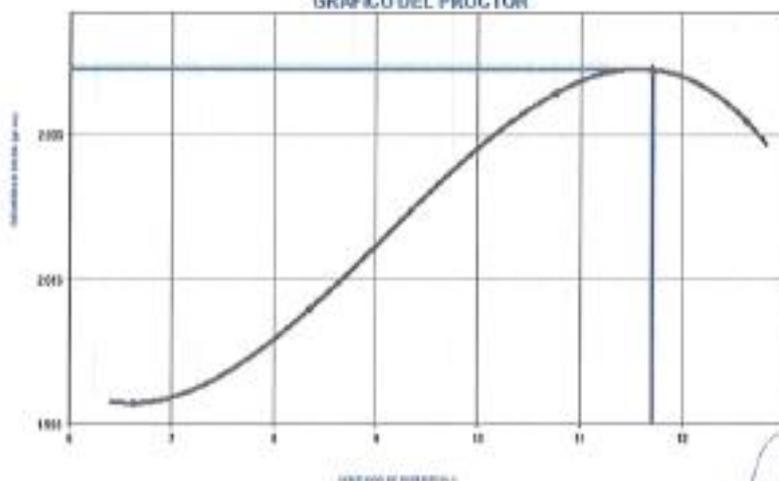
Oficina
 Pasaje José Olayo, Mz. J-Lote 3,
 Av. Luis Mataró 1° Cra. de
 Chiriquilla - Chiriquilla - Ca.

E-mail : especialidaddeingenieria@esac.com
 Celular : 950 833 051 / 945 454 725
 Oficina : 064 867 315
 Fijo : 080 2 93600

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
ASTM D-1557, ISO 22811-2006					
OBRA : ANILÓBOLDO DE MARCOR			Informe N° : EM-IV-002-001-2018		
MATERIAL : Calicada C-45			Fecha : 13/01/2018		
UBICACIÓN : PUNTO ZONA TURISTICA EL IMPAL - AL TIRSA DE LA PAMARIBACA NORTE KM 1.198			Realizado por: Tec. E.H.E.T.		
COORDENADAS UTM : ESTE : 497411.400 - NORTE : 941810.240			Realizado por: Ing. E.C.T.		
DATOS GENERALES, ZONA 17 M					
MUESTRA : C-41/M-02					
PROF. (m) : 1.80 - 2.00					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2067.3	PESO DEL MOLDE (gr.) :			
		1	2	3	4
MUESTRO DE ENSAYOS					
PESO SUELO + MOLDE	7110	7290	7360	7460	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4866	4881	4873	4791	
PESO VOLIUMETRICO HUMEDO	2.358	2.358	2.287	2.285	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPITE (gr)	9	15	18	8	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	365.5	318.0	355.3	347.3	
PESO SUELOS SECO + TARA	352.8	299.6	309.9	309.8	
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.06	0.06	
PESO DE AGUA	12.70	18.40	14.40	13.90	
PESO DE SUELO SECO	342.58	281.59	300.80	308.80	
CONTENIDO DE AGUA	4.87	8.36	18.77	15.89	
PESO VOLIUMETRICO SECO	1.668	2.411	2.041	2.037	
CONSIDERACIONES:	2.044	gr/ce	HUMEDAD OPTIMA:		11.700



GRAFICO DEL PROCTOR



Oficina:
Pasaje José Olayo, Mz. J - Lote 3,
Av. Luis Mascaró 8° Casilla,
Chincha Alta - Chincha - Ica.

E-mail : esteban@eisaningenieros.com
Celular : 959 833 091 / 945 464 728
Oficina : 064 857 250
Fijo : 055 318830



**CALICATA N° 02.
MUESTRA M-1.**

Oficina:
Pasaje José Olea, Mz. J—Lote 3
Av. Luis Miesano 8° Cusko.
Chicla Alta — Chicla — Ica.

E-mail : estacionchevita@eiesac.com
Celular : 988 833 001 / 945 454 720
Oficina : 064 807 318
Fijo : 060-198600

Guillermo Estrella Tala
INGENIERO CIVIL
REG. 000000462470547, 1989



**CALICATA N° 02.
MUESTRA M-1.**

Oficina:
Pasaje José Ortega, No. 2 - Lote 3,
Av. Luis Macedo 6° Cuadra,
Chiriquito Alto - Chiriquito - Ica

E-mail : calificacionmateriales@eesac@gmail.com
Celular : 986 833 001 / 946 454 720
Oficina : 054 907 315
Fijo : 059 3 18600



Guillermo Esteban Tello
INGENIERO CIVIL
No. 100000140048947 (1/02)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
AD-01-033, KARAYO TUBO MTC-107-0000						
OBRA	AGRICULTIVO DE MARCONA			Informe N°: EMS-IV-002-001-2018		
MATERIAL	Caliche C-02			Fecha: 10/10/2018		
UBICACIÓN	PREDIO ZONA TURÍSTICA EL HUAL - AL TUBA DE LA PUNAMARCA, NOROCCIDENTAL 1.170			Realizado por: Tsc. ETCET		
COORDENADAS UTM	Easting: 490841.902 - Norte: 5656612.240 DATUM WGS84, ZONA 17 M			Revisado por: Ing. G.E.T.		
MUESTRA	C-02 / M-01					
PROF. (m)	0.30 - 0.30					
TAMIZ	ABRTE. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DETERMINACION DE LA MUESTRA
3"	75.000					PESO TOTAL = 2.054.0 g
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					
1 1/2"	38.000					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500	99.0	3.4	3.4	96.6	LIQUE LEGADO = 10"
1/4"	6.250					LIQUE PLASTICO = 10"
#4	4.750	499.0	24.3	27.8	72.2	RECE PLASTICO = 10"
#6	3.000	481.0	23.4	51.2	48.8	CLASIF ARENOS = A-1-s (S)
#10	2.000					CLASIF ARENOS = SW
#20	1.000	385.0	18.8	70.0	30.0	MAX DEMO 300A = 1.887 g/m³
#40	0.500	362.0	17.6	87.6	12.4	HUMEDAD OPT = 8.390 %
#60	0.250	279.0	13.6	93.6	6.4	
#100	0.149	68.0	3.3	96.9	3.1	
#200	0.075	9.0	0.4	100.0	0.0	
<# 200	>0.075	1.0	0.1	100.0	0.0	
FRACCIÓN		1.965.0				Coef. de uniformidad = 8.0
LCRNL		2.054.0				Coef. de curvatura = 1.7
Descripción suelo:	Arena Fina Graduada en Fines				Por absorción	Bajo



Guillermo Esteban Villa
Guillermo Esteban Villa
 INGENIERO CIVIL
 RUC: 101010101010101010

Oficina
 Pasaje José Chávez, Mo. J-Lote 3,
 Av. Luis Mataró 6° Creada,
 Chiriquito Alto - Chiriquito - Ca.

E-mail : eeisac@ecoracion.com
Celular : 099 833 091 / 945 454 720
Oficina : 084 957 319
Fijo : 089 158000



ASTM D 2718 - 10C 1002400				
OBRA :	ARRÓCRAMO DE MANCORA	Informe N° :	ENS-IV-002-001-2018	
MATERIAL :	Calicota C-62	Fecha :	20/02/18	
UBICACIÓN :	PREDIO ZONA TURISTICA EL HPAL - ALTURA DE LA PANAMERICANA NOROCCIDENTAL 1179	Realizado por :	Tec. E.N.E.T.	
		Revisado por :	Ing. G.E.T.	
COORDENADAS UTM :	ESTE 487841.902 - NORTE 9540812.248			
	CANTON WAZHA, ZONA 17 M			
MUESTRA :	C-02 / M-01			
PROF. (m)	0.60 - 0.70			
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	5	6	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	199.00	199.00	199.00	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	182.30	182.30	182.30	
PESO DE AGUA (g)	17.30	17.30	17.30	
PESO DEL TARRO (g)	36.90	36.90	36.90	
PESO DEL SUELO SECO (g)	145.30	145.30	145.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.1	12.1	12.1	12.1

Observaciones:

Guillermo Esteban Yalla
INGENIERO CIVIL
C.O. 000001140260907-1, 0110

Oficina
Pasaje José Olayo, Mz. J-Lote 3,
Av. Luis Morsazo P° Ciudad,
Chimbo Alto - Chibcha - Ica.

E-mail : estebanchoyvan@ingenierosac@gmail.com
Celular : 958 833 051 / 945 454 120
Oficina : 064 807 315
Fijo : 055-216690

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
ASTM D-1557, NTC 8115-2008					
OBRA : AERÓDROMO DE IMAHOA			Informe Nº : EMS-IV-002-001-2018		
MATERIAL : Celofán C-02			Fecha : 12/01/2018		
UBICACIÓN : PREDIO ZONA TURÍSTICA EL NEPAL - ALTURA DE LA PARMERCA NOROCCIDENTAL 1.170			Téc. EJEC. Ing. R.E.T.		
COORDENADAS UTM : ESTE: 40944.180 - NORTE: 95.9812.280 DATUM WGS84, ZONA 17 M					
MUESTRA : C-02 / M-01					
PROF. (m) : 0,00 - 0,20					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2367,5	PESO DEL MOLDE (gr.) :		2705	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE		8670	7030	7100	7108
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO		4184	4304	4394	4484
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO		2.014	2.091	2.125	2.142
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECORTES No.		9	11	10	8
PESO SUELO HÚMEDO + TARA		317,8	321,9	283,3	323,0
PESO SUELOS SECO + TARA		317,8	299,8	257,0	296,0
PESO DE LA TARA		0,00	0,00	0,00	0,00
PESO DE AGUA		20,88	22,10	23,30	24,00
PESO DE SUELO SECO		317,00	299,80	257,00	296,00
CONTENIDO DE AGUA		6,59	7,37	9,07	8,11
PESO VOLUMÉTRICO SECO		1,881	1,948	1,860	1,900
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	1,997	gr/cc		HUMEDAD ÓPTIMA: 8,360	




Guillermo Esteban Valle
 INGENIERO CHIL
 DEL INSTITUTO NACIONAL DE PROFESIONES

Oficina:
 Pasaje José Olayo, Nr. 2 - Lota 2,
 Av. Luis Matanzo 8° Cuadra,
 Chetopa Alto - Chetopa - Ica

E-mail : estebanvalle@ingenierosac.com
 Celular : 986 833 891 / 945 454 728
 Oficina : 804 887 310
 Fijo : 026-318830



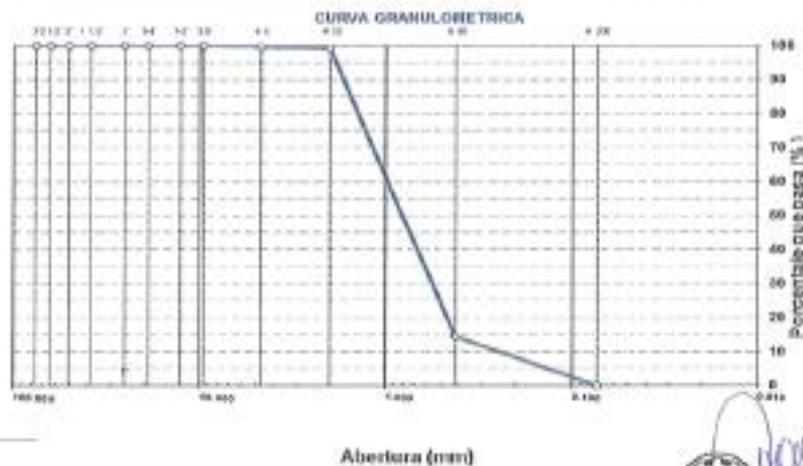
**CALICATA N° 02.
MUESTRA M-2.**

Guillermo Esteban Sola
INGENIERO CIVIL
REG. ÚNICO NACIONAL N° 1100

Ciudad
Pasaje José Celso, Mz. J-4 lote 3,
Av. Luis Mazauro 8° Ciudad,
Chiriquí Alto — Chiriquí — Pa.

E-mail : estaciondeingenieriamaterial@gmail.com
Celular : 005 833 0611 / 945 454 729
Oficina : 005 807 318
Fijo : 005 218600

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
NORMA 422, ABRIL 1981, ITC 6-1973/89						
OBRA : AERÓDROMO DE MANICORA			Informe Nº : EMS-IV-402-001-2018			
MATERIAL : Carbón C.02			Fecha : 12/9/2018			
UBICACIÓN : PROYECTO ZONA TURÍSTICA EL NEPAL - ALTURA DE LA PAMPERUCA NORTE Nº2 1.º STO			Realizado por : Tec. E.H.U.T.			
COORDENADAS UTM: ESTE: 49704.163 - NORTE: 954862.796 DATUM WGS84, ZONA 17 N			Realizado por : Ing. G.E.T.			
MUESTRA : C-02 / M-02						
PROP. (%) : 0,20 - 0,40						
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	% RET. PAVC.	% RET. AC.	% Q. PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
9"	20.000					PESO TOTAL = 2.000,0 gr
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					LIBRE ELIGIDO = 10"
1"	25.400					LIBRE ELIGIDO = 10"
3/4"	19.000					LIBRE ELIGIDO = 10"
1/2"	12.500				100,0	CLASE AUMENTO = A-5-0 (R)
3/8"	9.500	1,0	0,0	0,0	100,0	CLASE PASA = 8"
1/4"	6.350				100,0	MAX. TRANS. SECA = 2.000,0 gr
8#	4.750	99,0	0,4	0,4	99,6	HUMEDAD OPT. = 11,300 %
8#	2.300	0,0	0,3	0,7	99,3	
# 10	2.000				99,3	
# 10	1.100	92,0	0,5	1,2	99,0	
# 30	0.600	2.000,0	101,5	85,7	14,3	
# 40	0.425				14,3	
# 50	0.300	288,0	0,3	0,0	0,0	
# 100	0.149	145,0	0,5	0,0	0,5	
# 200	0.075	10,0	0,5	100,0	0,0	
# 200	FUNDO	1,0	0,0	100,0		
FRACCIÓN		2,029,0				Coef. Uniformidad = 2,5
TOTAL		2,000,0				Coef. Curvatura = 2,0
Descripción suelo:		Arena Muy Graduada sin Fines				Porcentaje = Bajo



Oficina:
Paraje José Olayo, Mz. J-1 Lote 3,
Av. Luis Basadre 87 Ciudad,
Chiriquí Alto - Chiriquí - C.R.

E-mail : estalosochevarriah@ingenierosac@gmail.com
Celular : 000 833 081 / 945 454 720
Oficina : 064 857 315
Fijo : 050-318800



Análisis, Control de Calidad y Ensayo de Materiales

Informe N° EMS-IV-002-001-2018



HUMEDAD NATURAL				
ASTM D 2216 - MOCE 103.000				
OBRA :	AERÓDROMO DE IANACORA			Informe N°: EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL :	Calicata C-62			Fecha: 12/01/2018
UBICACIÓN :	PROYECTO ZONA TURÍSTICA EL IMPUL - AL TUBA DE LA PAMAMIRCA NOROCCIDENTAL 1.170			Realizado por: Tec. CH.E.T.
COORDENADAS UTM:	ESTE: 487580.153 - NORTE: 954860.796 DATUM WGS84, ZONA 17 N			Revisado por: Ing. G.E.T.
MUESTRA :	C-02 / N-02			
PROF. (m)	0,18 - 0,26			
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	5	6	51	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	299.60	208.60	299.60	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	208.60	208.60	208.60	
PESO DE AGUA (g)	0.00	0.00	0.00	
PESO DEL TARRO (g)	38.00	38.00	38.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	229.60	229.60	229.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.3	0.3	0.3	0.3

Observaciones:



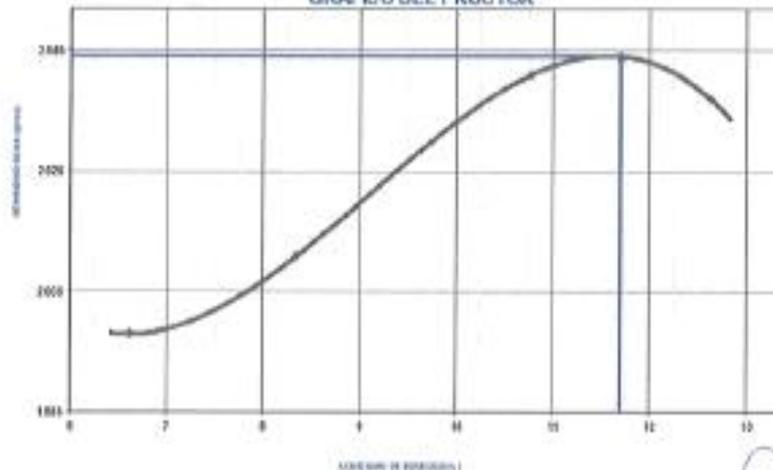
Oficina:
Pasaje José Gálvez, Mz. J - Lote 3,
Av. Luis Matarzo E° Casilla,
Chincha Alta - Chincha - Ica.

E-mail : estebanrosas@ingenierosac.com
Celular : 055 833 091 / 045 454 726
Oficina : 054 807 395
Fijo : 053 310890

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
ARTICULO 5557, SECCION 1114, 2007				
OBRA	AERÓDROMO DE MARICORA			Informe N° : EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL	Caliza C-02			Fecha : 12/01/2018
UBICACIÓN	PIEDRO ZONA TURISTICA EL HUAL - AL SUR DE LA PARRAMERCA NORTE H91 1.170			Revisado por: Ing. E.H.E.T.
COORDENADAS UTM:	ESTE: 481268.034 - SURTE: 9548807.799 DATUM WGS84, ZONA 17 M			Revisado por: Ing. G.E.T.
MUESTRA	: C-02 / U-02			
PROF. (cm)	: 8.20 - 0.80			
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2007,5	PESO DEL MOLDE (gr) :		2706
NÚMERO DE BIFURCOS	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	7110	7210	7300	7480
PESO SUELO HUMEDO CONVENCADO	4004	4004	4074	4744
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.100	2.130	2.261	2.295
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECUPERACIÓN	0	11	10	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA	385.5	395.0	333.3	347.8
PESO SUELO SECO + TARA	342.8	299.6	300.0	306.8
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	22.70	24.50	22.40	30.00
PESO DE SUELO SECO	342.80	299.50	300.00	306.80
CONTENIDO DE AGUA	6.62	8.35	7.47	9.78
PESO VOLUMETRICO SECO	1.808	2.011	2.841	2.072
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.844	g/cc	HUMEDAD OPTIMA:	11.700



GRAFICO DEL PROCTOR




Oficina:
Pasaje José Cayula, Nr. 2 - Codo 3,
Av. Luis Múzquiz 8° Caserío,
Ciénega Alta - Ciénega - Ica.

E-mail : esteban.chavez@eissac.com
Celular : 956 633 001 / 995 454 729
Oficina : 904 887 315
Fijo : 058-318006



**CALICATA N° 02.
MUESTRA M-3.**

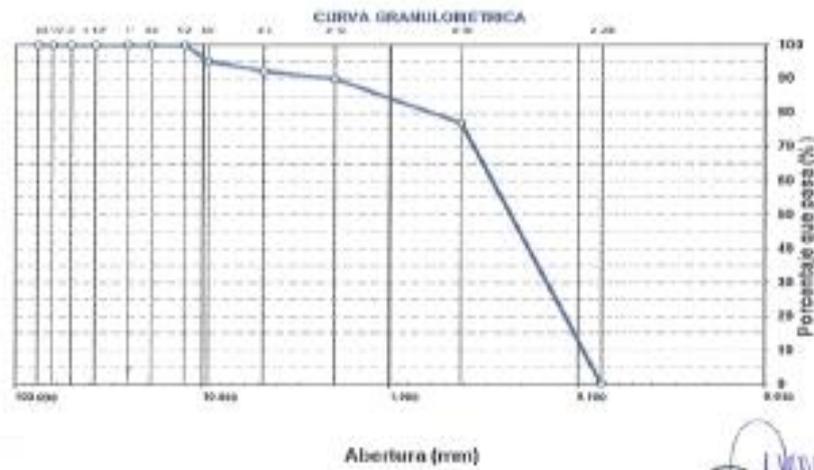


Guillermo Estelapa Eche
INGENIERO CIVIL
M. D. 000001 00000000 0000

Oficina:
Pasaje José Olaya, Mz. J—Lote 3,
Av. Luis Mascaró 8° Cuadra,
Chincha Alta — Chincha — Ica

E-mail : ee@bancheventingeeisac@gmail.com
Celular : 956 833 891 / 945 464 722
Oficina : 304 867 316
Fijo : 056-318900

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
ACTIV. 6-402, ANEXO 7.03, NTC 187-2004							
UBICACIÓN : AERÓDROMO DE MAMORÁ			Informe N° : EMS-IV-002-001-2018				
MATERIAL : CASAS C-05			Fecha : 12/01/2018				
REGIÓN : PROVINCIA TURISCA EL SIPAL - AL TEMA DE LA PARAMERCA BORDO 1.120			Realizado por : Tsc. E.H.T.				
COORDENADAS UTM : ESTE: 697508.183 - NORTE: 948807.200			Revisado por : Ing. M.E.T.				
MUESTRA : C-05 / M-03							
PROF. (m) : 8.80 - 2.00							
TAMIZ	ABRTE (mm)	PESO RET.	% RET. PAVC	% RET. AC.	% Q PASA	DISPOSICIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200					PESO TOTAL = 221.0 gr	
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100					LIQUIDO = 10%	
1"	25.400					LIQUIDO PLASTICO = 10%	
3/4"	19.000					RECIEN PLASTICO = 10%	
3/2"	12.700				90.0	GLAF. AMARILLO = A-2 (R)	
3/8"	9.520	37.0	5.1	5.1	94.9	GLAF. VERDE = 3P	
3/4"	6.350				94.9	MAC. DENS. SECA = 2.044 g/cm ³	
#4	4.750	19.0	2.8	7.8	92.2	HUMEDAD OPT = 15.706 %	
#5	2.300	10.0	2.5	10.3	89.7		
#10	2.000				89.7		
#15	1.180	32.0	4.4	14.7	85.3		
#30	0.600	60.0	8.3	29.0	71.0		
#40	0.425				71.0		
#60	0.250	436.0	60.5	93.5	6.5		
#100	0.149	100.0	14.7	98.2	1.8		
#200	0.074	11.0	1.5	96.7	0.3		
#425	0.300	2.0	0.3	99.0		% Hum. Nat = 0.3	
FINACON		895.0				Coef. Uniformidad = 1.7	
TCOM		221.0				Coef. Curvatura = 2.3	
Descripción suelo:		Arena Mal Gradada sin Flecos				Porcentaje	100



Gustavo Esteban Tola
 INGENIERO CIVIL
 SOC. CIENT. Y PROF. N° 4104

Oficina : Pasaje José Ortega, No. 2 - Lote 3, Av. Luis Mazaño 6° Cuadro, Chicha Alta - Chicha - Ica
 E-mail : esteban@ingenierosac@gmail.com
 Celular : 986 833 091 / 945 464 720
 Oficina : 804 887 316
 Fijo : 026-3 18008



HUMEDAD NATURAL				
ASTM D 2216, MTC E 105 2000				
CERA	: AERÓDROMO DE MANCORA			Informe N°: EMS-IV-002-001-2018.
MATERIAL	: Calicote C-00.			Fecha: 13/01/2018
UBICACIÓN	: PREDIO ZONA TURÍSTICA EL HIMAL - ALTURA DE LA PAMPA HERICA NORTE KM 1.170			Realizado por : Tec. E.R.E.T.
COORDENADAS UTM:	ESTE: 487068.103 - NORTE: 9546007.790 CATUVINGOSIA, ZONA 17 N			Revisado por : Ing. G.E.T.
MUESTRA	: C-00 / M-00			
PROF. (m)	: 0.80 - 2.00			
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIADO
N° TARRO	5	8	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	313.20	313.20	313.20	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	311.00	311.00	311.00	
PESO DE AGUA (g)	2.20	2.20	2.20	
PESO DEL TARRO (g)	39.00	39.00	39.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	272.00	272.00	272.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.8	0.8	0.8	0.8

Observaciones:

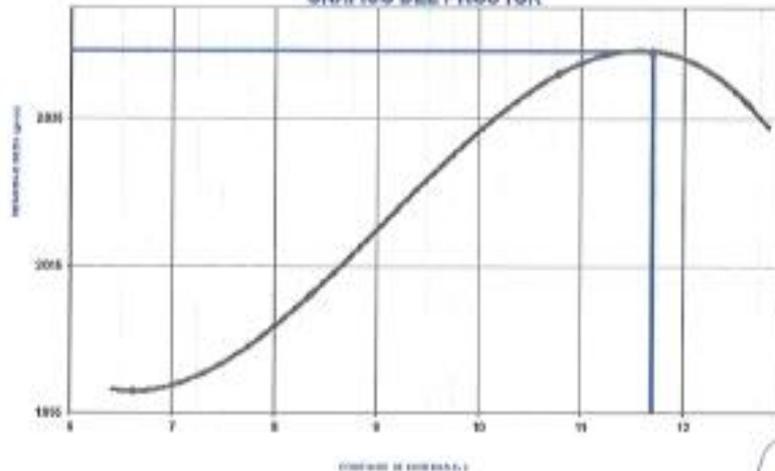
Oficina:
Pasaje José Claya, Mz. J-Lote 3,
Av. Luis Mascaró 8° Casita,
Chacka Alto - Chircho - Ica.

E-mail : esteban@uniondegestoresdecalidad.com
Celular : 955 633 021 / 985 454 729
Oficina : 804 667 318
Fijo : 056-218006

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
ASTM D-1557, INTC E 413-2005				
CARRA	LABORATORIO DE MARIKORA			Informe N°: EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL	Callejón C-02			Fecha: 12/01/2018
UBICACIÓN	PUNTO ZONA TURÍSTICA EL RIVIL - ALTURA DE LA PAMMESCA NOROCCIDENTE 1.170			Realizado por: Tso. E.H.E.T.
COORDENADAS UTM:	ESTE 497560.153 - NORTE 8548867.700 DATUM WGS84, ZONA 17 M			Revisado por: Ing. G.E.T.
ESCALERA	C-001 B-03			
PROF. (m)	0,00 - 2,00			
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2047,5	PESO DEL MOLDE (gr.)		2706
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	7110	7219	7380	7450
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	4404	4504	4675	4744
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	2.150	2.178	2.281	2.285
CONTENIDO DE HUMEDAD				
PROPORTE No.	0	11	12	0
PESO SUELO HÚMEDO + TARA	365.0	318.8	333.3	347.8
PESO SUELOS SECO + TARA	342.0	293.5	300.0	330.8
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DE AGUA	22.70	24.50	32.40	39.00
PESO DE SUELO SECO	342.80	293.50	300.80	300.80
CONTENIDO DE AGUA	6.63	8.35	10.77	12.93
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1.826	2.011	2.041	2.017
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2.044	g/cc	HUMEDAD ÓPTIMA: 11.700	



GRAFICO DEL PROCTOR




Guillermo Esteban Gallo
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO INGENIEROS N° 67105

Oficina:
 Pasaje José Olayo, Vía J-Lote 3,
 Av. Luis Mestanzano 1° Cuadra,
 Casucha Alto - Checha - Ica.

E-mail: calidad@laboratoriomarikora.com
 Celular: 098 833 091 / 945 454 720
 Oficina: 044 857 318
 Fijo: 059 318860



**CALICATA N° 03.
MUESTRA M-1.**

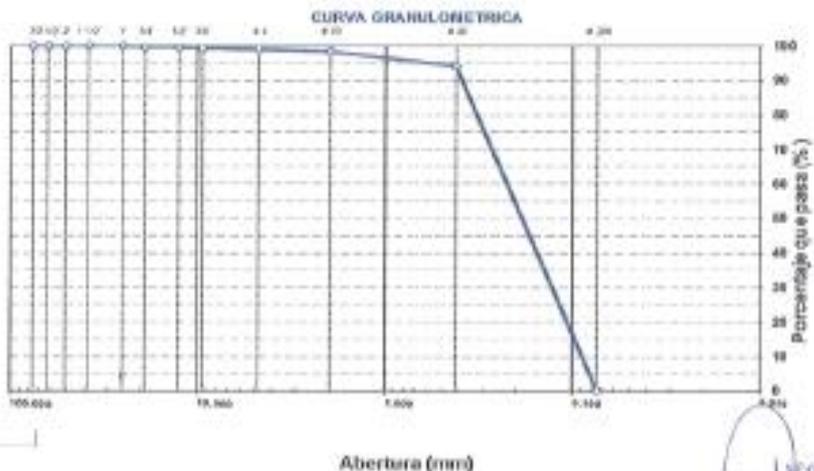


Oficina :
Pasaje José Ojeda, Mz. J- Lote 3,
Av. Luis Martínez 8° Cuadro,
Ciudad Alta — Chicla — Ica

E-mail : estebanesteban@eeisac@gmail.com
Celular : 956 833 091 / 945 454 739
Oficina : 004 887 316
Fijo : 026-218000



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TANIZADO							
CENDE INGENIERÍA S.A.S. - CALLE 140 N° 100 - BOGOTÁ							
OBRA :	ARRIBA DE MAMORRA					Informe N°:	EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL :	Calicó C-03					Fecha:	12/02/2018
UBICACIÓN :	FINCA ZONA TURÍSTICA EL HIPAL - ALTURA DE LA PANAMERICANA NOROCCIDENTAL					Realizado por:	Tec. EHL E
COORDENADAS UTM :	Easting: 487314.880 - Norte: 954836.822 DATUM: WGS84, ZONA: 17 M					Revisado por:	Ing. G.E.T.
MUESTRA :	C-03/14-02						
PROF. (m) :	1.60 - 2.00						
TAMM	AREA (mm ²)	PERCENT	WGT. PARTIC.	WGT. AC.	% C/PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	20 200					TOTAL = 2 022.0 gr	
2 1/2"	63 500						
2"	50 800						
1 1/2"	35 100					LEITE LEONDO = 48'	
1"	25 400				100.0	LEITE PLASTICO = 48'	
3/4"	16 900	95.0	0.0	0.6	99.5	ERDE PLASTICO = 48'	
1/2"	12 500				99.4	CI ASF JABON = A-3 (9)	
3/8"	9 520	8.0	0.2	0.8	99.3	CI ASF SECO = 50'	
1/4"	6 320				99.3	MAX OPEN GRADE = 2 084 gram	
3/16"	4 750	14.0	0.5	1.3	98.9	PERCENTAJE = 11.300 %	
#30	2 300	11.0	0.4	1.6	98.4		
#40	2 000				98.4		
#60	1 190	21.0	0.7	2.4	97.0		
#80	9 000	98.0	3.5	5.9	94.2		
#100	7 070				94.2		
#200	3 530	2 489.0	99.0	10.0	7.4		
#400	0 850	179.0	8.3	10.0	3.0		
#600	0 475	28.0	0.8	99.0	3.1		
#750	0 300	4.9	0.1	99.0		% Humid. Tot. = 6.7	
FINCACION	2 022.0				Coef. Uniformidad	8.3	
TOTAL	2 022.0				Coef. Gradacion	2.8	
Descripción suelo:	Arena Mal Gradada sin Fines				Porcentaje de	Baja	



[Signature]
Gustavo Esteban Gálvez
 INGENIERO CIVIL
 BOGOTÁ - COLOMBIA

Oficina: Paseo José Celso, Vz. J - Lote 3, Av. Luis Mejías E* Cuadra, Chirca Alta - Chirca - Ica
 E-mail: estebanchoyenas@ingenieros.com
 Celular: 088 833 081 / 045 454 128
 Oficina: 084 807 310
 Fijo: 080 318890

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
N° DE ORDEN: AADT0146, M.R. 0107-2009							
ORIGEN : AEROCORMO DE BANCORRA			Informe N° : ENS-IV-002-001-2018				
BATERIAL : Calicata C 03.			Fecha : 12/01/2018				
UBICACIÓN : PROYECTO ZONA TURÍSTICA EL HEPAL - AL SUR DE LA PAMPAZUNGA NOROCCIDENTAL			Muestra por : Top. G.M.E.T.				
COORDENADAS UTM: ESTE: 497344.689 - NORTE: 6246385.622			Muestra por : Top. G.M.E.T.				
DATUM WGS84, ZONA 12 M							
MUESTRA : C-03 / B-01							
PESAJE (gr) : 6,00 - 1,60							
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	SUBT. P.M.C.	SUBT. AC.	% Q P.M.A.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	75.200					PESO TOTAL = 2.150,0 gr	
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500	189,0	8,8	8,8	100,0		
1/4"	6.350						
N°4	4.750	655,0	30,5	30,5	87,5		
N°8	2.360	439,0	20,4	20,4	47,2		
N°10	2.000						
N°16	1.180	319,0	14,8	27,0	32,4		
N°20	0.850	279,0	12,9	50,4	30,7		
N°30	0.425						
N°40	0.300	302,0	14,0	65,7	3,3		
N°60	0.250	64,0	3,0	90,7	0,3		
N°100	0.150	6,0	0,3	100,0	0,0		
N°200	0.075						
N°300	0.060						
FRACCIONES		2.000,0				Coeff. Uniformidad = 18,7	
TOTAL		2.150,0				Coeff. Curvatura = 5,8	
Descripción suelo:		Arena Bien Graduada sin fines				Porcentaje	Baja



Guillermo Esteban Toldi
 INGENIERO CIVIL
 N° 103086000-1

Oficina: Posaje José Oribe, Mz. J - Lote 3,
 Av. Luis Navarro 1° Cuadra,
 Chivcha Alto - Chivcha - Ica

E-mail: estebanesteban@centroensac@gmail.com
 Celular: 984 803 051 / 945 454 720
 Oficina: 084 803 313
 Fijo: 050-318800



HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216 - AEC E 193-2009				
OBRA :	AERÓDROMO DE MANCORA			Informe N° : ENS-IV-002-001-2018
MATERIAL :	Calicla C-03.			Fecha : 03/03/2018
UBICACIÓN :	PREDIO ZONA TURISTICA EL HIPAL - ALTURA DE LA PANAMERICANA NORTE KM 1.570			Realizado por : Tec. EJEET.
COORDENADAS UTM :	ESTE 492314.899 - NORTE 9549365.603 DATUM WGS84, ZONA 17 M			Revisado por : Ing. G.E.T.
MUESTRA :	C-03 / M-01			
PROF. (m) :	0.00 - 1.50			
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	1	2	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	292.30	292.30	292.30	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	210.60	210.60	210.60	
PESO DE AGUA (g)	21.70	21.70	21.70	
PESO DEL TARRO (g)	39.00	39.00	39.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	171.60	171.60	171.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.6	12.6	12.6	

Observaciones:



 Guillermo Esteban Salla
 INGENIERO CIVIL
 N.º 10220400000000000000

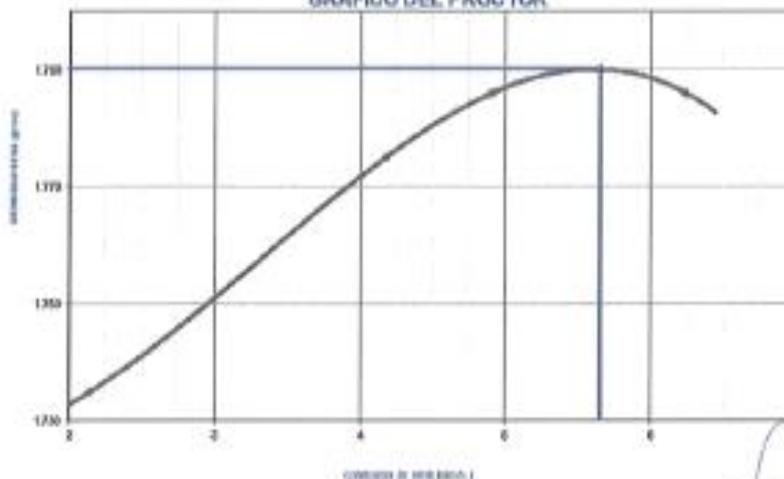
Oficina:
 Pasaje José Olayo, Mz. J- Lote 3,
 Av. Luis Mataro E° Cuadra
 Chircho Alto - Chilca - Ica

E-mail : esteban@eeisac.com
 Celular : 099 833 001 / 945 454 720
 Oficina : 064 807 316
 Fijo : 050 3 9000

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
ASTM D-1557, NTC 8-115-2009				
OBRA :	ABRÍCTORIO DE MARICORA	Informe Nº : EMS-IV-002-001-2018		
MATERIAL :	GRANULADO	Fecha : 12/01/2018		
UBICACIÓN :	PROYECTO TURÍSTICO EL REPEL - ALTURA DE LA PASADUELA	Realizado por: Ing. R.H.E.T.		
	BOSTERINO 1.170	Revisado por: Ing. G.E.T.		
COORDENADAS UTM :	ESTE: 603146.89 - SURTE: 854605.622			
	DATUM: WGS84, ZONA: 17 M			
MUESTRA :	C-03 / B-01			
PROF. (m) :	0.00 - 1.68			
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) :	2037.5	PESO DEL MOLDE (gr.) :		2706
NÚMERO DE ENSAYOS :	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE :	6379	6639	6606	6636
PESO SUELO HÚMEDO CORRECTADO :	3804	3804	3874	3804
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO :	1.772	1.858	1.874	1.869
CONTENIDO DE HUMEDAD				
PROFORMA No.	9	11	16	8
PESO SUELO HÚMEDO + TARA :	185.0	228.5	243.4	250.2
PESO SUELOS SECO + TARA :	100.0	229.9	232.2	235.5
PESO DE LA TARA :	0.06	0.00	0.00	0.06
PESO DE AGUA :	4.16	9.60	11.40	14.70
PESO DE SUELO SECO :	190.90	229.90	232.20	235.50
CONTENIDO DE AGUA :	2.18	4.18	4.91	6.24
PESO VOLUMÉTRICO SECO :	1.235	1.775	1.786	1.786
DENSIDAD MÁXIMA SECA :	1.790	gr/cc	HUMEDAD ÓPTIMA :	5.650



GRAFICO DEL PROCTOR



[Handwritten Signature]
Georgette Estelina Valde
 INGENIERO CIVIL
 Nº OCUJOCENONEROS Nº 5818

Oficina :
 Pasaje José Olea, Mz. J.-Lote 3,
 Av. Luis Basadre 6° Ciudad,
 Chiriquí Alto - Chiriquí - C.R.

E-mail : caribono@ovarianingenierossac@gmail.com
 Celular : 988-833-088 / 945-454-720
 Oficina : 984-857-319
 Fijo : 069-3-9069



Análisis, Control de Calidad y Ensayo de Materiales

Informe N° EMS-IV-002-001-2018



CALICATA N° 03.

MUESTRA M-2.

Guillermo Esteban Yáñez
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 4191

Oficina:
Pasaje José Olayo, Mz. J-Lote 3
Av. Luis Blussato 8° Cuzco
Chicla Alto - Chicla - Ica

E-mail : estebanestebaningenieros@gmail.com
Celular : 956 633 001 / 945 454 729
Oficina : 904 887 316
Fijo : 056-318000



HUMEDAD NATURAL				
ASTM D 2216, DICE 818-2018				
ORDEN :	ADICIONO DE MANCORA			Informe N° : EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL :	Cemento C-83			Fecha : 12/01/2018
UBICACIÓN :	FREDO ZONA TURISTICA EL HIMAL - ALTURA DE LA PANAMERICA NORTE KM 1.079			Realizado por : Tsc. E.H.E.T. Revisado por : Ing. G.E.T.
COORDENADAS UTM:	ESTE: 487254889 - NORTE: 854826522 DATUM WGS84, ZONA 17 M			
MUESTRA :	C-83 / M-63			
PROF. (m) :	1,60 - 2,08			
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	0	0	01	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	257.80	257.80	257.80	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	258.30	258.30	258.30	
PESO DE AGUA (g)	1.58	1.58	1.58	
PESO DEL TARRO (g)	39.00	39.00	39.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	217.30	217.31	217.30	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.7	0.7	0.7	0.7

Observaciones:



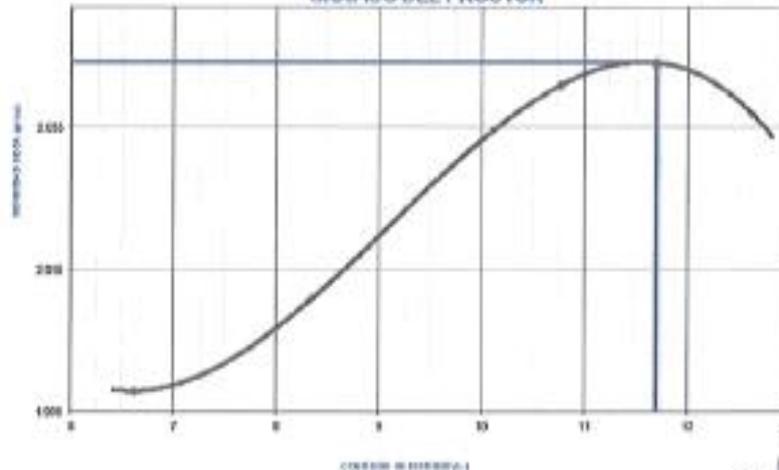
Oficina
Pasaje José Clays, Mz. J-Lote 3,
Av. Luis Millauro 8° Caseta,
Chicla Alta — Chicla — Ica.

E-mail : eslabaredonwain@enicoxosac@gmail.com
Celular : 956 633 091 / 945 454 729
Oficina : 904 887 315
Fijo : 026-318990

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
ASTM D 1557, NTC 6116:2004				
OBRA :	AERÓDROMO DE HANCOYA	Informe IP :	EMS-IV-002-001-2018	
MATERIAL :	Caliza C-45	Fecha :	12/01/2018	
UBICACIÓN :	PREDIO ZONA TERRITICA EL NIPAL - AL TERA DE LA PANAMERICANA NOROCCIDENTAL 1.170	Realizado por :	Tec. E.H.E.T.	
COORDENADAS UTM :	ESTE 487314.889 - NORTE 9548305.622 DATUM WGS84, ZONA 17 B	Revisado por :	Ing. G.E.T.	
MUESTRA :	C-03 / M-02			
PROF. (cm)	1,00 - 2,00			
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2067,5	PESO DEL MOLDE (g.) :	2708	
NÚMERO DE BAYOS		1	2	3
PESO SUELO + UCLIDE		7118	7216	7360
PESO SUELO HIBRIDO COMPACTADO		4404	4504	4574
PESO VOLUMÉTRICO HIBRIDO		2.130	2.178	2.281
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE No	8	11	16	9
PESO SUELO HIBRIDO + TARA	305,5	318,0	335,3	347,8
PESO SUELO SECO + TARA	342,0	293,5	300,9	308,8
PESO DE LA TARA	6,80	6,60	6,60	6,60
PESO DE AGUA	22,70	24,00	22,40	26,68
PESO DE SUELO SECO	342,80	283,60	308,90	300,80
CONTENIDO DE AGUA	6,62	8,45	7,27	8,88
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1,988	2,011	2,841	2,027
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2,044	gr/cc	HUMEDAD ÓPTIMA:	11,760



GRAFICO DEL PROCTOR



Oficina:
Pasaje José Gálvez, N.º 3 - Lote 3,
Av. Luis Macedo 1º Caseta,
Chicla Alta - Chicla - Ica.

E-mail: centrodecontroldecalidad@eissac.com
Celular: 099 833 001 / 945 404 128
Oficina: 094 967 316
Fijo: 050 318000



**CALICATA N° 04.
MUESTRA M-1.**



Oficina
Pasaje José Olayo, Mz. 2—Lote 3,
Av. Luis Massera 8° Cuadra,
Chincha Alta — Chincha — Ica

E-mail : emilconchevaramatg@eeisac@gmail.com
Celular : 098 833 001 / 945 454 720
Oficina : 054 807 318
Fijo : 055-318008

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TÁMBOR						
APRIL 04/2018, ANALYTICAL, NTC E 310-2018						
ORIGEN	: ASOCIACIÓN DE MANCORA			Informe N°	: EMS-IV-002-001-2018	
MATERIAL	: Calicata 0-05			Fecha	: 12/01/2018	
UBICACIÓN	: PIEDO ZONA TURÍSTICA EL HIMAL - ALTURA DELA PAMPANCA MONTAÑA LITO			Realizador	: Tec. ELET.	
COORDINADAS UTM:	: ESTE: 487226.167 - NORTE: 8588127.457 DATUM WGS84, ZONA 17 M			Revisor	: Ing. G.R.T.	
MUESTRA	: C-01/18-01					
PROF. (m)	: 0.00 - 1.00					
TAMM	ABERT. (mm)	PIESO RET.	WRET. PARC.	WRET. AD.	% SF PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 2.373.0 gr
2 1/2"	63.500					LAMELADO = 18"
2"	50.800					LAMEL PLASTICO = 18"
1 1/2"	38.100					RED PLASTICO = 18"
1"	25.400					CLASIF. ASIENTO = A-1-a (B)
3/4"	19.000					CLASIF. SECS = 50V
1/2"	12.700					MAX. SUELO SECA = 2.640 g/111
3/8"	9.500					MOISTURE = 4.600 %
1/4"	6.350				100.0	
# 4	4.750	284.8	12.5	16.5	83.5	
# 10	2.000	248.8	15.0	31.3	68.5	
# 30	600.0	208.8	15.8	47.3	52.7	
# 60	250.0	160.8	28.4	75.7	24.3	
# 100	150.0	108.8	27.4	90.0	3.0	
# 200	75.0	63.0	2.7	96.7	0.3	
# 425	425.0	5.8	0.2	99.0	0.0	
< 0.075	0.075	5.8	0.0	99.0	0.0	
FINCION	2.373.0					Coeff. Uniformidad = 4.8
LIQUID.						Coeff. Curvatura = 1.3
Descripción suelo:	Arena Bien Graduada con Fines				Vel. de separación	Hojer




Guillermo Echevarría
 INGENIERO CIVIL
 N° 16250000000000000000

Oficina: Pasaje José Cevallos, Mz. J-Lote 3, Av. Luis Vissiere 8° Ciudad, Chicla Alto - Chicla - Ica.
 Email: osidomachavea@equisac@gmail.com
 Celular: 988 633 091 / 985 454 729
 Oficina: 864 807 318
 Fijo: 054 318308



HUMEDAD NATURAL				
ASTM D 2216, MÉT. 100.2/80				
OBRA : AERÓDROMO DE MANCORA		Informe N°: EMS-IV-002-001-2018.		
MATERIAL : Calicata C-64.		Fecha: 12/05/18		
UBICACIÓN : PREDIO ZONA TURÍSTICA EL HIPAL - ALTURA DE LA PANAMERICANA MERIDIONAL 1.120		Realizado por: Tec. ENEL		
COORDENADAS UTM: ESTE 487225.147 - NORTE 9548127.457		Revisado por: Ing. G.E.T.		
DATUM WGS84, ZONA 17 M				
MUESTRA : C-041 M-01				
PROF. (m) : 0.68 - 1.28				
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	5	8	11	
PESO TARRO + SUELO HIBRIDO (g)	265.80	265.80	265.80	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	248.80	248.80	248.80	
PESO DE AGUA (g)	16.80	16.80	16.80	
PESO DEL TARRO (g)	39.00	39.00	39.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	209.80	209.80	209.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.0	8.0	8.0	8.0

Observaciones:



Guillermo Esteban Falla
INGENIERO CIVIL
REG. COL. ECU. 116644347-001

Oficina:
Pasaje José Olivos, Mz. J-1 Lote 3,
Av. Luis Mazaes 1° Casita
Chiriquí Alta - Chiriquí - Ec.

E-mail: esteban@wananingenieros.com
Celular: 099 833 091 / 045 454 128
Oficina: 084 657 215
Fija: 050 318030



**CALICATA N° 04.
MUESTRA M-2.**



Oficina	E-mail	: calinformacion@ingenierosccr.com
Paseo José Olayo, No. J-1-1613	Celular	: 050 820 051 / 045 454 729
Av. León Marín #7, Coocha	Oficina	: 064 907 319
Chirra Alta — Chirra — CA.	Fijo	: 059 2 1860

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO							
ASTM D422, APERTO TAB. N° 20							
OBRA :	AERÓDROMO DE MANCORA					Informe N° :	EMS-IV-002-001-2018
HARDEN :	Calleja C-04					Fecha :	02010810
LUGAR :	PUEBLO ZONA TURÍSTICA EL IMPAL - ALTURA DE LA PAMAMAZOCA SECTOR N° 1.125					Realizado por :	Tec. ERLET,
	COORDENADAS UTM: ESTE: 497226.547 - NOROCC: 858127.487 DATUM WGS84, ZONA 12 H					Revisado por :	Ing. G.E.T.
MUESTRA :	C-04 (M-00)						
PROF. (m) :	1.50 - 5.00						
TAMIZ	ABRTE. mm	PEROSET.	%RET. PAIS.	%RET. AC.	% Q FASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3	75.000					FEM TOTAL = 2.0180 g	
8 1/2"	62.500						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						
3/4"	18.750						
1/2"	12.500				100.0	LIBRELIQUIDO = 10%	
20"	2.000	33.0	0.9	0.0	99.1	LIBREPLASTICO = 10%	
14"	3.500				99.1	NO QU. PLASTICO = 10%	
8 1/2"	4.750	42.0	1.6	2.5	97.5	CLASE ARENO = A-1-E 00	
8 1/4"	7.500	155.8	4.4	6.9	93.1	CLASE ARCOS = SP	
8 1/2"	2.000				93.1	NO LIQ. SECA = 2.044 (11.1)	
8 1/4"	1.100	387.8	14.1	21.0	79.0	LIQUEDAD OPT = 91.200 %	
8 1/2"	0.600	1.038.0	36.0	93.8	39.2		
8 1/4"	0.425				39.2		
8 1/2"	0.300	662.8	32.6	93.4	6.6		
F 100	0.149	143.0	5.5	93.9	5.1		
F 200	0.075	34.0	0.9	93.9	0.2		
-#200	POSCO	4.8	0.2	100.4			
PLAZA		2.787.0				Coeff. Uniformidad = 2.8	
TOTAL		2.018.0				Coeff. Curvatura = 5.6	
Descripción muestra:	Arena Mal Gradada sin Fines					Por. de plastico =	Nulo



(Firma)
 Ing. Esteban Tellez
 INGENIERO CIVIL
 REG. CHILENO Nº 48994 - 1988

Oficina :
 Pasaje José Cayo, N° 3 - Lote 3,
 Av. Luis Massaro 8° Caséa,
 Chéche N°a - Chéche - Ica

E-mail : esteban.tellez@ingenieros.com
 Celular : 955 833 091 / 945 454 129
 Oficina : 094 187 316
 Fijo : 026 318930



HUMEDAD NATURAL				
ASTM D 2216 - MTC 0-100-2003				
OBRA :	AGROBOSQUE DE MANCORA			Informe N° : EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL :	Cebada C-04.			Fecha : 15/01/2018
UBICACIÓN :	FREDO ZONA TURISTICA EL HPAL - AL TIRA DE LA PANAMERICANA NORTE KM 1.170			Realizado por : Tec. E.H.E.T.
COORDENADAS UTM :	ESTE 497235.147 - NORTE 9541027.457 DATUM WGS84, ZONA 17 N			Revisado por : Ing. G.E.T.
MUESTRA :	C-04 / H-02			
PROF. (m) :	1,56 - 2,00			
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	5	8	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	271.30	271.30	271.30	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	270.20	270.20	270.20	
PESO DE AGUA (g)	1.10	1.10	1.10	
PESO DEL TARRO (g)	38.80	38.80	38.80	
PESO DEL SUELO SECO (g)	231.20	231.20	231.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.5	0.5	0.5	0.5

Observaciones:

Esteban Esteban Gallo
INGENIERO CIVIL
www.estebaningenieros.com

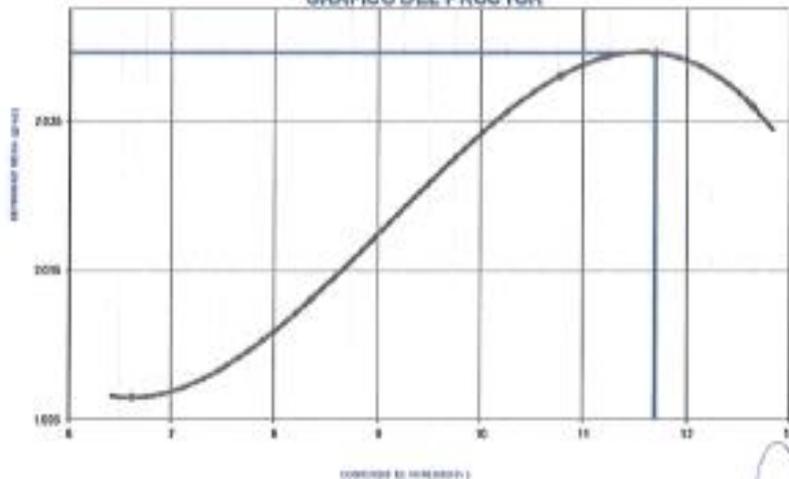
Oficina
Pasaje José Cayo, Nr. J-Lote 3,
Av. Luis Narváez 8° Casales,
Chicla Alta — Chicla — Ca.

E-mail : estebanochovaningenieros@gmail.com
Celular : 099 830 091 / 045 454 720
Oficina : 094 062 280
Fijo : 056 318830

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
ASTM D-1537, MTC E 115 2000				
OBRA	: AERÓDROMO DE VIANICORA			Informe N° : EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL	: Colocsa C-04			Fecha : 12/01/2018
UBICACIÓN	: PREDIO ZONA TURÍSTICA EL RIVAL - ALTURA DELA PAMAMERCA SORTEO N° 1.170			Realizado por: Tec. ENET
COORDENADAS UTM:	ESTE: 487225.147 - NORTE: 9549127.857 DATUM PG084, ZONA 17 M			Revisado por: Ing. G.E.T.
MUESTRA	: C-04 / M-03			
PROF. (m)	: 1.50 - 2.06			
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2067.5	PESO DEL MOLDE (gr.) :		2706
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	7118	7218	7380	7480
PESO SUELO HUMEDO CORREGIDO	4404	4584	4674	4746
PESO VOLUMETRO HUMEDO	2.130	2.178	2.261	2.295
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPENTE No.	0	11	16	8
PESO SUELO HUMEDO + TARA	385.5	318.6	333.3	307.8
PESO SUELOS SECO + TARA	342.8	293.5	300.9	308.6
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.08	0.00
PESO DE AGUA	22.70	24.60	32.40	39.00
PESO DE SUELO SECO	342.80	293.00	306.80	308.60
CONTENIDO DE AGUA	6.62	8.35	10.57	12.63
PESO VOLUMETRO SECO	1.896	2.011	2.641	2.837
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2.054	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:	11.70%



GRAFICO DEL PROCTOR



Oficina
Paraje José Olayo, Mz. J - Lote 3,
Av. Luis Mataro 6° Casca
Quinta Alta - Chilca - Ca.

E-mail : eeisac@wananet.com
Celular : 055 833 081 / 045 454 129
Oficina : 054 807 310
Fijo : 056 3 1860



CALICATA N° 05.

MUESTRA M-1.



Oficina:
Pasaje José Cleyes, Mz. 3—Lote 3,
Av. Luis Mascaró 8° Casaña
Chacha Alta — Chiriquí — Ica.

E-mail : estebanesteban@eesteban.com
Celular : 920 033 091 / 945 454 728
Oficina : 904 887 315
Fijo : 056-318000

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO						
ACTA N.º 001, PASADÓ T.º 01, MTC 5.107.010						
OBRA	AGROPECUARIO MASCOMA				Informe N°	EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL	Calleja C-06				Fecha	10/10/2018
UBICACIÓN	FINCA ZONA TURÍSTICA EL HUAL - AL TIRA DE LA PANAMERICANA NOROCCIDENTAL 1.170				Realizado por	Yan. EMS.T.
					Revisado por	Ing. G.E.T.
COORDENADAS UTM:	Easting: 496997.605 - Northing: 8647842.804 Datum WGS84, Zona 17 M					
MUESTRA	C-06 / M-01					
PROP. (%)	0,00 - 0,88					
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	WRET. FARG.	WRET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 2.372,0 gr
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	12.700					
1/2"	12.700				100.0	
3/8"	9.525	162.8	7.0	7.0	95.0	
1/4"	6.350				93.0	
# 4	4.750	388.8	8.4	45.5	94.5	
# 10	2.000	162.8	7.7	23.2	76.0	
# 20	750				76.0	
# 40	475	388.8	8.4	31.6	68.4	
# 60	250	179.3	7.0	39.2	66.0	
# 80	187.5				66.0	
# 100	150	189.4	8.0	44.7	65.3	
# 150	100	388.8	12.2	60.8	3.2	
# 200	75	88.0	2.8	68.0	0.4	
# 250	63.5	8.0	0.4	100.0		
WAZCCEN		2.204.0				Conf. Inicial = 4.8
WZCCEN		2.372.0				Conf. Final = 2.3
Descripción suelo:	Arena Mal Gradada con Fines				Porcentaje	14%



Guillermo Esteban Villa
 INGENIERO CIVIL
 REG. ÚNICO DE INGENIEROS, 1988

Oficina: Pasaje José Gálvez, Nr. J-1 Lote 3,
 Av. Luis Mazaño 8° Centro,
 Chiriquí Alto — Chiriquí — C.R.
 E-mail: estebanechevarlangan@eeisac@gmail.com
 Celular: 956 833 091 / 845 454 729
 Oficina: 904 687 310
 Fijo: 025-018000



Análisis, Control de Calidad y Ensayo de Materiales

Informe N° EMS-IV-002-001-2018



HUMEDAD NATURAL				
ASTM D2216 - MTC E 100-2014				
OBRA : AERODROMO DE MANCORA		Informe N°: EMS-IV-002-001-2018		
MATERIAL : Calicla C-85.		Fecha : 12/11/2018		
UBICACIÓN : PRIZO ZONA TURISTICA EL HIMAL - ALTURA DELA PANAMERICA NOROCCIDENTAL 1,176		Realizado por : Tec. ERET.		
COORDINADAS UTM: ESTE: 486897.465 - NORTE: 9547842.804 DATUM WGS84, ZONA 17 M		Revisado por : Ing. G.E.T.		
MUESTRA : C-85 / M-85				
PROF. (m) : 0,30 - 0,50				
N° ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
N° TARRO	5	8	11	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	290.40	290.40	290.40	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	281.00	281.00	281.00	
PESO DE AGUA (g)	9.40	9.40	9.40	
PESO DEL TARRO (g)	39.00	39.00	39.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	242.00	242.00	242.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.9	3.9	3.9	3.9

Observaciones:


Guillermo Echeverría
 INGENIERO CIVIL
 RUC 200800000000000000

Oficina:
 Pasaje José Olayo, N.º 3 - Lote 3,
 Av. Luis Mielans 8° Caseta,
 Chiriquito - Chiriquí - C.R.

E-mail : esteban@tecnologiaingenieros.com
 Celular : 069 833 091 / 045 464 729
 Oficina : 069 857 380
 Fijo : 069 318830

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
487910-1457, MTS E 143-2000						
OBRA	: AERÓDROMO DE MANCORA				Informe N°	: EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL	: Calicó C-45				Fecha	: 12/01/2018
UBICACIÓN	: PASEO ZONA TURISTICA EL HIPAL - AL TAPA DE LA PARAGUERRA SORTEO N° 1.170				Realizado por:	: Tec. EHEY.
					Revisado por Ing.	: E.E.T.
COORDENADAS UTM: ESTE: 606837.405 - NORTE: 9547842.804 DATUM WGS84, ZONA 17M						
RAMBLERA	: C-03 / 18-91					
PROF. (M)	: 8,00 - 8,50					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2047,5		PESO DEL MOLDE (gr.) : 2700			
NUMERO DE REBAYOS	1		2		4	
PESO SUELO + MOLDE	6070		6060		7100	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4164		4164		4314	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.014		2.020		2.007	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPENTE No.	9		11		15	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	303.4		351.9		324.4	
PESO SUELO SECO + TARA	359.2		342.3		314.0	
PESO DE LA TARA	0.00		0.00		0.00	
PESO DE AGUA	8.00		8.70		10.40	
PESO DE SUELO SECO	355.28		342.29		314.00	
CONTENIDO DE AGUA	2.27		2.55		3.31	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.989		1.973		2.000	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.009 gr/cc		HUMEDAD OPTIMA:		4.200	



Oficina:
Paseo José Cely, Mz. J-Lote 3,
Av. Luis Muroso 8° Costado,
Chicla Alta - Chicla - Ica

E-mail : estebanesteban@primosac@gmail.com
Celular : 956 633 031 / 945 454 720
Oficina : 904 687 316
Fijo : 056-318500



**CALICATA N° 05.
MUESTRA M-2.**

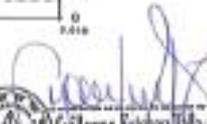

Gobierno Esteban Tola
INGENIERO CIVIL
REG. PROF. DE INGENIEROS N° 0108

Oficina:
Pasaje José Celys, Mr. 2—Lote 3,
Av. Luis Macedo 8° Dorsal,
Chicla Alta — Chicla — Ica

E-mail: eesac@cechevalingenierosac@gmail.com
Celular: 055 833 001 / 945 454 720
Oficina: 904 907 310
Fijo: 055-138600

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TÁMIZADO							
NORMA: ASTM D-422, AASHO T-200, NTC 6.107-2009							
OBRA :	ASOCIACIÓN DE MANCOMUN			Informe N° :	EMS-IV-002-001-2018		
MATERIAL :	Calleja C-05			Fecha :	12/01/2018		
INDICACIÓN :	PREDIO ZONA TURÍSTICA EL IMPAL - AL TUBA DE LA PAMAMIRCA NORTE RM 1.170			Realizado por :	Tec. EHE.T.		
COORDENADAS UTM :	ESTE: 494697.405 - NORTE: 9647842.894 DATUM WGS84, ZONA 17 N			Realizado por :	Ing. GUY.		
MUESTRA :	C-05 / B-02						
PROC. (g)	0,00 - 1,00						
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q. FASE	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200					PESO TOTAL = 3.000 gr	
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400					SABETILLOSO = 00	
3/4"	19.000	187.0	6.2	6.2	93.8	SABETIL ASADO = 00	
1/2"	12.500					RIEGO PLASTICO = 00	
3/8"	9.500	293.0	9.8	16.0	84.2	CLAY AGUDO = A-1-a (0)	
1/4"	6.300					CLAY SUAVE = 00	
#4	4.750	478.0	16.0	32.0	68.0	MAX. GRAS SECA = 2.014 gr%	
#8	2.360	101.0	3.4	35.4	78.8	BRINDADO PT = 11.700 %	
#10	2.000						
#15	1.180	390.0	13.0	48.4	82.2		
#20	0.850	1.404.0	46.8	75.2	21.0		
#40	0.420						
#60	0.250	806.0	26.9	82.1	17.9		
#100	0.150	109.0	3.6	85.7	14.3		
#200	0.075	17.8	0.6	86.3	13.7		
#420	0.038	1.0	0.0	86.3	13.7		
PROCEJA		3.000.0					
TOTAL		3.583.8					
Descripción suelo:		Arena Mal Gradada sin Fases			Coef. Uniformidad	2.5	
					Coef. Curticidad	2.3	
					Por. de expansión	Baja	




Guillermo Krichen
 INGENIERO CIVIL
 SOLICITADO N° 1147-2018

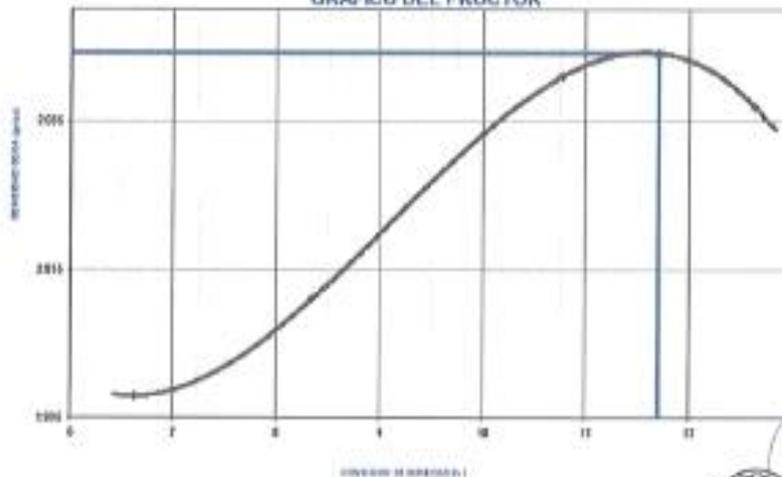
Oficina
 Pasaje José Cevallos, lote 1 - Lote 3,
 Av. Luis Masato 8° Cuadra,
 Chinda Alta - Chinda - Ica.

E-mail : esteban.chavez@ingenierosac.com
 Celular : 956 633 001 / 956 464 729
 Oficina : 304 807 318
 Fijo : 058-519908

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
A3300-1507, NTC 6113-2016					
OBRA :	ASFOBADO DE AMBICORA			Informe N° :	EMS-IV-002-001-2018
MATERIAL :	Cedesta C-65			Fecha :	12/01/2018
UBICACIÓN :	PRESIDIO ZONA TURFISCA EL NIVAL - AL TIRA DE LA PARMBIRSCA NOROCCIDENTAL			Realizado por :	Tec. E.I.E.T.
COORDENADAS UTM:	ESTE 49897.405 - NORTE 904702.804 DATUM WGS84, ZONA 17 M			Revisado por :	Ing. G.E.T.
PROFUNDIDAD :	0.05 - 0.30				
PROF. (m) :	0.50 - 1.00				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³) :	2047.5				
PESO DEL MOLDE (gr.) :	2788				
NUMERO DE PASADOS :	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE :	7170	7219	7200	7458	
PESO SUELO HANDED COMPACTADO :	4484	4504	4574	4794	
PESO VOLUMENICO HANDED :	2.138	2.178	2.281	2.395	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPENTE No.	9	11	13	8	
PESO SUELO HUMEDO + TARA :	385.4	378.8	353.5	347.8	
PESO SUELO SECO + TARA :	342.4	293.5	309.9	308.8	
PESO DE LA TARA :	8.00	8.00	8.06	8.00	
PESO DE AGUA :	22.70	24.58	22.46	39.00	
PESO DE SUELO SECO :	342.60	293.50	308.00	309.00	
CONTENIDO DE AGUA :	6.62	8.35	7.30	12.63	
PESO VOLUMENICO SECO :	1.980	2.011	2.081	2.037	
DENSIDAD MAXIMA DECA :	2.044 gr/cc		HUMEDAD OPTIMA :		11.70%



GRAFICO DEL PROCTOR



Guillermo Echeverría Telle
INGENIERO CIVIL
REG. COL. INGENIEROS 1980

Oficina:
Paraje José Obaya, Mz. J-Lote 3,
Av. Luis Mazaño 8° Cuadra,
Cinco de Mayo - Chiriquí - Ca.

E-mail : estebanacheverriaingenieros@gmail.com
Celular : 995 833 031 / 995 454 729
Oficina : 994 807 316
Fijo : 058-218608



Oficina:
Pasaje José Olayo, Uq. J-Lote 3,
Av. Luis Vicoso 67° Centro,
Ciénega Alta — Chiecha — Ita.

E-mail: eslaborechovarrangarcasac@gmail.com
Teléfono: 055 833 081 / 345 454 720
Oficina: 054 957 318
Fax: 055 218880

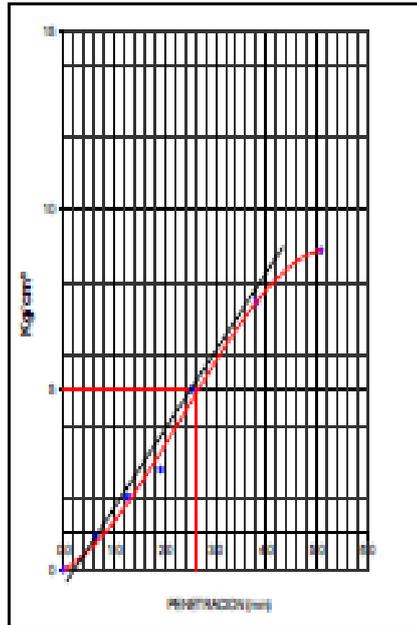


Guillermo Esteban Falla
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO INGENIEROS 4588

ENSAYO DE C.B.R. IN SITU
(ASTM D 4428-83)

PROYECTO	: "Aeródromo Máncora".	RES.LAB.:	S.B.F.
UBICACIÓN	: Distrito de Máncora, Provincia de Talara, Departamento de Piura	TEC.LAB.:	S.A.C.M.
MATERIAL	: Terreno Natural	FECHA:	25/10/2019
PROGRESIVA	: Km D+400		
LADO	: Izquierdo		
SOLICITANTE	: Mancoraland S.A.C.		

GRAFICO C.B.R. IN SITU



0.1 kg/cm² = 7.1 %

RESULTADOS DE CAMPO	
D ₅₀ IN SITU	g/100
w IN SITU	%

TIEMPO	PENETRACION	LECTURA	CARGA	RESIST.
	mm	Dial	KG.	KG./cm ²
0.00'	0.000	0	0	0
0.30'	0.640	8	18	1
1.00'	1.270	18	41	2
1.30'	1.910	25	56	3
2.00'	2.540	45	101	5
3.00'	3.810	67	151	7
4.00'	5.080	80	180	9

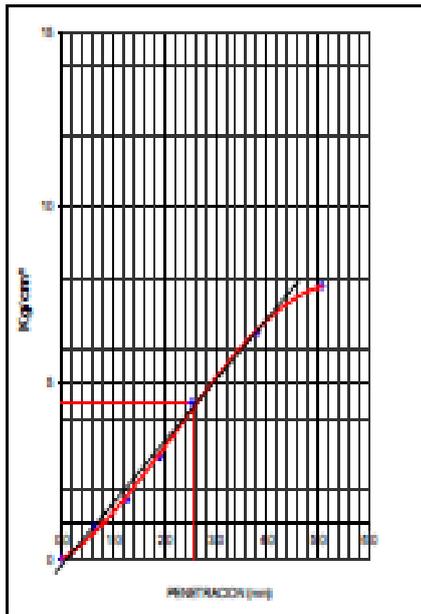
CBR a 0.1" = 7.1 %

AREA DE PISTON	20.27 cm ²
CALIBRACION Kg.	$Y = -0.0001466302 + 4.375200022X + 12.0840759404054$
ELEMENTO DE REACCION	Volquete con Altimado (Peso 39510.00 kg)

ENSAYO DE C.B.R. IN SITU
(ASTM D 4428-88)

PROYECTO	: "Aeródromo Máncora".	RES.LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Distrito de Máncora, Provincia de Talara, Departamento de Piura	TEC.LAB.	: S.A.C.M.
MATERIAL	: Terreno Natural	FECHA	: 25/10/2019
PROGRESIVA	: Km 1+150		
LADO	: Derecho		
SOLICITANTE	: Mancorland S.A.C.		

GRAFICO C.B.R. IN SITU



0.1% = 26 mm

RESULTADOS DE CAMPO		
D ₅₀ IN SITU	grain	mm
w IN SITU	%	mm

PENETRACION		LECTURA	CARGA	RESIST.
TIEMPO	mm	Dial	KG.	KG./cm ²
0.00	0.000	0	0	0
0.30	0.640	8	18	1
1.00	1.270	15	34	2
1.30	1.910	28	59	3
2.00	2.540	40	90	4
3.00	3.810	58	131	6
4.00	5.080	70	158	8

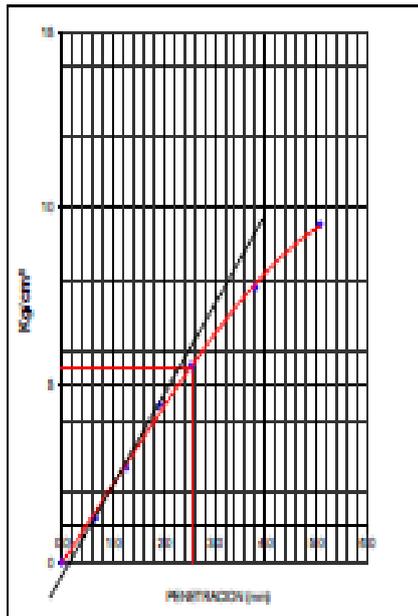
CBR a 0.1" = 26 mm

AREA DE PISTON	20.27 cm ²
CALIBRACION Kg.	$Y = -0.0001466302 + 4.375206220X + 12.884875940X^2$
ELEMENTO DE REACCION	Volquete con Altimado (Peso 39,510.00 kg)

ENSAYO DE C.B.R. IN SITU
(A&TM D 4428-88)

PROYECTO	: "Aeródromo Máncora".	RES.LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Distrito de Máncora, Provincia de Talara, Departamento de Piura	TEC.LAB.	: S.A.C.M.
MATERIAL	: Terreno Natural	FECHA	: 25/10/2019
PROGRESIVA	: Km 1+300		
LADO	: Franja Lateral Izquierda		
SOLICITANTE	: Mancoraland S.A.C.		

GRAFICO C.B.R. IN SITU



0.1" = 7.8 %

RESULTADOS DE CAMPO		
Da. IN SITU	gibs
w IN SITU	%

PENETRACION		LECTURA	CARGA	RESIST.
TIEMPO	MM	Dial	KG.	KG./cm ²
0.07	0.000	0	0	0
0.30	0.640	11	25	1
1.07	1.270	34	54	3
1.30	1.910	40	90	4
2.07	2.540	50	113	6
3.07	3.810	70	158	8
4.07	5.080	88	190	10

AREA DE PISTON	20.27 cm ²
CALIBRACION Kg.	$Y = -0.0001486302 + 4.375206022X + 12.8848759404054$
ELEMENTO DE REACCION	Volquete con Alfirmado (Peso 32,510.00 kg)

CBR a 0.1" 7.8 %



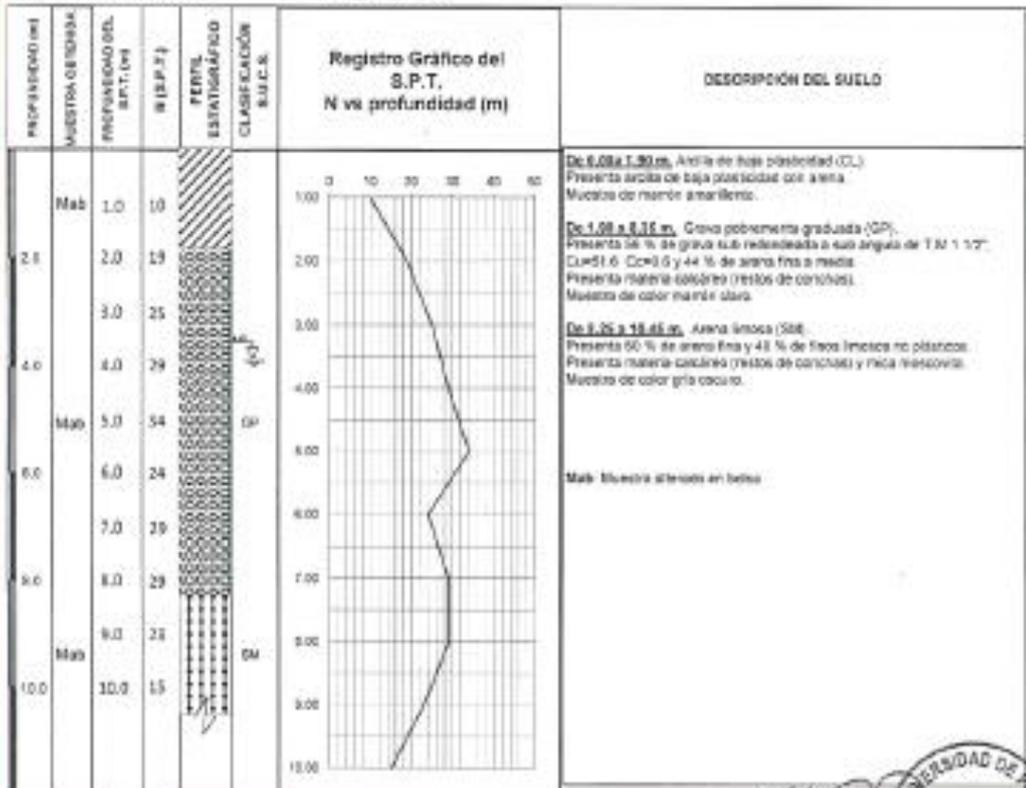
UNIVERSIDAD DE PIURA
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PRUEBA ESTÁNDAR DE PENETRACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS
CON MUESTREADOR DE CAÑA PARTIDA
Norma: NTP 325.132 1998

Orden de servicio N° : 21112
Informe N° : 180513

Solicitante	WANDORLAND S.A.C
Obras	WARINA COAST - ETAPA I - ZONA AERODROMO
Ubicación	WANDORRA

Sondaje	OB
Cota de superficie del terreno	457077 - 9548177
Profundidad del nivel freático	3.58 m.
Profundidad total del sondaje	10.45 m.
Método de perforación	Mitral
Método de limpieza	Lavado
Método de hincado del muestreador	Perforado
Tipo y diámetro del ensayo	NW - diámetro: est.114.2 mm / int. 101.6 mm
Profundidad ensayada	—
Diámetro exterior del muestreador	38 mm
Tipo y diámetro de las varillas de perf.	NW - diámetro: est.44.4 / int. 30.3 mm
Fecha de inicio y fin del sondaje	Del 23 al 24/02/2015



Realizó el ensayo : Tels. Alfredo Lazo C.
Supervisó el ensay : Gabo Ruiz Petrazzi
Presentó el ensay : —



El LEMC de la Universidad de Piura ha emitido este reporte de ensayo, según los datos proporcionados por el cliente. Con la aceptación de los datos y resultados de este ensayo, así como dejen constancia que la responsabilidad del LEMC-UCP, se restringe exclusivamente al procedimiento de ejecución y a los resultados del reporte de ensayo. El LEMC-UCP asume siempre de toda responsabilidad que derive de la interpretación y uso posterior de la información contenida en este reporte por parte del cliente o de terceros.

Anexo N°6: Reporte Sección del pavimento flexible programa faarfield

Federal Aviation Administration FAARFIELD 2.0 Section Report

FAARFIELD 2.0.3 (Build 04/30/2021)

Job Name: Aerodromo Walter Braed Segu

Section: Pavimento flexible

Analysis Type: HMA on Aggregate

Last Run: Thickness Design 2021-09-28 20:39:07

Design Life = 20 Years

Total thickness to the top of the subgrade = 17.6in.

Pavement Structure Information by Layer

No.	Type	Thickness In.	Modulus psi	Potsson's Ratio	Strength R psi
1	P-401/P-403 HMA Surface	4.0	200000	0.35	0
2	P-209 Crushed Aggregate	6.0	42787	0.35	0
3	P-154 Uncrushed Aggregate	7.6	16252	0.35	0
4	Subgrade	0	10650	0.35	0

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. lbs	Annual Departures	% Annual Growth
1	Q400/Dash 8 Series 400	64700	900	0
2	Fokker 50	45900	120	0

Additional Airplane Information

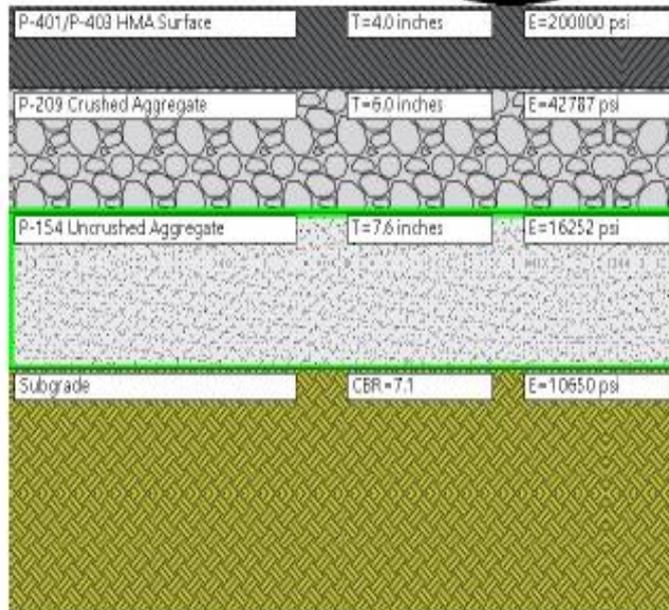
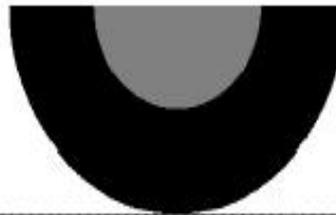
Subgrade CDF

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	Q400/Dash 8 Series 400	1.00	1.00	1.88
2	Fokker 50	0.00	0.00	1.75

HMA CDF

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	Q400/Dash 8 Series 400	0.36	0.36	3.60
2	Fokker 50	0.00	0.00	2.90

User is responsible For checking frost protection requirements.



Anexo N°7: Autorización de uso de datos por la empresa ingenieros y
aeropuertos E.I.R.L.



AUTORIZACION

INGENIEROS Y AEROPUERTOS E.I.R.L. con RUC N° 20602316875, AUTORIZA al Sr. **KEVIN HELARD RICARDO MACEDO LEYVA**, identificado con DNI N° 70487807, la utilización de la información de los estudios de suelos, datos, figuras y/o fotografías del expediente técnico "MEJORAMIENTO DEL AERÓDROMO PRIVADO WALTER BRAED SEGÚ – MANCORA, que formulara nuestra representada.

Se extiende la presente autorización, a solicitud de la parte interesada, para su utilización durante el desarrollo de su tesis.

Lima, 11 de octubre de 2021


.....
ALFREDO CHAVEZ BACA
GERENTE
INGENIEROS Y AEROPUERTOS E.I.R.L.