REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

# "DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE PAVIMENTOS FLEXIBLES VIAL Y AEROPORTUARIO CONSIDERANDO EL ANÁLISIS Y REESTRUCTURACIÓN DE PESAS DE SOBRECARGA EQUIVALENTE EN ENSAYOS DE CBR PARA SUBRASANTE DE SUELOS GRANULARES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA''

Tesis presentada por la Bachiller:

**Espinoza Huaquisto, Dania Lisset**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Civil**

Asesor:

**Mg. Ing. Gamarra Tuco, Ruben Francisco**

**Arequipa - Perú**

**2019**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE**
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

## DICTAMEN DE BORRADOR

TESIS (x)
TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )

VISTO

El BORRADOR DE TESIS/TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Titulado:

Determinación de espesores de pavimentos vial y aeroportuario considerando el análisis y reestructuración de pesos de sobrecarga equivalente en ensayos de CBR para subrasante de suelos granulares en la ciudad de Arequipa.

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

Espinoza Huaquisto Dania Lisset.

Nuestro DICTAMEN es:

Sin observaciones, Aprobado.

OBSERVACIONES:

Arequipa, 02 de Diciembre del 2019

Cod. 3044

Cod 2778

Cod. 2530

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía a lo largo de este camino, dirigiéndome por el camino correcto, por ser mi refugio cada vez que estoy perdida y enseñarme a ponerme de pie y volver a empezar, por su inmenso amor y porque sé que aún quiere estar a mi lado a pesar de mis errores.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres Nicanor Espinoza y Clelia Huaquisto quienes, a pesar de la distancia, buscaron siempre la forma de apoyarme, brindándome consejos, ser ejemplo para mí y respetando cada una de mis decisiones. Siempre estaré profundamente agradecida con ustedes por cada logro de mi vida.

A mi hermano Daniel Espinoza, mi mejor amigo y mi más perfecto ejemplo.

A la Universidad Católica de Santa María por haber sido parte de mi formación académica y personal.

A mi asesor Ing. Rubén Francisco Gamarra Tuco, quien con su experiencia y conocimientos siempre mostró completa disposición en el desarrollo de la presente tesis.

A mis docentes Ing. Enrique Alfonso Ugarte Calderón e Ing. Juan Carlos Tejada Calderón por su disposición en la realización de la presente tesis.

De igual forma muchas gracias a mis amigos, que me permitieron ser parte de su vida.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en la determinación de espesores de pavimentos flexibles vial (rural y urbano) y aeroportuario incrementando las pesas de sobrecarga en función de los espesores del pavimento tradicional en el ensayo de CBR, de manera que, la investigación busca opciones más económicas en el proceso de diseño de pavimentos.

El desarrollo del proyecto empieza con un estudio detallado de las propiedades físicas y químicas de diferentes muestras de suelo (material para subrasante, base y subbase) los cuales son necesarios para el diseño de pavimentos. De este estudio realizado se obtuvo un valor de CBR de 52.5%, el cual fue usado en pavimento rural y urbano; por otro lado, se obtuvo un valor de CBR de 22.9% para pavimentos aeroportuario. Ambos valores fueron obtenidos al 95% del máximo peso unitario seco máximo y al 0.1" de penetración.

Seguido de esto, se obtuvo un estudio de trafico rural, urbano y aeroportuario que se utilizara para los diseños de los diferentes pavimentos.

Finalmente, ya con estos datos se procede a realizar el diseño como tal para los diferentes tipos de pavimentos flexibles reflejándose en el diseño una clara variación de valores de CBR. El resultado fue que en pavimento urbano se ensayó con un incremento en 4 pesas de sobrecarga del cual se obtuvo un valor de CBR de 59.4%, en pavimento rural se ensayó con un incremento en 7 pesas de sobrecarga y se obtuvo un valor de CBR de 81.8%; y en pavimentos aeroportuarios se realizó el ensayo con un incremento de 7 pesas de sobrecarga dando un valor de CBR de 34.3%, todos al 95% de máximo peso unitario seco y al 0.1" de penetración.

La investigación finalizo con un análisis económico dando un ahorro de 8.7%, 10.5% y 15.8% del presupuesto base para pavimentos urbano, rural y aeroportuario respectivamente.

**Palabras Clave:** CBR, pesas de sobrecarga, pavimentos.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# ABSTRACT

The present research work consists in the modification of thicknesses of flexible road pavements (rural and urban) and airport pavements, increasing the surcharge weights based on the thicknesses of the traditional pavement in the CBR test, so that, the investigation looks for more economic options in the pavement design process.

The development of the project begins with a detailed study of the physical and chemical properties of different soil samples (subgrade, base and subbase material) which are necessary for the design of pavements. From this study, a CBR value of 52.5% was obtained, which was used in rural and urban pavement; on the other hand, a CBR value of 22.9% was obtained for airport pavements. Both values were obtained at 95% of the maximum dry unit weight and 0.1" of penetration.

Following this, a study of rural, urban and airport traffic is obtained that is used for the designs of the different pavements.

Finally, with this data, the design will proceed for the different types of flexible pavements, reflecting in the design a clear variation of CBR values. The result was that in urban pavement it was tested with an increase in 4 surcharge weights and a CBR value of 59.4% was obtained; in rural pavement it was tested with an increase in 7 surcharge weights of which a CBR value of 81.8% was obtained and in airport pavements the test was done with an increase of 7 surcharge weights giving a CBR value of 34.3% all values were obtained at 95% of the maximum dry unit weight and 0.1" of penetration.

The investigation ends with an economic analysis giving a saving of 8.7%, 10.5% and 15.8% on the base budget for urban, rural and airport pavements respectively.

**Key words:** CBR, surcharge weights, pavements.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# INTRODUCCIÓN

El entorno en el que vivimos está lleno de necesidades y parámetros que dependen de la zona, clima, geografía, geología y otros aspectos que conllevan a ser parte de los proyectos de construcción, si bien es cierto, hoy en día una de las necesidades es el de poder trasladarse de un lugar a otro. En tanto, una de las ramas de la ingeniería civil se avoca al diseño de carreteras, autopistas, pavimentos aeroportuarios, entre otros.

La ingeniería se basa en aplicar conocimientos a la invención, diseño y perfeccionamiento de los procedimientos ya establecidos, el procedimiento de construcción tiene como base normas que fueron producto de experimentos y así como la misma palabra lo menciona, nace del ingenio de las personas.

Por tal motivo, de la curiosidad por ir más allá de un escrito; de una norma, nace este proyecto de investigación que busca indagar sobre el ensayo de California Bearing Ratio comúnmente llamado CBR, específicamente sobre la cantidad de pesas utilizadas en el proceso de saturación y su relación con los espesores de las capas superiores. Recordando que, para el diseño de un pavimento, este ensayo es muy usado en el Perú.

Por otro lado, se busca poder restructurar el uso de las pesas de sobrecarga que representan un espesor de pavimento, de manera que, al momento de ensayar los resultados puedan ser más reales. Se espera que este proyecto de investigación impulse a optimizar una de los ensayos primordiales para el diseño de pavimentos.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

# INDICE

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTOS ii
RESUMEN iii
ABSTRACT iv
INTRODUCCIÓN v
CAPITULO 1. GENERALIDADES 1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1
1.1.1. Identificación del problema. 1
1.1.2. Descripción del problema. 1
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 2
1.3. HIPÓTESIS 3
1.4. OBJETIVOS 3
1.4.1. Objetivo general. 3
1.4.2. Objetivos específicos. 3
1.5. ANÁLISIS DE VARIABLES 4
1.5.1. Variable independiente. 4
1.5.2. Variable dependiente. 4
1.6. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN 5
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO 6
2.1. DESCRIPCIÓN DE PAVIMENTOS 6
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS 7
2.2.1. Pavimentos flexibles. 7
2.2.2. Pavimentos rígidos. 8
2.2.3. Pavimentos articulados. 9
2.3. DRENAJE EN PAVIMENTOS FLEXIBLES 10
2.3.1. Pavimento urbano. 10
2.3.2. Pavimento rural. 10
2.3.3. Pavimento aeroportuario. 10
2.4. CBR COMO PARÁMETRO ESTRUCTURAL EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO 11
2.4.1. Antecedentes investigativos. 11
2.4.1.1. Internacional. 11
2.4.1.2. Nacional. 14



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.4.2. Revisión de normas. 14
2.4.2.1. Internacional. 14
2.4.2.1.1. ASTM D1883. 14
2.4.2.2. Nacional. 15
2.4.2.2.1. MTC E 132 (2016). 15
2.4.2.2.2. NTP 339.145. 16
2.4.3. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) 16
2.4.3.1. Generalidades. 16
2.4.3.2. Preparación de la muestra. 17
2.4.3.3. Procedimiento del ensayo de penetración. 20
2.4.3.4. Equivalencia entre valor de CBR y Modulo Resiliente. 22
CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE TRÁFICO 23
3.1. ESTUDIO DE TRÁFICO URBANO 23
3.1.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA). 24
3.1.2. Factor Direccional y Factor Carril. 24
3.1.3. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección. 25
3.1.4. Número de repeticiones de ejes equivalentes. 28
3.2. ESTUDIO DE TRÁFICO RURAL 29
3.2.1. Revisión de tesis de origen del conteo vehicular. 30
3.2.2. Propuesta de estudio de tráfico. 30
3.2.2.1. Índice Medio Diario Semanal (IMDS). 30
3.2.2.2. Índice Medio Diario Anual (IMDA). 30
3.2.2.3. Factor Direccional y Factor Carril. 36
3.2.2.4. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección. 36
3.2.2.5. Numero de repeticiones de ejes equivalentes. 38
3.3. ESTUDIO DE TRÁFICO AEROPORTUARIO 44
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN 46
4.1. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO 46
4.1.1. Suelo Subrasante. 46
4.1.1.1. Obtención de muestras. 46
4.1.1.2. Descripción e identificación de suelo. 48
4.1.1.3. Características geológicas de la zona de extracción de la muestra. 49
4.1.2. Suelo Base y Subbase. 50



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2. ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELO 52
4.2.1. Ensayos de laboratorio para subrasante. 52
4.2.1.1. Determinación del contenido de humedad. 52
4.2.1.2. Análisis granulométrico. 52
4.2.1.3. Determinación del límite líquido. 53
4.2.1.4. Gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua. 54
4.2.1.5. Peso específico y absorción de agregados gruesos. 55
4.2.1.6. Compactación de suelos utilizando una energía modificada. 55
4.2.1.7. Ensayo de CBR. 57
4.2.2. Ensayos de laboratorio para subbase. 57
4.2.2.1. Análisis granulométrico. 57
4.2.2.2. Determinación del límite líquido. 57
4.2.2.3. Gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua. 57
4.2.2.4. Peso específico y absorción de agregados gruesos. 57
4.2.2.5. Peso unitario suelto y compactado. 57
4.2.2.6. Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados. 58
4.2.2.7. Partículas chatas y alargadas en agregados. 59
4.2.2.8. Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras. 60
4.2.2.9. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados. 61
4.2.2.10. Valor equivalente de arena. 61
4.2.2.11. Sales Solubles en Agregados. 62
4.2.2.12. Compactación de suelos utilizando una energía modificada. 63
4.2.2.13. Ensayo de CBR. 63
4.2.3. Ensayos de laboratorio para base. 63
4.2.3.1. Análisis granulométrico. 63
4.2.3.2. Determinación del límite líquido. 63
4.2.3.3. Gravedad específica y absorción de agregados finos. 63
4.2.3.4. Peso específico y absorción de agregados gruesos. 63
4.2.3.5. Peso unitario suelto y compactado. 64
4.2.3.6. Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados. 64
4.2.3.7. Partículas chatas y alargadas en agregados. 64
4.2.3.8. Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras. 64
4.2.3.9. Determinación del porcentaje de partículas fracturadas. 64



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.3.10. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados. 65
4.2.3.11. Valor equivalente de arena. 65
4.2.3.12. Índice de durabilidad del agregado. 65
4.2.3.13. Durabilidad al sulfato de magnesio. 66
4.2.3.14. Sales Solubles en Agregados. 67
4.2.3.15. Compactación de suelos utilizando una energía modificada. 67
4.2.3.16. Ensayo de CBR. 67
4.3. PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA LOS MATERIALES DE SUB-BASE Y BASE 67
4.3.1. Pavimentos urbanos según la CE.010. 67
4.3.2. Pavimentos rurales (carreteras) según el Manual de Carreteras EG-2013. 69
4.3.3. Pavimentos aeroportuarios según la FAA AC N° 150/5370-10H. 72
4.4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO. 75
4.4.1. Resultados para diseño de pavimento urbano. 76
4.4.1.1. Material subrasante (subrasante 1: figura 58). 76
4.4.1.2. Material subbase. 79
4.4.1.3. Material base. 83
4.4.2. Resultados para diseño de pavimento rural. 87
4.4.2.1. Material subrasante (subrasante 1: figura 58). 87
4.4.2.2. Material subbase. 87
4.4.2.3. Material base. 90
4.4.3. Resultados para diseño de pavimentos aeroportuarios. 93
4.4.3.1. Material subrasante (subrasante 2: figura 58). 93
4.4.3.2. Material subbase. 96
4.4.3.3. Material Base. 100
4.5. CLASIFICACIÓN DE SUELOS 104
CAPÍTULO 5. DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE 108
5.1. PAVIMENTO URBANO 108
5.1.1. Criterios de diseño. 108
5.1.1.1. Generalidades. 108
5.1.1.2. Parámetros básicos. 108
5.1.2. Sobrecarga tradicional. 110
5.1.3. Sobrecarga rediseñada. 112
5.2. PAVIMENTO RURAL 113



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2.1. Criterios de diseño. 113
5.2.1.1. Generalidades. 113
5.2.1.2. Parámetros básicos de diseño. 113
5.2.2. Sobrecarga tradicional. 116
5.2.3. Sobrecarga rediseñada. 118
5.3. PAVIMENTO AEROPORTUARIO 120
5.3.1. Criterios de diseño. 120
5.3.1.1. Generalidades. 120
5.3.1.2. Método de la FAA – AC 150/5320-6F "FAARFIELD" 120
5.3.2. Sobrecarga tradicional. 122
5.3.3. Sobrecarga rediseñada. 126
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO 129
6.1. PAVIMENTO URBANO 130
6.1.1. Metrados. 130
6.1.2. Presupuesto. 131
6.2. PAVIMENTO RURAL 133
6.2.1. Metrados. 133
6.2.2. Presupuestos. 134
6.3. PAVIMENTO AEROPORTUARIO. 136
6.3.1. Metrados. 136
6.3.2. Presupuesto. 137
6.4. BENEFICIO ECONÓMICO 139
6.4.1. Pavimento urbano. 139
6.4.2. Pavimento rural. 139
6.4.3. Pavimento aeroportuario. 139
CAPÍTULO 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 141
7.1. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE VALOR DE CBR 141
7.1.1. Pavimentos urbano y rural. 141
7.1.2. Pavimento aeroportuario. 143
7.2. ANÁLISIS DE GRÁFICAS CBR – PESAS DE SOBRECARGA 145
7.2.1. Pavimentos urbano y rural. 145
7.2.2. Pavimento aeroportuario. 146
7.3. ANÁLISIS DE VARIACIÓN DE ESPESORES DE PAVIMENTO 148
CONCLUSIONES 150



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES 154
PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN 155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 156
ANEXOS 160



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Función identidad para grosor de pavimento ..... 13
Ecuación 2 Función para determinar el nuevo grosor del pavimento..... 13
Ecuación 3 Agua a añadir para llegar al COA..... 17
Ecuación 4 Calculo de Modulo Resiliente ..... 22
Ecuación 5 Índice Medio Diario Semanal..... 30
Ecuación 6 Trafico futuro..... 31
Ecuación 7 Índice Medio Diario Anual..... 32
Ecuación 8 Factor Diario..... 32
Ecuación 9 Fórmula para hallar el tránsito proyectado al año “n” en veh/día ..... 36
Ecuación 10 Factor de Crecimiento Acumulado Fca..... 37
Ecuación 11 Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño ..... 42
Ecuación 12 Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton ..... 42
Ecuación 13 Ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible ..... 114
Ecuación 14 Ecuación de Numero Estructural (SN) para hallar espesores de pavimento flexible..... 115
Ecuación 15 Ecuación para hallar el Factor de Daño Acumulado ..... 121



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectos de pesas de sobrecarga en la relación de fuerza $CBRL/CBR45$ del suelo ensayado ..... 12
Tabla 2 Lecturas del dial de deformación en ensayo de CBR ..... 21
Tabla 3 Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el Carril de diseño ..... 24
Tabla 4 Cálculo del tránsito proyectado al año "n" de pavimento urbano ..... 25
Tabla 5 Tasas de crecimiento y Factor de crecimiento para pavimento urbano ..... 25
Tabla 6 Tabla resumen del estudio de tráfico urbano – Avenida Cayma ..... 26
Tabla 7 Índice Medio Diario Semana e Índice Medio Diario Anual urbano – Avenida Cayma ..... 26
Tabla 8 Resultados del Estudio de tráfico Urbano – Avenida Cayma ..... 28
Tabla 9 Factor de Corrección para Vehículos Ligeros (Peaje Patahuasi) ..... 32
Tabla 10 Factor de Corrección para Vehículos Pesados (Peaje Patahuasi) ..... 32
Tabla 11 Cálculo del Factor Diario ..... 33
Tabla 12 Tabla resumen del estudio de tráfico rural. Tramo Yura – Peaje Patahuasi ..... 34
Tabla 13 Índice Medio Diario Semanal Rural. Tramo Yura – Peaje Patahuasi ..... 34
Tabla 14 Índice Medio Diario Anual Rural. Tramo Yura – Peaje Patahuasi ..... 35
Tabla 15 Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el Carril de diseño ..... 36
Tabla 16 Tasa anual de crecimiento poblacional y de la economía expresada como el PBI del departamento de Arequipa ..... 37
Tabla 17 Cálculo del tránsito proyectado al año "n" de pavimento rural ..... 37
Tabla 18 Tasas de crecimiento y Factor de crecimiento para pavimento rural ..... 38
Tabla 19 Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos ..... 38
Tabla 20 Peso máximo por ejes y Factor de Ejes Equivalentes ..... 39
Tabla 21 Factor de Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo ..... 41
Tabla 22 Resultados del Estudio de trafico Rural (Interurbano) Tramo Yura –Peaje Patahuasi ..... 43
Tabla 23 Estudio de tráfico del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón ..... 45
Tabla 24 Informe estadístico anual del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón 45
Tabla 25 Carga a usarse para el ensayo de abrasión según la gradación. ..... 59
Tabla 26 Gradación de las muestras de ensayo (Abrasión de Los Argeles) ..... 59
Tabla 27 Requerimientos Granulométricos para sub-base granular ..... 67
Tabla 28 Requerimientos de calidad para sub-base granular ..... 68
Tabla 29 Requerimientos Granulométricos para Base Granular ..... 68
Tabla 30 Requerimiento sobre Valor Relativo de Soporte, CBR para base granular ..... 68
Tabla 31 Requerimientos del agregado grueso de base granular ..... 69
Tabla 32 Requerimientos del agregado fino de base granular ..... 69
Tabla 33 Requerimientos granulométricos para subbase granular ..... 70
Tabla 34 Requerimientos de ensayos especiales para subbase granular ..... 70
Tabla 35 Requerimientos granulométricos para base granular ..... 71



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 36 Requerimientos sobre el Valor Relativo de Soporte CBR para base granular ..... 71
Tabla 37 Requerimientos agregado grueso de la base granular ..... 71
Tabla 38 Requerimientos agregado fino de la base granular ..... 72
Tabla 39 Requerimientos para la gradación del material P-154 subbase granular..... 73
Tabla 40 Requerimientos para el material P-209 base granular..... 73
Tabla 41 Requerimientos para la gradación del material P-209 base granular ..... 74
Tabla 42 Propiedades físicas de subrasante 1..... 78
Tabla 43 Propiedades físicas y químicas de subbase y requerimiento para pavimento urbano ..... 82
Tabla 44 Propiedades físicas y químicas de base y requerimientos para pavimentos urbanos87
Tabla 45 Propiedades físicas y químicas de subbase y requerimientos para pavimentos rurales ..... 89
Tabla 46 Propiedades físicas y químicas de base y requerimientos para pavimentos rurales. 92
Tabla 47 Propiedades físicas de subrasante 2..... 95
Tabla 48 Propiedades físicas y químicas de subbase y requerimientos para pavimentos aeroportuarios ..... 99
Tabla 49 Propiedades físicas y químicas de base y requerimientos para pavimentos aeroportuarios ..... 104
Tabla 50 Sistema de clasificación AASHTO ..... 105
Tabla 51 Sistema Unificado de Clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75 ..... 106
Tabla 52 Clasificación de suelos ..... 107
Tabla 53 Características de tipos de subrasante según CE 010..... 109
Tabla 54 Grados de asfalto recomendados para diferentes temperaturas ..... 109
Tabla 55 Calculo del número estructural con una sobrecarga tradicional para pavimentos flexibles urbano..... 110
Tabla 56 Espesores del pavimento flexible urbano con sobrecarga tradicional..... 110
Tabla 57 Calculo de pesas de sobrecarga equivalente en pavimento urbano..... 111
Tabla 58 Resultados del ensayo de CBR con 4 pesas de sobrecarga para pavimento flexible urbano..... 112
Tabla 59 Calculo del número estructural con una sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexibles urbano..... 112
Tabla 60 Espesores rediseñados con sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexible urbano ..... 112
Tabla 61 Categorías de Subrasante según el MTC ..... 114
Tabla 62 Calculo del número estructural con una sobrecarga tradicional para pavimentos flexibles rural..... 116
Tabla 63 Espesores del pavimento flexible rural con sobrecarga tradicional ..... 116
Tabla 64 Calculo de pesas de sobrecarga equivalente en pavimento rural ..... 118
Tabla 65 Resultados del ensayo de CBR con 8 pesas de sobrecarga para pavimento flexible rural ..... 118
Tabla 66 Calculo del número estructural con una sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexibles rural ..... 119



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 67 Espesores rediseñados con sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexible rural ..... 119
Tabla 68 Calculo de pesas de sobrecarga equivalente en pavimento aeroportuario..... 126
Tabla 69 Resultados del ensayo de CBR con 7 pesas de sobrecarga para pavimento flexible aeroportuario..... 126
Tabla 70 Tabla de Salarios y Beneficios Sociales ..... 129
Tabla 71 Metrado de pavimento urbano con espesores tradicionales..... 130
Tabla 72 Metrado de pavimento urbano con espesores rediseñados ..... 130
Tabla 73 Presupuesto de pavimento urbano con espesores tradicionales ..... 131
Tabla 74 Presupuesto de pavimento urbano con espesores rediseñados..... 132
Tabla 75 Metrado de Pavimento rural con espesores tradicionales..... 133
Tabla 76 Metrado de Pavimento rural con espesores rediseñados ..... 133
Tabla 77 Presupuesto de pavimento rural con espesores tradicionales..... 134
Tabla 78 Presupuesto de pavimento rural con espesores rediseñados ..... 135
Tabla 79 Metrado de pavimento aeroportuario con espesores tradicionales..... 136
Tabla 80 Metrado de pavimento aeroportuario con espesores rediseñados ..... 136
Tabla 81 Presupuesto de pavimento aeroportuario con espesores tradicionales ..... 137
Tabla 82 Presupuesto de pavimento aeroportuario con espesores rediseñados..... 138
Tabla 83 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.1” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga..... 145
Tabla 84 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.2” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga..... 146
Tabla 85 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.1” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga..... 146
Tabla 86 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.2” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga..... 147
Tabla 87 Comparación de espesores de pavimentos flexibles vial y aeroportuario ..... 148
Tabla 88 Equivalencia de 2 pesas de sobrecarga en espesores de pavimento..... 148
Tabla 89 Resumen de espesor de pavimentos urbana, rural y aeroportuario ..... 149



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Grafica Comparativa entre el IMDS y IMDA (Av. Cayma)..... 27
Gráfica 2 Gráfica Comparativa entre el IMDS y IMDA (Tramo Yura – Peaje Patahuasi) .... 35
Gráfica 3 Curva Granulométrica – Subrasante para pavimentos urbano y rural (Muestra 1). 76
Gráfica 4 Curva Granulométrica – Subrasante para pavimentos urbano y rural (Muestra 2). 76
Gráfica 5 Curva Granulométrica – Subrasante para pavimentos urbano y rural (Muestra 3). 77
Gráfica 6 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 1)..... 79
Gráfica 7 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 2)..... 79
Gráfica 8 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 3)..... 80
Gráfica 9 Curva Granulométrica – Base (Muestra 1) ..... 83
Gráfica 10 Curva Granulométrica – Base (Muestra 2) ..... 83
Gráfica 11 Curva Granulométrica – Base (Muestra 3) ..... 84
Gráfica 12 Curva Granulométrica – Subrasante 2 (Muestra 1)..... 93
Gráfica 13 Curva Granulométrica – Subrasante 2 (Muestra 2)..... 93
Gráfica 14 Curva Granulométrica – Subrasante 2 (Muestra 3)..... 94
Gráfica 15 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 1)..... 96
Gráfica 16 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 2)..... 96
Gráfica 17 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 3)..... 97
Gráfica 18 Curva Granulométrica – Base (Muestra 1) ..... 100
Gráfica 19 Curva Granulométrica – Base (Muestra 2) ..... 100
Gráfica 20 Curva Granulométrica – Base (Muestra 3) ..... 101
Gráfica 21 Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo .. 107
Gráfica 22 Espesores de pavimento flexible urbano (tradicional)..... 111
Gráfica 23 Espesores de pavimento flexible urbano (con adición de pesas de sobrecarga) . 113
Gráfica 24 Espesores de pavimento flexible rural (tradicional) ..... 117
Gráfica 25 Espesores de pavimento flexible rural (con adición de pesas de sobrecarga)..... 119
Gráfica 26 Beneficio Económico de pista de pavimentos..... 140
Gráfica 27 Comparación entre valores de CBR a 0.1” de deformación al 95% de su MPUS y con adición de 4 y 7 pesas de sobrecarga..... 141
Gráfica 28 Comparación entre valores de CBR a 0.2” de deformación al 955 de su MPUS y con adición de 4 y 7 pesas de sobrecarga..... 142
Gráfica 29 Comparación entre valores de CBR a 0.1” de deformación al 95% de su MPUS y con adición de 6 pesas de sobrecarga..... 143
Gráfica 30 Comparación entre valores de CBR a 0.2” de deformación al 95% de su MPUS y con adición de 6 pesas de sobrecarga..... 144
Gráfica 31 Comparación de la relación CBR a 0.1” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga..... 145
Gráfica 32 Comparación de la relación CBR a 0.2” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga Fuente: Elaboración propia..... 146
Gráfica 33 Comparación de la relación CBR a 0.1” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga..... 147
Gráfica 34 Comparación de la relación CBR a 0.2” de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga..... 147



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Flujo de investigación ..... 5
Figura 2 Estructura típica de un pavimento flexible ..... 7
Figura 3 Transmisión de cargas sobre el suelo en pavimento flexible ..... 8
Figura 4 Estructura típica de un pavimento rígido ..... 8
Figura 5 Transmisión de cargas sobre el suelo en pavimento rígido ..... 9
Figura 6 Estructura típica de un pavimento articulado ..... 9
Figura 7 Curva Esfuerzo-Deformación del suelo ensayado con sobrecarga 89 N y 178 N ..... 12
Figura 8 Efecto de la pesas de sobrecarga en la relación $CBRL/CBR45$ ..... 13
Figura 9 Solución de las ecuaciones 1 y 2 para determinar el grosor del pavimento ..... 14
Figura 10 Tamizado del material ..... 17
Figura 11 Humedad optima de material Subrasante ..... 18
Figura 12 Compactación de la muestra en molde de CBR ..... 18
Figura 13 Enrase de la muestra compactada de CBR ..... 19
Figura 14 Muestra de CBR invertida sin presencia de disco espaciador ..... 19
Figura 15 Toma de lectura de muestra de CBR para medir hinchamiento ..... 20
Figura 16 Muestras de CBR sumergidas ..... 20
Figura 17 Ensayo en equipo de CBR ..... 21
Figura 18 Ubicación del Estudio de Tráfico Urbano. Cayma, Arequipa, Arequipa ..... 23
Figura 19 Ubicación del Estudio de Tráfico Rural, Arequipa ..... 29
Figura 20 Ubicación del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón. Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa ..... 44
Figura 21 Ubicación de la Calicata para material Subrasante, Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa. ..... 46
Figura 22 Lugar donde se realizó la calicata. Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa ..... 47
Figura 23 Extracción de la muestra. Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa ..... 47
Figura 24 Perfil estratigráfico de la calicata ..... 48
Figura 25 Mapa geológico del cuadrángulo 33-S de Arequipa ..... 49
Figura 26 Leyenda del mapa geológico del cuadrángulo 33-S de Arequipa ..... 49
Figura 27 Ubicación de la obtención de material base y subbase. Mariano Melgar, Arequipa, Arequipa ..... 50
Figura 28 Lugar donde se obtuvo material de subbase y base. Mariano Melgar, Arequipa, Arequipa ..... 51
Figura 29 Material obtenido de subbase y base. Mariano Melgar, Arequipa, Arequipa ..... 51
Figura 30 Extracción de material subrasante para hallar contenido de humedad ..... 52
Figura 31 Análisis Granulométrico de subrasante ..... 53
Figura 32 Límites de Atterberg ..... 53
Figura 33 Ensayo en la Cuchara de Casagrande ..... 54
Figura 34 Calibración de fiolas ..... 54
Figura 35 Gravedad específica de solidos (material fino) ..... 55
Figura 36 Muestra de suelo sumergido – Peso Específico Agregado Grueso ..... 55
Figura 37 Preparación del material a ser compactado por el ensayo de Proctor Modificado ..... 56
Figura 38 Compactación del suelo por el Método B del Proctor Modificado ..... 56
Figura 39 Proceso de enrasado de material ensayado por Proctor Modificado ..... 56



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 40 Toma del peso de material compactado por Ensayo de Proctor Modificado ..... 57
Figura 41 Calibración del recipiente de ensayo..... 58
Figura 42 Peso unitario compactado..... 58
Figura 43 Muestra subbase obtenida al ser ensayada por la máquina de Los Ángeles ..... 59
Figura 44 Ensayo de partículas chatas y alargadas en agregados..... 60
Figura 45 Ensayo para hallar en índice de aplanamiento en agregados..... 60
Figura 46 Ensayo para hallar en índice de alargamiento en agregados ..... 60
Figura 47 Separación de la muestra por tamices ..... 61
Figura 48 Muestra sumergida en agua destilada como parte del ensayo de terrones y partículas desmenuzables ..... 61
Figura 49 Ensayo valor equivalente de arena..... 62
Figura 50 Ensayo de sales solubles en agregados..... 62
Figura 51 Ensayo de sales solubles en agregados (presencia de sales) ..... 62
Figura 52 Material saturado superficialmente seco de agregado fino – Gravedad especifica 63
Figura 53 Esquema de una partícula fracturada con una cara fracturada..... 64
Figura 54 Ensayo de partículas fracturadas en laboratorio ..... 64
Figura 55 Material después del proceso de eliminación del material pasante del tamiz N° 200 ..... 65
Figura 56 Ensayo de equivalente de arena, como parte del ensayo de índice de durabilidad. 65
Figura 57 Preparación del sulfato de magnesio para realizar el ensayo ..... 66
Figura 58 Muestra sumergida en la solución de sulfato de magnesio ..... 66
Figura 59 Muestra después de la inmersión en la solución..... 66
Figura 60 Diferencia entre el material subrasante usado para pavimento rural, urbano y aeroportuaria..... 75
Figura 61 Grafica de Factor de Daño Acumulado..... 121
Figura 62 Ubicaciones de trenes de aterrizaje de una mezcla de trafico de aviones ..... 121
Figura 63 Grafica ejemplo de CDF..... 122
Figura 64 Registro de Tráfico Aéreo en FAARFIELD – Pavimento flexible..... 123
Figura 65 Ingreso de datos requeridos para el diseño tradicional ..... 124
Figura 66 Contribución en CDF de aeronaves en el diseño tradicional de pavimento flexible aeroportuario..... 124
Figura 67 Espesores de pavimento flexible aeroportuario (tradicional) ..... 125
Figura 68 Ingreso de datos requeridos para el rediseño de espesores de pavimento flexible aeroportuario..... 127
Figura 69 Contribución en CDF de aeronaves en el rediseño de pavimento flexible aeroportuario..... 127
Figura 70 Espesores de pavimento flexible aeroportuario (con adición de pesas de sobrecarga)..... 128



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# CAPITULO 1. GENERALIDADES

## 1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1.1. Identificación del problema.

Actualmente en el Perú, uno de los métodos indirectos para determinar el índice de resistencia de los suelos, que será parte de las capas de pavimento es el ensayo de CBR con sus siglas en inglés "California Bearing Ratio" (Ensayo de Soporte de California), este ensayo se realiza de acuerdo a lo establecido en el Manual de Ensayo de Materiales E132, CBR de laboratorio (Edición Mayo 2016) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que será mencionada en adelante como "MTC E132" y en la Norma Técnica Peruana 339.145:1999 (revisada el 2014) del Instituto Nacional de Calidad "INACAL" que será mencionada en adelante como "NTP 339.145", ambas normas peruanas. Estas normas usaron como referencia la norma extranjera ASTM D1883 - 16 "Standart Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils" del American Society for Testing and Materials que en adelante será mencionada como "ASTM D1883".

Según lo descrito en MTC E132, NTP 339.145 y ASTM D1883 no mencionan datos específicos acerca del peso de las pesas de sobrecarga en relación al espesor del pavimento, peso unitario o alguna propiedad de las capas de pavimento superiores a la ensayada, además la información base sobre datos de los ensayos necesarios realizados para su obtención no se encuentran disponibles a vista de cualquier persona; por tal motivo, en dichas normas recomiendan realizar un cálculo aproximado por algún método conveniente o caso contrario estas pesas de sobrecarga no deben tener un peso menor que 4.54 kgf.

### 1.1.2. Descripción del problema.

El ensayo de CBR es muy usado en nuestro país, los laboratorios se rigen a lo establecido en las normas peruanas; en caso de carreteras se rigen según MTC E132 del Manual de Ensayo de Materiales y en caso de pavimentos usados en zonas urbanas se rigen de la NTP 339.145 indicado en el RNE Norma CE.010 "Pavimentos Urbanos", ambos basados como referencia en la ASTM D1883. Esta última mencionada es la que rige los pavimentos usados en aeropuertos según Airport Pavement Design and Evaluation (2016) AC No 150/5320-6F de la Federal Aviation Administration (FAA).



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Acerca de la penetración solicitada (al 95% de su máximo peso unitario seco para subrasante y al 100% de su máximo peso unitario seco para subbase y base), las tres normas MTC E132, NTP 339.145 y ASTM D1883 coinciden en que la relación de soporte reportada es normalmente la de 0.1" (2.54 mm) de penetración. En caso la relación de soporte a 0.2" (5.08 mm) de penetración sea mayor, se tiene que repetir el ensayo. Si el resultado es similar, entonces recomienda que debería usarse la relación de soporte a 0.2" (5.08 mm). Sin embargo, según el Manual de Carreteras del MTC menciona que debe ser tomada a 0.1" (2.54 mm) de penetración.

Éste ensayo necesita de distintos equipos y materiales, cada uno con diferentes funciones importantes para la realización del mismo. Parte de estos equipos y materiales son las pesas de sobrecarga, que cumplen la función de simular el peso de las capas del pavimento superior al suelo ensayado, de tal forma que se obtenga resultados muy cercanos a la realidad sobre su deformación (hinchamiento).

Las normas peruanas NTP 339.145, MTC E132, así como también la norma extranjera ASTM D1883 concuerdan en que es peso mínimo de pesas de sobrecarga es de 4.54 kgf, y a partir de éste incrementar pesas de sobrecarga de 2.26 kgf; esto es causa del uso desproporcionado de las pesas de sobrecarga en caso de capas de pavimento mayores y posiblemente pueda inducir a errores en resultados de los ensayos.

El poco interés sobre las pesas de sobrecarga conlleva a su uso convencional y estandarizado, que trae como efecto no tomar en cuenta las propiedades reales de las capas superiores a la ensayada.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se propone en consecuencia de que el tema de las pesas sobrecargas usadas en el ensayo de CBR no tiene relevancia necesaria en el proceso del ensayo mismo.

Las propiedades de las capas superiores a la ensayada deberían estar relacionadas con las pesas de sobrecarga. Las normas ASTM D1883, MTC E132 y NTP 339.145 como se mencionó anteriormente proporcionan instrucciones aproximadas acerca del uso de las pesas de sobrecarga, razón por la cual al realizar el ensayo de CBR en laboratorios se suele usar pesas como mínimo de 4.54 kgf sin tener en cuenta las propiedades de las capas superiores; si estas tendrían un espesor mayor a la convencional (como es el caso de autopistas o aeropuertos) o



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

presentan un peso unitario elevado, el diseño indirectamente presentaría un factor de seguridad mucho mayor al requerido.

Por otro lado, si el suelo ensayado se expandiese por colocar menos pesas de sobrecarga de lo necesario podría incurrir en gastos innecesarios de mejoramiento de suelos, ya que no reflejaría el mismo escenario usado en campo; es factible obviar la necesidad de estos gastos cuando las capas superiores a la ensayada por peso propio controlarían la expansión de la capa inferior. Estos dos aspectos antes mencionados: la seguridad, así como ser económicamente viable son aspectos que tienen que tener balance en un proyecto de construcción.

Para diseñar los espesores de los pavimentos con sobrecarga estándar vs. sobrecarga real y analizarlos, se tomó de guía los manuales de diseño que son el Manual de Diseño de Carreteras del MTC (para pavimentos de carreteras), CE 010 (para vías locales) y del Federal Aviation Administration FAA AC No 150/5320-6F (para pavimentos aeroportuarios).

## 1.3. HIPÓTESIS

Dado que, se desconoce la equivalencia correcta entre los pesos de sobrecarga tradicionales y pesos en sobrecarga de los espesores del pavimento de diseño (urbano, rural y aeroportuario), es probable que al analizar y verificar mediante ensayos de laboratorio exista una diferencia física y económica entre el uso de espesores tradicionales en sobrecarga y el uso de sobrecarga obtenida mediante un rediseño de los espesores del pavimento lo cual permita la optimización de diseños de pavimentos.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo general.

Determinar la relación existente entre la variación de sobrecargas equivalentes a un espesor real de pavimento basado en el ensayo de CBR, diseñando espesores con sobrecarga estándar vs. sobrecarga real aplicados a pavimentos urbanos, rurales y aeropuertos.

### 1.4.2. Objetivos específicos.

- Analizar y verificar la información dada sobre las pesas de sobrecarga que están plasmadas en las normas ASTM D1883, MTC E132 y NTP 339.145.
- Revisar los antecedentes relacionados a las pesas de sobrecarga, mediante artículos científicos.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Realizar ensayos de las propiedades físico-mecánicas del material a usarse para la investigación.
- Determinar los espesores tradicionales con un CBR a 0.1" de penetración con 4.54 kgf de pesas de sobrecarga, esto basado en proyectos en caso de pavimentos urbano y rural, y uno típico en caso de aeropuertos; al 95% de su máximo peso unitario seco para subrasante y al 100% de su máximo peso unitario seco para subbase y base.
- Determinar cuánto representan los espesores tradicionales en pesas de sobrecarga.
- Rediseño de espesores con CBR con sobrecarga analizada, esto mediante ensayos en laboratorio de CBR a 0.1" o 0.2" de penetración al 95% de su máximo peso unitario seco para subrasante y al 100% de su máximo peso unitario seco para subbase y base.
- Comparación entre los valores de CBR dados con diferentes pesas de sobrecarga.
- Comparación entre los espesores tradicionales y los obtenidos después del rediseño.
- Comparación económica entre los espesores tradicionales y los obtenidos con el rediseño.

## 1.5. ANÁLISIS DE VARIABLES

### 1.5.1. Variable independiente.

- Ensayos de mecánica de suelos para hallar propiedades físicas y químicas del suelo en laboratorio.
- Pesas de sobrecarga tradicionales en ensayo de CBR.

### 1.5.2. Variable dependiente.

- Ensayos de CBR en laboratorio con pesas de sobrecarga equivalente a espesor de pavimento real.
- Espesores de pavimento rediseñados.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 1.6. PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

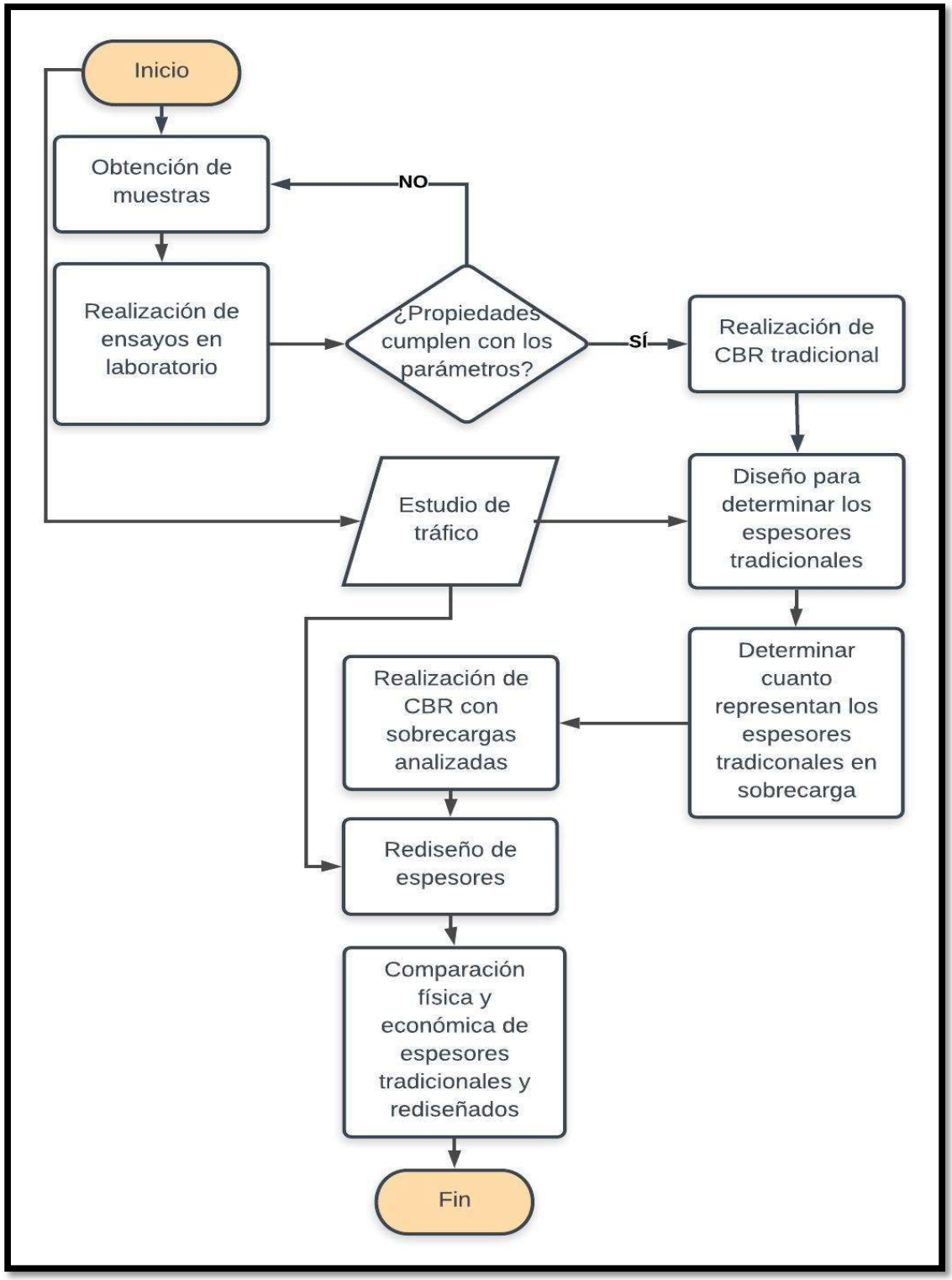



*Figura 1 Diagrama de Flujo de investigación*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

## 2.1. DESCRIPCIÓN DE PAVIMENTOS

Se denomina pavimento al conjunto de capas superpuestas, que se diseñan y conforman con materiales apropiados y debidamente compactados. Su estructura recibe en forma directa las cargas de tránsito, estas cargas producen esfuerzos que se disipan con la profundidad, por lo tanto, se debe colocar los materiales de mayor resistencia en las capas superiores, de forma que los materiales de menor calidad o aquellos que se encuentren en el terreno estén en la parte inferior.

La razón por la cual el pavimento es dividido en capas es por el factor económico, ya que, al determinar los espesores de las capas se espera que éstos sean los mínimos necesarios para reducir los esfuerzos sobre la capa inmediata superior.

El pavimento debe ser resistente y durable, pero esto no solo depende de las propiedades del material, ya que tiene gran influencia el proceso constructivo, por lo tanto, es de suma importancia el proceso de compactación y la humedad a la cual se compacte el material. Se espera que los materiales se acomoden adecuadamente, caso contrario los materiales se consolidaran por efecto de cargas futuras y es así que se producen las deformaciones permanentes en el pavimento. Por lo general, el pavimento está conformado por la capa de rodadura, base y subbase.

- Carpeta capa de rodadura: Esta capa es la más superficial, que puede ser del tipo bituminosos (flexible), de concreto cemento portland (rígido) o adoquinado y su principal función es brindar seguridad, comodidad y estabilidad al tránsito vehicular, por lo tanto, tiene que garantizar la inexistencia de desnivelaciones u ondulaciones ya sea, longitudinales y transversales, tiene que presentar impermeabilidad de forma que evite la entrada de agua en la estructura del pavimento. Además, tiene que presentar una textura que evite los deslizamientos.

- Base: Esta capa se encuentra por debajo de la carpeta asfáltica o capa de rodadura y es la encargada de recibir los esfuerzos de la capa de rodadura y transmitirlos hacia las capas inferiores. Está compuesta de material selecto y procesado (agregados) que cumplan con los limites proporcionados por las normas dependiendo del uso que se le dará al pavimento.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Esta capa puede ser tratada con asfalto, cal o cemento, como también puede ser material netamente granular drenante.

- Subbase: Es considerada una capa netamente económica, debido a que sus materiales no necesariamente son de alta calidad lo cual con lleva a ser la más barata. Una de sus funciones es la de soportar y transmitir uniformemente los esfuerzos a la subrasante, siendo así una capa de transición. Además, otra de sus funciones es la de impedir que los finos de la subrasante la contaminen. En cuanto al drenaje esta capa en muchos casos tiene la función de drenar el agua que se introduce por la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar. Esta capa al igual que la base puede ser de material granular o puede ser tratada con asfalto, cal o cemento, como también puede obviarse esta capa.

## 2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

### 2.2.1. Pavimentos flexibles.

Este tipo de pavimento es aquel que está formado por una carpeta bituminosa (capa de rodadura) que se apoya generalmente sobre dos capas no rígidas, base y subbase. No obstante, este tipo de pavimento puede prescindir de cualquiera de estas capas dependiendo de la ubicación, necesidad de la obra o de las propiedades del material subrasante.

Su periodo de vida oscila entre 10 a 20 años razón por la cual demanda mantenimiento continuo, sin embargo, su costo de construcción inicial es económico. Este tipo de pavimento es construido principalmente donde hay cuantioso tráfico. Su tiempo de ejecución es menor en comparación con el pavimento rígido.

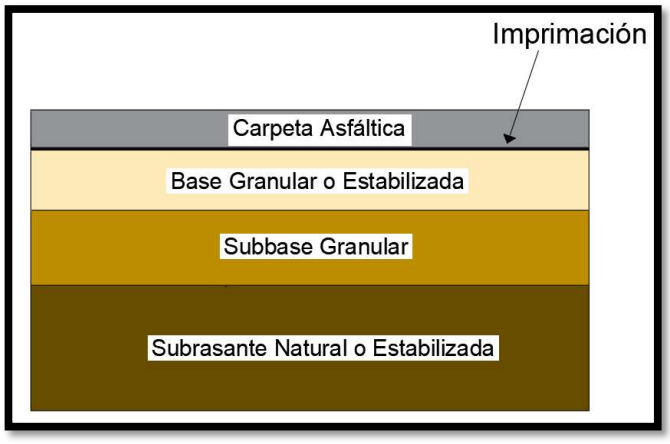



*Figura 2 Estructura típica de un pavimento flexible*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se caracteriza porque su estructura total se deflecta dependiendo de las cargas que transitan sobre él. La distribución de esfuerzos en este tipo de pavimento se localiza en un área menor, ya que, la capa superficial no presenta una alta rigidez. Además, los esfuerzos se van disipando desde la capa superior a inferior como se mencionó anteriormente.

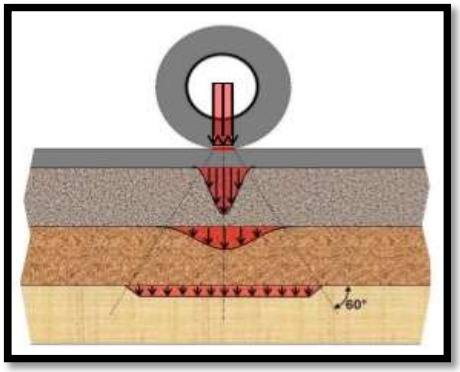



*Figura 3 Transmisión de cargas sobre el suelo en pavimento flexible*
*Fuente: https://es.slideshare.net/EdgardoBbecker/e-becker-presentacin-sobre-pavimentos-y-pisos-industriales*

### 2.2.2. Pavimentos rígidos.

Este tipo de pavimento está constituido por una losa de concreto hidráulico apoyada sobre una capa de material seleccionado llamada subbase de pavimento rígido o en algunos casos no es necesario la presencia de esta capa, por lo que la losa de concreto hidráulico termina apoyándose sobre la subrasante.

Su periodo de vida oscila entre 20 a 40 años, este pavimento no requiere mayor mantenimiento más que en las juntas de las losas, estos son cortes longitudinales y transversales en el pavimento que determinaran las dimensiones de las losas de pavimento y su función es permitir la formación de fisuras por contracción a cualquier edad. En este tipo de pavimento se usa los pasadores en las juntas transversales para transferir cargas y barras de unión en las juntas longitudinales para mantenerlas ancladas. No obstante, su construcción inicial es costosa en comparación al pavimento flexible.




*Figura 4 Estructura típica de un pavimento rígido*
*Fuente: Cámara Nacional del Cemento (CANACEM)*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se caracteriza por su alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, razón por la cual la distribución de esfuerzas se da en una zona amplia.

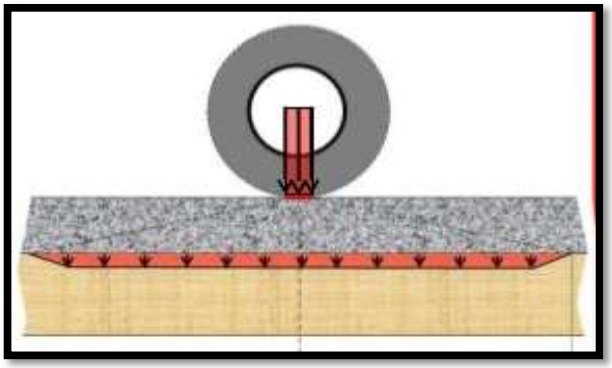


*Figura 5 Transmisión de cargas sobre el suelo en pavimento rígido*
*Fuente: https://es.slideshare.net/EdgardoBecker/e-becker-presentacin-sobre-pavimentos-y-pisos-industriales*

### 2.2.3. Pavimentos articulados.

Los pavimentos articulados son aquellos que está constituido por una capa de rodadura conformada por bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines que se apoyan sobre una capa de arena y con un sello de arena entre sus juntas. Por debajo de esta capa puede tener una capa de base granular, subbase o directamente sobre la subrasante. Esto depende de la demanda y magnitud de las cargas que circulan por dicho pavimento. En otros casos puede reemplazarse los bloques de concreto por otro tipo de materiales como son arcilla cocida o piedras duras en su forma natural.

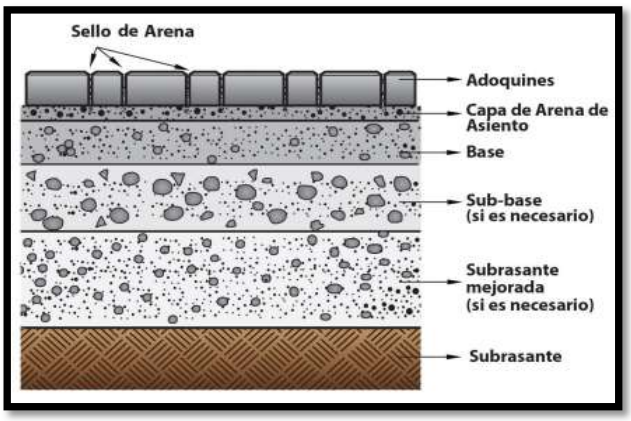



*Figura 6 Estructura típica de un pavimento articulado*
*Fuente: Guía de Instalación de Adoquines de Concreto ICCG*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.3. DRENAJE EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

### 2.3.1. Pavimento urbano.

Según la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos en vías y accesos deben tener un drenaje longitudinal y superficial; el drenaje longitudinal depende del diseño geométrico de la vía y el drenaje transversal debe ser con un bombeo no menor de 1.5%. Además, las aguas que se recolectadas deben conducir a cunetas, tuberías o sub-drenajes fuera de las vías de accesos. (p.52)

### 2.3.2. Pavimento rural.

Según el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos del MTC el drenaje se divide para aguas superficiales y para aguas subterráneas.

- Drenaje de aguas superficiales: Principalmente se refiere al agua de lluvia que cae sobre la plataforma de camino, los elementos de drenaje para este caso son: bombeo, cunetas, alcantarillas, características drenantes que deben tener las capas de del pavimento (base y subbase) y las zanjas.

  Sobre el bombeo que debe tener la carretera, según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018 debe ser 2% ya que se refiere a un pavimento asfaltico con una precipitación menor a 500 mm/año para el caso de Arequipa. (p.195)
- Drenaje de aguas subterráneas: Este tipo de drenaje se diseña cuando la carretera a construirse está localizada en terrenos con napa freática alta respecto de la subrasante.

### 2.3.3. Pavimento aeroportuario.

Según el manual de la FAA AC 150/5320-5D el drenaje de este pavimento requiere consideración de: drenaje superficial, flujo de canal y capacidad de entrada. El drenaje superficial que está conformado por los elementos pendiente longitudinal del pavimento, pendiente transversal del pavimento, diseño de cunetas y zanjas en carreteras. Para la presente tesis se muestra a continuación información sobre la pendiente longitudinal y transversal del pavimento

Según Galindez, Solorio, Ocampo y Arellano (2007) afirman que:

- Pendiente longitudinal: Es el resultado de dividir la diferencia de niveles entre la elevación máxima y la minina a lo largo del eje de la calle de rodaje, por la longitud de esta, y sus valores no deberían de exceder de 3% para categorías Ay B y 1.5% para categorías C, D y E.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Pendiente transversal: Deben ser suficientes para impedir la acumulación del agua en la superficie, pero no deberían exceder: 2% para categorías A y B; 1.5% para C, D y E en el pavimento de la calle de rodaje.

De la información anterior las categorías se refieran a velocidades, donde la categoría A es velocidad de 90 nodos a menos, categoría B es velocidad entre 91 y 120 nodos, categoría C es velocidad entre 121 y 140 nodos, categoría D es velocidad entre 141 y 165 nodos y categoría E es a una velocidad de 166 nodos a más. Donde un nodo equivale a 1.852 Km/h.

## 2.4. CBR COMO PARÁMETRO ESTRUCTURAL EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO

### 2.4.1. Antecedentes investigativos.

#### *2.4.1.1. Internacional.*

Se tiene un antecedente de una investigación realizada en Baghdad, Iraq cuyo título es "Effects and observations of surcharge load on the laboratory CBR and resilient modulus values of roadbed soil" que significa "Efectos y observaciones de la carga de sobrecarga en el CBR de laboratorio y los valores de módulo resiliente del suelo de la calzada". En esta investigación se realizó ensayos de un suelo de arena limosa (subrasante) con el objetivo de realizar el CBR en laboratorio bajo diferentes cargas de 44.5, 89, 178 y 267 N que expresadas en otras unidades equivalen a pesos de 4.54, 9.08, 18.15 y 27.23 kgf respectivamente. Estas muestras fueron compactadas al 95% y ensayadas con la norma ASTM D1883-87.

Algunas citas importantes dentro de la investigación son:

> Para simular el efecto del peso de la estructura del pavimento sobre el suelo subterráneo, la muestra de laboratorio de CBR se somete a una carga adicional, teóricamente equivalente al peso del pavimento flexible. (como se cita en Razouki y Al-Shefi, 2001, p.1)
>
> Sin embargo, dado que las intensidades exactas de las presiones no se pueden determinar hasta que se diseñe el pavimento, Yoder y Witczak (1975) señalaron que se permiten pesos dentro de los 22 N de lo previsto. Una carga de recargo de 22.24 N se considera equivalente a un espesor de pavimento de 63.5 mm, el peso del recargo no debe ser inferior a 44.5 N. (como se cita en Razouki y Al-Shefi, 2001, p.1)

En esta investigación menciona que en base a la teoría de capacidad de carga de Terzaghi, 1943 es claro que al añadir pesas de sobrecarga adicional hará que aumente el valor de CBR, por lo tanto, si se usa una carga mínima de 44.5 N (4.54 kgf de peso) en lugar de uno real, el CBR



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

será subestimado (Razouki y Al-Shefi, 2001). Por lo que, uno de los objetivos de esa investigación fue hallar una correlación entre el CBR y el grosor del pavimento para poder tener una mayor precisión.

En la siguiente figura muestra las curvas del suelo ensayado con 89 N y 178 N (9.08 kgf y 18.15 kgf respectivamente).

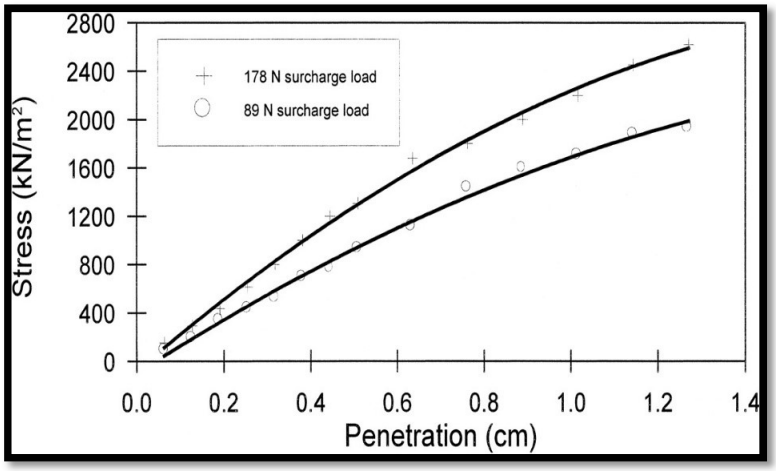



*Figura 7 Curva Esfuerzo-Deformación del suelo ensayado con sobrecarga 89 N y 178 N*
*Fuente: Razouki y Al-Shefi, 2001*

En la siguiente tabla se muestra la representación de la resistencia $CBR_L/CBR_{45}$ (donde $CBR_L$ se refiere al CBR para cualquier pesa de sobrecarga y $CBR_{45}$ se refiere al CBR con una sobrecarga de 44.5 N (4.54 kgf) para el suelo ensayado.

| Pesa de Sobrecarga (N) | 44.5 | 89 | 178 | 267 |
|---|---|---|---|---|
| CBR | 7 | 8.93 | 12.53 | 14.87 |
| $CBR_L/CBR_{45}$ | 1 | 1.276 | 1.797 | 2.124 |

*Tabla 1 Efectos de pesas de sobrecarga en la relación de fuerza $CBR_L/CBR_{45}$ del suelo ensayado*
*Fuente: Razouki y Al-Shefi, 2001*

La siguiente figura, así como la tabla anterior muestra el resultado de su investigación, donde claramente se observa que a una cantidad mayor de pesas de sobrecarga el resultado del CBR es mayor.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

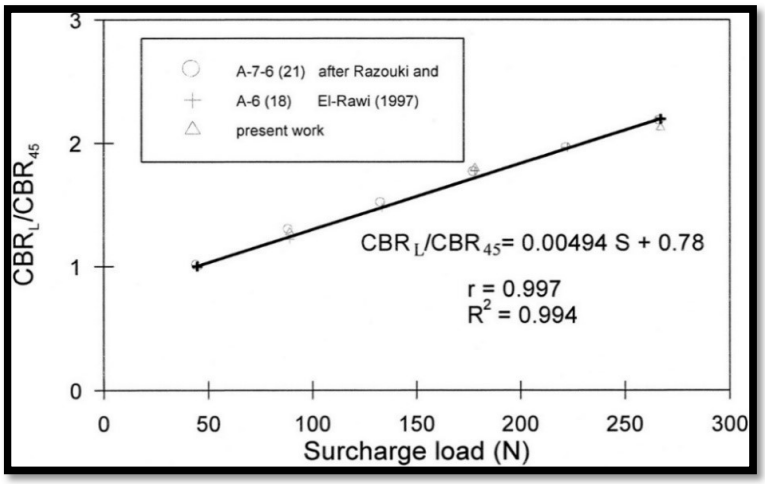



*Figura 8 Efecto de la pesas de sobrecarga en la relación $CBR_L/CBR_{45}$*
*Fuente: Razouki y Al-Shefi, 2001*

Como resultado final de la primera parte de la investigación, propusieron una correlación entre resistencia anticipada de la subrasante y el grosor de las capas de pavimento donde se obtuvo las siguientes ecuaciones:

$$f_1(t) = t$$

*Ecuación 1 Función identidad para grosor de pavimento*
*Fuente: Razouki y Al-Shefi, 2001*

$$f_2(t) = \sqrt{\frac{179P}{(0.0173t + 0.78)CBR_{45}} - \frac{A}{\pi}}$$

*Ecuación 2 Función para determinar el nuevo grosor del pavimento*
*Fuente: Razouki y Al-Shefi, 2001*

Donde:

t = Espesor de la estructura del pavimento flexible sobre la subrasante (cm).

P = Carga de una rueda (kN).

A = Área de contacto entre el pavimento y el neumático (cm²)

$CBR_{45}$ = CBR con una sobrecarga de 44.5 N (4.54 kgf)

Con las dos ecuaciones se obtiene la siguiente gráfica. Ademas, considerando un $CBR_{45}$ = 4%, P = 60 kN y A = 775 cm².



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

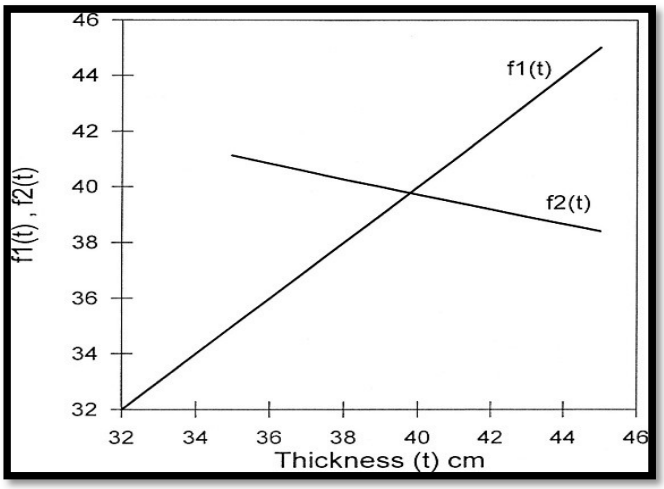



*Figura 9 Solución de las ecuaciones 1 y 2 para determinar el grosor del pavimento*
*Fuente: Razouki y Al-Shefi, 2001*

Según la anterior grafica se puede observar que el nuevo grosor de pavimento será 38.9 cm en lugar de 49.4 cm que fue obtenido de un diseño convencional para un CBR DE 4%. Esto significa una reducción del 10 cm aproximadamente. Cabe resaltar que con un grosor de pavimento de 38.9 el CBR mejoro a 5.87%.

#### *2.4.1.2. Nacional.*

No se encontró ningún antecedente nacional.

### 2.4.2. Revisión de normas.

#### *2.4.2.1. Internacional.*

##### *2.4.2.1.1. ASTM D1883.*

Esta norma sirvió de referencia para la redacción de las normas peruanas. A continuación, se muestra las versiones que tuvo esta norma, el objetivo es comparar que es lo que mencionan acerca de las pesas de sobrecarga y así poder saber si estas especificaciones cambiaron o se mantuvieron iguales en todas sus versiones.

- ASTM D1883 (1999) menciona:

  Aplique una sobrecarga igual al peso del material base y el pavimento dentro de 2.27 kg (5 lb), pero en ningún caso el peso total utilizado será inferior a 4.54 kg (10 lb). **Si no se especifica el peso del pavimento, use 4.54 kg.** (p.4)

- ASTM D1883 (2005): No se pudo obtener la norma, pero la diferencia o los cambios entre las normas del año 1999 y 2007 son cambios en unidades.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ASTM D1883 (2007) menciona:

  Aplique una sobrecarga igual al peso del material base y el pavimento dentro de 5 lbf (2.27 kg), pero en ningún caso el peso total utilizado será inferior a 10 lbf (4.54 kg). **Si no se especifica el peso del pavimento, use 10 lbf (4.54 kg).** (p.5)

- ASTM D1883-07e1: No se pudo obtener la norma, pero no existe cambios o diferencias entre las versiones 2007 y 2007e1.

- ASTM D1883 e2 (2007) menciona:

  Aplique una sobrecarga igual al peso del material base y el pavimento dentro de 5 lbf (2.27 kg), pero en ningún caso el peso total utilizado será inferior a 10 lbf (4.54kg). **Si no se especifica el peso del pavimento, use 10 lbf (4.54 kg).** (p.5)

- ASTM D1883 (2014) menciona:

  Aplique una sobrecarga igual al peso del material base y el pavimento dentro de 5 lbf o una masa de 2.27 kg, pero en ningún caso el peso total utilizado será menor de 10 lbf o una masa no menor de 4.54 kg. **Si no se especifica una sobrecarga, use 10 lbf.** (p.7)

- ASTM D1883 (2016) menciona:

  Aplique una sobrecarga igual al peso del material base y el pavimento dentro de 5 lbf o una masa de 2.27 kg, pero en ningún caso el peso total utilizado será menor de 10 lbf o una masa no menor de 4.54 kg. **Si no se especifica una sobrecarga, use 10 lbf.** (p.7)

Al comparar que es lo que menciona acerca de las pesas de sobrecarga de casi todas las versiones, se puede observar que no hubo cambio de unidades, así como también desde el año 1999 menciona “si no se especifica el peso de pavimento” lo cual cambio desde la versión del año 2014 donde menciona “si no se especifica una sobrecarga”. Las dos frases dan a entender el mismo mensaje, pero si cabe resaltar que al mencionar “una sobrecarga” es más directo en dar a entender en que se refiere a la cantidad de sobrecarga necesaria para cada ensayo.

#### *2.4.2.2. Nacional.*

##### *2.4.2.2.1. MTC E 132 (2016).*

Menciona:

Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

> que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg. (p.251, 252)

Además, esta norma tiene una Nota acerca de las pesas de sobrecarga en la cual menciona que:

> A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. **Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.** (MTC E 132, 2016, p.252)

En esta norma se observa que en la nota da una aproximación de cómo se puede estimar el número de pesas de sobrecarga a usarse en el ensayo dependiendo del espesor de las capas de pavimento. Esta norma tuvo como referencia normativa a la norma ASTM D1883.

*2.4.2.2.2. NTP 339.145.*

- NTP 339.145 (1999) menciona:

  Aplicar un sobrepeso igual al peso del material base y pavimento de 2.27 kg (5 lb), sin embargo, en ningún caso el peso total deberá ser menor de 4.54 kg (10 lb). Si no se especifica el peso en el pavimento, usar 4.54 kg. (p.11)

- NTP 339.145 (2014): No existe ningún cambio sobre las pesas de sobrecarga en comparación con la norma NTP 339.145 (1999).

Al comparar las dos normas peruanas se puede observar que la norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones es más cuidadosa al precisar sobre el uso de las pesas de sobrecarga.

### 2.4.3. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Para la realización de este ensayo en la presente tesis se tomó en cuenta la norma peruana del Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC E 132 que se encuentra en el Manual de Ensayos de Materiales.

#### *2.4.3.1. Generalidades.*

El ensayo de CBR fue desarrollado antes de la Segunda Guerra Mundial por el Departamento de Transportes de California.

Este ensayo consiste en medir un índice de resistencia de los suelos para hacer penetrar un pistón, a velocidad constante de 1.27 mm/min, se realiza sobre una muestra previamente preparada con un contenido óptimo de agua predeterminado por el ensayo de compactación.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ya que, este índice es necesario en el diseño de diferentes tipos de pavimentos, se evalúa la capacidad de soporte de la subrasante, así como de la base y subbase o para cualquier otro uso que se le quiera dar al suelo.

#### *2.4.3.2. Preparación de la muestra.*

Para el material a usarse en el ensayo, este depende de la granulometría que presenta. Si menos del 25% del material queda retenido en el tamiz de 19.1 mm (¾") entonces solo se usa el material pasante por el tamiz de 19.1 mm (¾"). Sin embargo, si más del 25% del material queda retenido en el tamiz de 19.1 mm (¾") entonces la proporción retenida en dicha malla es reemplazada por material retenido entre los tamices de 19.1 mm (¾") y de 4.75 mm (N°4). Este material es usado para el ensayo de compactación, así como para los moldes de CBR.

Con el ensayo de compactación (en este caso es el ensayo de Proctor Modificado) de determina la humedad óptima (contenido óptimo de agua COA) y la densidad máxima.



*Figura 10 Tamizado del material*
*Fuente: Elaboración propia*

Una vez ya obtenida la húmeda óptima se prepara los moldes de CBR, previo a compactar la muestra se tiene que obtener la humedad natural, de tal forma que se añada la cantidad de agua necesaria para que llegue a la humedad óptima. La cantidad de agua a añadir se calcula con la siguiente ecuación:

$$\%\ de\ agua\ a\ añadir = \frac{H - h}{100 + h} * 100$$

*Ecuación 3 Agua a añadir para llegar al COA*
*Fuente: MTC E 132, 2016*

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



*Figura 11 Humedad optima de material Subrasante*
*Fuente: Elaboración propia*

Seguido de esto se compacta la muestra a diferente cantidad de golpes, en este caso por tratarse suelos granulares según la norma MTC E 132 son 55, 26 y 12 golpes por capa. En este caso se realizaron 9 moldes por muestra, 3 por cada cantidad de golpes. En el fondo del molde se coloca el disco espaciador y sobre este un papel filtro. Se compacta el material sobre el papel filtro.



*Figura 12 Compactación de la muestra en molde de CBR*
*Fuente: Elaboración propia*

Ya que, las muestras se sumergirán, entonces es necesario tomar una muestra de suelo para hallar la humedad del suelo. Seguido de esto, al terminar la compactación, se retira el collar y se procede a enrasar.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



*Figura 13 Enrase de la muestra compactada de CBR*
*Fuente: Elaboración propia*

Posterior a ello, se desmonta el molde y de vuelve a montarlo invertido, colocando un papel filtro entre el molde y la base perforada. Esta vez se vuelve a montarlo sin la presencia del disco espaciador.



*Figura 14 Muestra de CBR invertida sin presencia de disco espaciador*
*Fuente: Elaboración propia*

Sobre esta muestra se coloca la placa perforada con vástago y, sobre esta, las pesas de sobrecarga (para la presente investigación se varió la cantidad de pesas colocados dependiendo de los diseños detallados más adelante). Previo a ser sumergidos se tiene que tomar la lectura para medir la expansión de la muestra.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



*Figura 15 Toma de lectura de muestra de CBR para medir hinchamiento*
*Fuente: Elaboración propia*

Con la lectura ya tomado se procede a sumergir las muestras por un periodo de 4 días, esta cantidad de días fueron establecidas por el Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. que señala que al estar la muestra saturada puede llegar a una situación crítica (desfavorable).

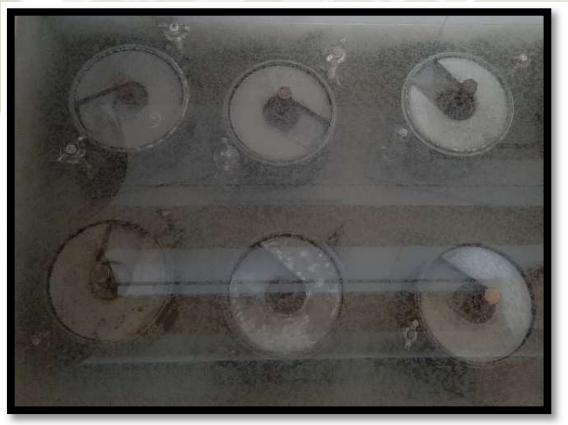


*Figura 16 Muestras de CBR sumergidas*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *2.4.3.3. Procedimiento del ensayo de penetración.*

Transcurridos los 4 días de saturación de la muestra se procede a retirarlos del agua, se mide la lectura de hinchamiento final para verificar su expansión y se deja unos 15 minutos para que pueda escurrir el agua.

Se retira las pesas de sobrecarga para poder tomar su peso final y se procede a realizar el ensayo de penetración.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Algunos criterios que se tomaron para esta parte del ensayo fue que las muestras tradicionales se colocaron dos pesas de sobrecarga equivalentes a 4.54 kgf y en el caso de las muestras rediseñadas se colocaron tres pesas de sobrecarga equivalente a 6.8 kgf. Esto último fue porque el equipo con el que se ensayó no permitía poner mayor cantidad de pesas de sobrecarga.



*Figura 17 Ensayo en equipo de CBR*
*Fuente: Elaboración propia*

Las lecturas que se hicieron se muestran a continuación, cabe resaltar que no en todos los casos se tomaron las lecturas en su totalidad ya que, el límite de esfuerzo del equipo que se utilizo es de 50 kN.

| Deformación (mm) | Deformación (pulg) |
|---|---|
| 0.63 | 0.025 |
| 1.27 | 0.05 |
| 1.90 | 0.075 |
| 2.54 | 0.10 |
| 3.17 | 0.125 |
| 3.81 | 0.15 |
| 5.08 | 0.20 |
| 7.62 | 0.30 |
| 10.16 | 0.40 |
| 12.70 | 0.50 |

*Tabla 2 Lecturas del dial de deformación en ensayo de CBR*
*Fuente: MTC E 132, 2016*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finalmente, se toma una muestra de una parte cercana a la zona donde el pistón penetro con el fin de hallar su contenido de humedad con el cual se midió su índice de resistencia.

#### *2.4.3.4. Equivalencia entre valor de CBR y Modulo Resiliente.*

Para la conversión del valor de CBR a Modulo Resiliente para el diseño de pavimentos urbanos y rurales, se usará la ecuación obtenida del Appendix CC-1 "Correlation of CBR values with soil index properties" preparado el 2001 por NCHRP Project 1-37A (National Cooperative Highway Research Program), documento que forma parte de MEPDG Mechanistic – Empirical Pavement Design Guide – AASHTO interim 2008):

$$Mr\ (psi) = 2{,}555 * CBR^{0.64}$$

*Ecuación 4 Calculo de Modulo Resiliente*
*Fuente: Guía de Diseño AASHTO 2008. Appendix CC-1 "Correlation of CBR values with soil index properties"*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE TRÁFICO

## 3.1. ESTUDIO DE TRÁFICO URBANO

Para la presente investigación, se tomó aleatoriamente la Av. Cayma en el Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa. El conteo vehicular fue realizado durante 7 días (24 horas cada día), considerando los vehículos de entrada y salida. Las fechas de estudio de tráfico vehicular fueron entre 07 al 13 de agosto del 2019.

La siguiente imagen muestra en línea color roja el recorrido de la Av. Cayma donde se realizó el conteo de vehículos.




*Figura 18 Ubicación del Estudio de Tráfico Urbano. Cayma, Arequipa, Arequipa*
*Fuente: Google Earth*

La metodología de diseño de pavimentos urbanos según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos toma en consideración dos tipos de tráfico que ingresan a las vías locales; uno es cuando por la vía circulan vehículos tipo C2 del Reglamento Nacional de Vehículos y el otro es el tránsito de camiones pesados que se refiere a todos los vehículos con peso bruto mayor que C2 del Reglamento Nacional de Vehículos. Sin embargo, la norma CE.010 presenta espesores de pavimento establecidos, no considerando al valor de CBR como variable, por lo tanto, para la



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

realización de la presente tesis es necesario tener de variable al valor de CBR, entonces se realizará el diseño de este pavimento urbano según las especificaciones del MTC Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos que están basadas en el método AASHTO 93. También se realizará el cálculo de Ejes Equivalentes de la misma manera que en el pavimento rural. (ver 3.2 para proceso de cálculo de ejes equivalentes).

### 3.1.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA).

Para el cálculo del Índice Medio Diario no es necesario multiplicar el Índice Medio Diario Semanal por ningún factor de corrección estacional por tratarse de una vía urbana la cual no se ve afectada por factores obtenidos por peajes. Se considerará este factor como 1.

Cabe mencionar que para este estudio de tráfico urbano tampoco se considerara el factor de corrección diario, ni tránsito generado, así como tampoco tránsito desarrollado, ya que, según Cal y Mayor y Cárdenas (2007) estos factores y porcentajes solo se tienen en cuenta en el estudio de tránsito rural, por lo tanto, el Índice Medio Diario Semanal será igual que el Índice Medio Diario Anual.

### 3.1.2. Factor Direccional y Factor Carril.

Según la siguiente tabla, por tratarse de una Avenida Principal se tomará en cuenta que esta se compone de 1 calzada, 2 sentidos con 2 carriles por cada sentido.

| Numero de calzadas | Numero de sentidos | Número de carriles por sentido | Factor Direccional (Fd) | Factor Carril (Fc) | Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 calzada (para IMD a total de la calzada) | 1 sentido | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 1 sentido | 2.00 | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| | 1 sentido | 3.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| | 1 sentido | 4.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2.00 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| 2 calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas) | 2 sentidos | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2.00 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| | 2 sentidos | 3.00 | 0.50 | 0.60 | 0.30 |
| | 2 sentidos | 4.00 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |

*Tabla 3 Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el Carril de diseño*
*Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014, 9.64*

Siendo así, el factor direccional 0.50 y el factor carril 0.80.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.1.3. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección.

Para el cálculo de las tasas de crecimiento y proyección, se tomaron los mismos datos de las tasas de crecimiento que en el estudio de tráfico rural. (ver Tabla 16)

En este caso, se diseñará el pavimento urbano para 20 años.

| Vehículo | Tránsito Actual<br>To<br>veh/día | Número de años período de diseño<br>n<br>años | Tasa anual de crecimiento del tránsito<br>r<br>% | Tránsito proyectado al año "n"<br>Tn<br>veh/día |
|---|---|---|---|---|
| Ligero | 19,861 | 20 | 1.8 | 27,875 |
| Pesado | 298 | 20 | 2.6 | 485 |
| | | | | 28,360 |

*Tabla 4 Cálculo del tránsito proyectado al año "n" de pavimento urbano*
*Fuente: Elaboración propia*

| Tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros<br>% | Tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga<br>% | Factor de crecimiento para tránsito de vehículos de pasajeros<br>Fca | Factor de crecimiento para tránsito de vehículos de carga<br>Fca |
|---|---|---|---|
| 1.8 | 2.6 | 23.8 | 25.8 |

*Tabla 5 Tasas de crecimiento y Factor de crecimiento para pavimento urbano*
*Fuente: Elaboración propia*



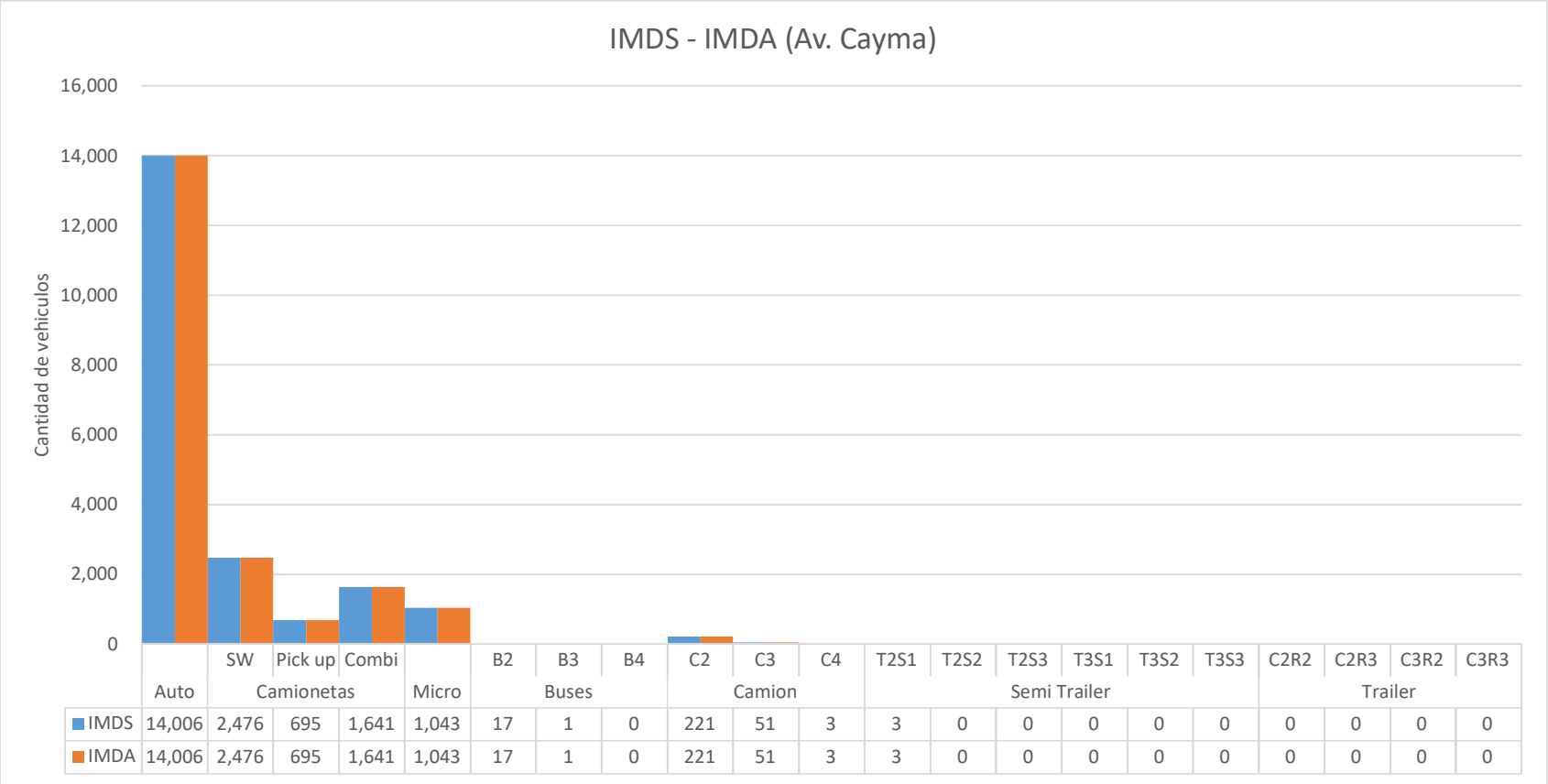
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| Día | Fecha | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camión | | | Semi Tráiler | | | | | | Tráiler | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 | |
| | | Entrada | 7408 | 1463 | 456 | 970 | 624 | 10 | 0 | 0 | 138 | 31 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,980.00 |
| **Miércoles** | 07/08/2019 | Salida | 9202 | 1475 | 374 | 982 | 613 | 15 | 2 | 0 | 138 | 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,016.00 |
| | | Ambos | 16610 | 2938 | 830 | 1952 | 1237 | 25 | 2 | 0 | 276 | 72 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,996.00 |
| | | Entrada | 7241 | 1419 | 433 | 933 | 602 | 7 | 0 | 0 | 118 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,865.00 |
| **Jueves** | 08/08/2019 | Salida | 8998 | 1430 | 353 | 947 | 591 | 10 | 1 | 0 | 120 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,312.00 |
| | | Ambos | 16239 | 2849 | 786 | 1880 | 1193 | 17 | 1 | 0 | 238 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,177.00 |
| | | Entrada | 7012 | 1383 | 427 | 915 | 589 | 7 | 0 | 0 | 118 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,647.00 |
| **Viernes** | 09/08/2019 | Salida | 8713 | 1393 | 350 | 928 | 580 | 10 | 1 | 0 | 120 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,906.00 |
| | | Ambos | 15725 | 2776 | 777 | 1843 | 1169 | 17 | 1 | 0 | 238 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,553.00 |
| | | Entrada | 5890 | 1166 | 365 | 771 | 497 | 7 | 0 | 0 | 105 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,012.00 |
| **Sábado** | 10/08/2019 | Salida | 7318 | 1173 | 294 | 781 | 487 | 10 | 1 | 0 | 106 | 29 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,016.00 |
| | | Ambos | 13208 | 2339 | 659 | 1552 | 984 | 17 | 1 | 0 | 211 | 50 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14,028.00 |
| | | Entrada | 3129 | 626 | 199 | 413 | 269 | 5 | 0 | 0 | 64 | 13 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,165.00 |
| **Domingo** | 11/08/2019 | Salida | 3885 | 626 | 162 | 421 | 264 | 6 | 1 | 0 | 62 | 19 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,571.00 |
| | | Ambos | 7014 | 1252 | 361 | 834 | 533 | 11 | 1 | 0 | 126 | 32 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18,736.00 |
| | | Entrada | 6401 | 1265 | 393 | 836 | 543 | 7 | 0 | 0 | 114 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,697.00 |
| **Lunes** | 12/08/2019 | Salida | 7954 | 1275 | 322 | 847 | 532 | 10 | 1 | 0 | 113 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,970.00 |
| | | Ambos | 14355 | 2540 | 715 | 1683 | 1075 | 17 | 1 | 0 | 227 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19,667.00 |
| | | Entrada | 6644 | 1313 | 407 | 863 | 561 | 7 | 0 | 0 | 115 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,051.00 |
| **Martes** | 13/08/2019 | Salida | 8250 | 1322 | 332 | 879 | 550 | 10 | 1 | 0 | 118 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,470.00 |
| | | Ambos | 14894 | 2635 | 739 | 1742 | 1111 | 17 | 1 | 0 | 233 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,521.00 |

*Tabla 6 Tabla resumen del estudio de tráfico urbano – Avenida Cayma*
*Fuente: Elaboración propia*

| IMDS = IMDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camión | | | Semi Tráiler | | | | | | Tráiler | | | | Total |
| | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 | |
| Entrada | 6,246 | 1,234 | 383 | 814 | 526 | 7 | 0 | 0 | 110 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,347 |
| Salida | 7,760 | 1,242 | 312 | 826 | 517 | 10 | 1 | 0 | 111 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,812 |
| Ambos | 14,006 | 2,476 | 695 | 1,641 | 1,043 | 17 | 1 | 0 | 221 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,159 |

*Tabla 7 Índice Medio Diario Semana e Índice Medio Diario Anual urbano – Avenida Cayma*
*Fuente: Elaboración propia*




| | Auto | SW | Pick up | Combi | Micro | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Camionetas | | | | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | | Trailer | | | |
| IMDS | 14,006 | 2,476 | 695 | 1,641 | 1,043 | 17 | 1 | 0 | 221 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IMDA | 14,006 | 2,476 | 695 | 1,641 | 1,043 | 17 | 1 | 0 | 221 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Gráfica 1 Grafica Comparativa entre el IMDS y IMDA (Av. Cayma)*
*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.4. Número de repeticiones de ejes equivalentes.

Con la información que se encuentra en el estudio de tráfico rural, se procede a calcular el Número de Ejes Equivalentes, que, para este estudio de tráfico urbano, es el siguiente:

| Variable | Buses | | | Camión | | | Semi Tráiler | | | | | | Tráiler | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| IMDS | 17 | 1 | 0 | 221 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IMDA / IMDpi | 17 | 1 | 0 | 221 | 51 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fd | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Fc | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| Fvpi | 4.50 | 2.63 | 3.90 | 4.50 | 3.28 | 2.77 | 7.74 | 6.52 | 6.21 | 6.52 | 5.30 | 4.99 | 4.50 | 4.50 | 3.28 | 3.28 |
| Fpi | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| EE día-carril | 31.14 | 1.20 | 0.00 | 398.64 | 67.19 | 3.80 | 10.62 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fca | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 | 25.8 |
| Dias del año | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 |
| Nrep de EE (8.2 ton) | 270,728.84 | 10,457.95 | 0.00 | 3,754,460.93 | 632,840.23 | 35,824.36 | 99,998.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | Nrep de EE 8.2 ton | 4,804,311 |

*Tabla 8 Resultados del Estudio de tráfico Urbano – Avenida Cayma*
*Fuente: Elaboración propia*

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.2. ESTUDIO DE TRÁFICO RURAL

Para realizar este estudio de tráfico vial rural se tomó los datos del conteo vehicular realizado en el desarrollo de la tesis titulada "Estudio de Tráfico para su mejoramiento de la carretera Yura – Peaje Patahuasi, parte de la ruta nacional PE-34A, Arequipa".

El tramo de conteo vehicular tiene lugar desde la salida de la Localidad de Yura (ruta nacional PE-34A) hasta el peaje Patahuasi en el cruce con la vía PE-34E que conduce a la Ciudad de Caylloma, se realizó el conteo vehicular durante 7 días (24 horas cada día) y fue ejecutado entre el 13 de enero y 19 de enero del año 2017.

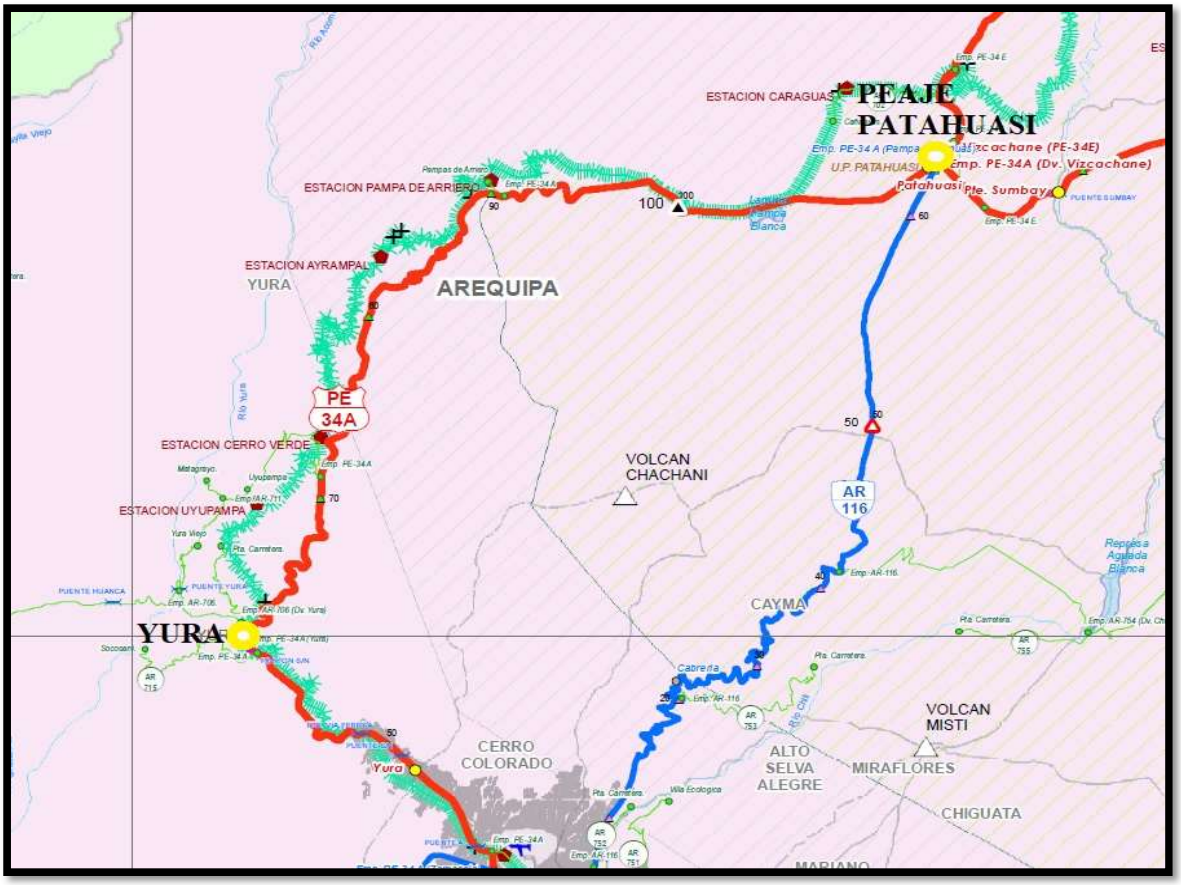



*Figura 19 Ubicación del Estudio de Tráfico Rural, Arequipa*
*Fuente: Mapa Vial Arequipa - Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – Dirección de Caminos, (2019)*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.2.1. Revisión de tesis de origen del conteo vehicular.

La metodología que uso la tesis "Estudio de Tráfico para su mejoramiento de la carretera Yura – Peaje Patahuasi, parte de la ruta nacional PE-34A, Arequipa" para hallar el Índice Medio Diario Anual fue multiplicar el Índice Medio Diario Semanal por el factor de corrección estacional según el mes que se efectuó el aforo (tabla 9 y 10)

En cuanto a las proyecciones de tráfico, consideró un tráfico normal y un incremento del 0% en el tráfico generado ya que supone que ese tramo de carretera no se verá afectado por las mejoras en la infraestructura vial.

Los siguientes datos fueron los resultados de la tesis para hallar el Índice Medio Diario Anual:

- Índice Medio Diario Semanal: 3,851 vehículos/día (Tabla 12 y 13)
- Factor de Corrección Estacional para vehículos ligeros: 1.075.
- Factor de Corrección Estacional para vehículos pesados: 1.051.
- Índice Medio Diario Anual: 4,092 vehículos/día.

### 3.2.2. Propuesta de estudio de tráfico.

A partir del conteo de vehículos, se tendrá por objetivo hallar el número de Ejes Equivalentes (EE), el desarrollo del mismo se encuentra a continuación:

#### *3.2.2.1. Índice Medio Diario Semanal (IMDS).*

El Trafico Medio Diario Semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se obtiene a partir del conteo vehicular, por cada tipo de vehículo: aplicando la siguiente ecuación:

$$IMDS = \frac{\sum V_i}{7}$$

*Ecuación 5 Índice Medio Diario Semanal*
*Fuente: http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/*

Donde $V_i$ se refiere al volumen diario de cada uno de los 7 días del conteo vehicular.

#### *3.2.2.2. Índice Medio Diario Anual (IMDA).*

Es el valor numérico que estima el tráfico vehicular de un determinado tramo de la red vial nacional en el período de un año. Para el cálculo del índice medio diario anual existen datos adicionales que se generan a partir del conteo vehicular:



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Tránsito Futuro (TF):** Este tráfico deriva a partir del tránsito actual (TA), y del incremento del tránsito (IT) esperado al final del período, por lo tanto, se puede plantear la siguiente ecuación:

$$TF = TA + IT$$

*Ecuación 6 Trafico futuro*
*Fuente: Cal y Mayor y Cárdenas, 2007, p.203*

- **Transito Actual (TA):** Es aquel volumen de tránsito que usará la carretera al momento de darse completamente el servicio, este tránsito se da de la suma del tránsito existente (TE) y el tránsito atraído (TAt), sin embargo, este último valor no se considerará para la presente tesis, ya que, se supone que es una carretera nueva.
- **Incremento del tránsito (IT):** Este valor es un cálculo previo al tráfico futuro, en base al IMDA existente, este incremento está compuesto de crecimiento normal de tránsito (CNT), del tránsito generado (TG) y del tránsito desarrollado (TD).
- **Crecimiento normal de tránsito (CNT):** Este valor refleja el incremento del tránsito debido a factores sociales como también económicos, para el cálculo de este factor es necesario contar con data histórica, sin embargo, para la presente tesis se tomará en cuenta la tasa anual de crecimiento poblacional en caso de vehículos ligeros y la tasa de incremento del PBI para vehículos pesados, es decir, el Factor de Crecimiento Acumulado que se verá más adelante, reflejará su cálculo.
- **Tránsito Generado (TG):** Este es un tránsito que anteriormente no circulaban por esa vía, está compuesto por:
  - Tránsito inducido: Nuevos viajes que no fueron realizados previamente
  - Tránsito convertido: Viajes que se acostumbraban a hacer por transporte público y que ahora son realizados en vehículos particulares.
  - Tránsito trasladado: Viajes que se hacían hacia otros destinos y que ahora se realizan en la nueva carretera por mayor comodidad.

  Este tránsito generado tiene un incremente entre 5% y 25% del tránsito actual, entonces, según Cal y Mayor y Cárdenas (2007) sugieren usar un incremento de 15%.
- **Tránsito Desarrollado (TD):** Este tránsito se debe a las mejoras en zonas adyacentes a la nueva carretera que no se habrían dado si la carretera no se hubiese construido, según Cal y Mayor y Cárdenas (2007) consideran como tránsito desarrollado, con valores del orden del 5% del tránsito actual.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por lo tanto, para el cálculo del Índice Medio Diario Anual se tendrá:

$$IMDA = IMDS(FC)(FD) + TG + TD$$

*Ecuación 7 Índice Medio Diario Anual*
*Fuente: Barreto, Banguera y Córdova (2018)*

El factor de corrección (FC) tiene la finalidad de eliminar el factor por estacionalidad como la época de vacaciones o navidad (donde aumenta el movimiento de pasajeros) así como también las épocas de cosecha, donde existe mayor movimiento de productos.

Para efectos de esta tesis, este factor se tomará de la "Ficha Técnica Estándar Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas" publicada en la página del Ministerio de Economía y Finanzas. Se tomará como dato el factor de corrección del mes de enero del Peaje Patahuasi, ya que el conteo vehicular se llevó a cabo dicho mes.

| FC - Vehículos Ligeros | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Setiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 1.0587 | 0.9424 | 1.1593 | 1.0874 | 1.1075 | 1.1136 | 0.9016 | 0.7985 | 1.0365 | 0.9748 | 1.0193 | 0.8250 |

*Tabla 9 Factor de Corrección para Vehículos Ligeros (Peaje Patahuasi)*
*Fuente: Ficha Técnica Estándar Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas, 2017*

| FC - Vehículos Pesados | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Setiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 1.0842 | 1.0620 | 1.0935 | 1.0743 | 1.0716 | 1.0642 | 1.0134 | 0.9309 | 0.9448 | 0.8982 | 0.9068 | 0.7907 |

*Tabla 10 Factor de Corrección para Vehículos Pesados (Peaje Patahuasi)*
*Fuente: Ficha Técnica Estándar Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas, 2017*

El Factor Diario (FD) se define en base al promedio de la semana, para lo cual se utilizará:

$$FD = \frac{IMDS}{TD}$$

*Ecuación 8 Factor Diario*
*Fuente: Barreto, Banguera y Córdova (2018)*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Días | IMDS | Tdi | FD |
|---|---|---|---|
| Viernes | 3,851 | 4,196 | 0.918 |
| Sábado | | 4,017 | 0.959 |
| Domingo | | 3,747 | 1.028 |
| Lunes | | 3,659 | 1.052 |
| Martes | | 3,777 | 1.020 |
| Miércoles | | 3,714 | 1.037 |
| Jueves | | 3,847 | 1.001 |
| FD promedio | | | 1.002 |

*Tabla 11 Cálculo del Factor Diario*
*Fuente: Elaboración propia*

Con los datos mostrados, se realiza el cálculo del Índice Medio Diario Anual.

En las siguientes tablas se muestra el Conteo Vehicular, Índice Medio Diario Semanal y el Índice Medio Diario Anual.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| Día | Fecha | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camión | | | Semi Tráiler | | | | | | Tráiler | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 | |
| | | Entrada | 414 | 33 | 266 | 222 | 24 | 82 | 91 | 18 | 164 | 65 | 27 | 1 | 7 | 24 | 0 | 18 | 595 | 1 | 0 | 2 | 4 | 2,058 |
| **Viernes** | 13/01/2017 | Salida | 444 | 25 | 357 | 267 | 15 | 99 | 91 | 16 | 149 | 62 | 18 | 0 | 5 | 14 | 0 | 22 | 547 | 0 | 0 | 2 | 5 | 2,138 |
| | | Ambos | 858 | 58 | 623 | 489 | 39 | 181 | 182 | 34 | 313 | 127 | 45 | 1 | 12 | 38 | 0 | 40 | 1142 | 1 | 0 | 4 | 9 | 4,196 |
| | | Entrada | 419 | 40 | 264 | 228 | 15 | 81 | 89 | 21 | 120 | 37 | 14 | 0 | 2 | 15 | 0 | 18 | 575 | 0 | 0 | 3 | 4 | 1,945 |
| **Sábado** | 14/01/2017 | Salida | 472 | 17 | 288 | 308 | 24 | 79 | 91 | 26 | 118 | 39 | 13 | 0 | 5 | 13 | 1 | 15 | 554 | 2 | 0 | 3 | 4 | 2,072 |
| | | Ambos | 891 | 57 | 552 | 536 | 39 | 160 | 180 | 47 | 238 | 76 | 27 | 0 | 7 | 28 | 1 | 33 | 1129 | 2 | 0 | 6 | 8 | 4,017 |
| | | Entrada | 424 | 33 | 213 | 255 | 19 | 83 | 97 | 14 | 86 | 32 | 7 | 0 | 2 | 13 | 0 | 13 | 456 | 1 | 0 | 5 | 6 | 1,759 |
| **Domingo** | 15/01/2017 | Salida | 472 | 41 | 263 | 256 | 14 | 72 | 92 | 25 | 127 | 48 | 9 | 0 | 0 | 13 | 1 | 15 | 522 | 1 | 0 | 4 | 13 | 1,988 |
| | | Ambos | 896 | 74 | 476 | 511 | 33 | 155 | 189 | 39 | 213 | 80 | 16 | 0 | 2 | 26 | 1 | 28 | 978 | 2 | 0 | 9 | 19 | 3,747 |
| | | Entrada | 391 | 27 | 295 | 243 | 22 | 98 | 89 | 16 | 102 | 40 | 13 | 3 | 10 | 15 | 0 | 21 | 471 | 0 | 0 | 1 | 7 | 1,864 |
| **Lunes** | 16/01/2017 | Salida | 337 | 45 | 249 | 255 | 16 | 98 | 93 | 21 | 118 | 48 | 15 | 0 | 2 | 6 | 0 | 12 | 471 | 1 | 0 | 2 | 6 | 1,795 |
| | | Ambos | 728 | 72 | 544 | 498 | 38 | 196 | 182 | 37 | 220 | 88 | 28 | 3 | 12 | 21 | 0 | 33 | 942 | 1 | 0 | 3 | 13 | 3,659 |
| | | Entrada | 291 | 28 | 271 | 208 | 16 | 81 | 89 | 16 | 165 | 57 | 26 | 0 | 1 | 10 | 2 | 25 | 605 | 3 | 0 | 8 | 4 | 1,906 |
| **Martes** | 17/01/2017 | Salida | 306 | 31 | 277 | 210 | 15 | 84 | 96 | 12 | 118 | 44 | 28 | 1 | 2 | 9 | 0 | 18 | 612 | 2 | 0 | | 6 | 1,871 |
| | | Ambos | 597 | 59 | 548 | 418 | 31 | 165 | 185 | 28 | 283 | 101 | 54 | 1 | 3 | 19 | 2 | 43 | 1217 | 5 | 0 | 8 | 10 | 3,777 |
| | | Entrada | 350 | 29 | 291 | 195 | 18 | 74 | 91 | 15 | 140 | 33 | 18 | 0 | 0 | 11 | 0 | 16 | 564 | 2 | 0 | 7 | 6 | 1,860 |
| **Miércoles** | 18/01/2017 | Salida | 322 | 20 | 252 | 219 | 14 | 83 | 79 | 19 | 131 | 56 | 18 | 0 | 0 | 17 | 2 | 12 | 595 | 0 | 0 | 6 | 9 | 1,854 |
| | | Ambos | 672 | 49 | 543 | 414 | 32 | 157 | 170 | 34 | 271 | 89 | 36 | 0 | 0 | 28 | 2 | 28 | 1159 | 2 | 0 | 13 | 15 | 3,714 |
| | | Entrada | 319 | 21 | 262 | 210 | 22 | 84 | 89 | 18 | 150 | 52 | 30 | 0 | 6 | 16 | 1 | 31 | 592 | 4 | 0 | 5 | 14 | 1,926 |
| **Jueves** | 19/01/2017 | Salida | 405 | 25 | 309 | 222 | 21 | 77 | 86 | 21 | 136 | 43 | 20 | 1 | 4 | 12 | 0 | 26 | 499 | 2 | 0 | 7 | 5 | 1,921 |
| | | Ambos | 724 | 46 | 571 | 432 | 43 | 161 | 175 | 39 | 286 | 95 | 50 | 1 | 10 | 28 | 1 | 57 | 1091 | 6 | 0 | 12 | 19 | 3,847 |

*Tabla 12 Tabla resumen del estudio de tráfico rural. Tramo Yura – Peaje Patahuasi*
*Fuente: Albitres, 2019, p.57*

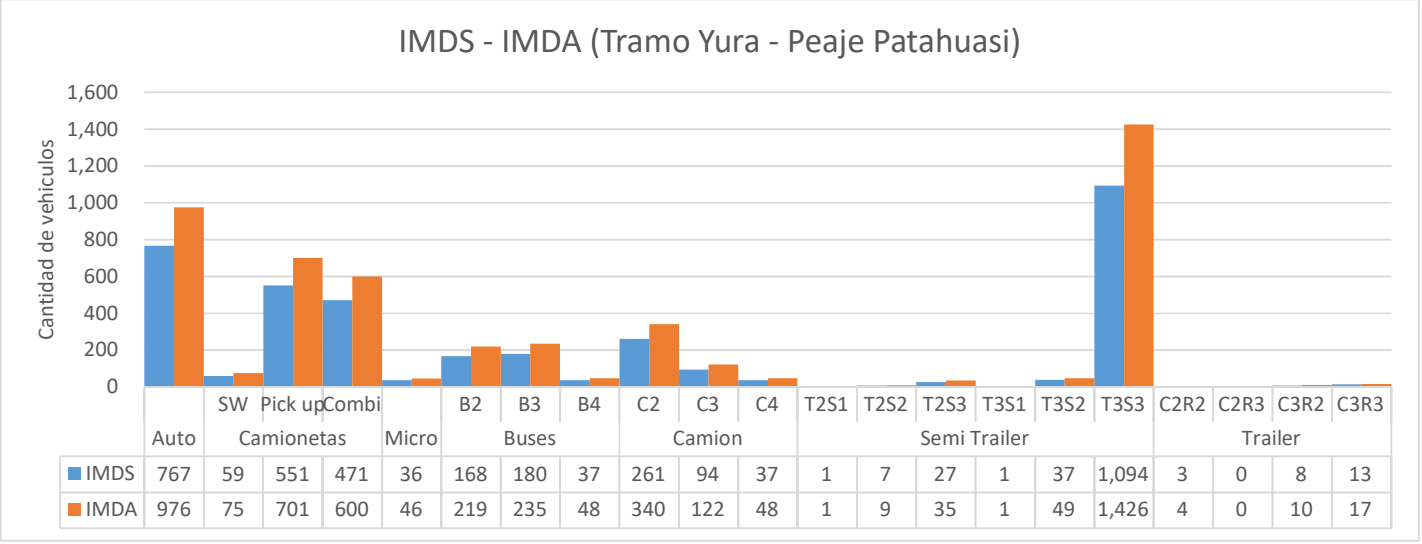
| Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camión | | | Semi Tráiler | | | | | | Tráiler | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 | |
| Entrada | 373 | 30 | 266 | 223 | 19 | 83 | 91 | 17 | 132 | 45 | 19 | 1 | 4 | 15 | 0 | 20 | 551 | 2 | 0 | 4 | 6 | 1,903 |
| Salida | 394 | 29 | 285 | 248 | 17 | 85 | 90 | 20 | 128 | 49 | 17 | 0 | 3 | 12 | 1 | 17 | 543 | 1 | 0 | 3 | 7 | 1,948 |
| Ambos | 767 | 59 | 551 | 471 | 36 | 168 | 180 | 37 | 261 | 94 | 37 | 1 | 7 | 27 | 1 | 37 | 1,094 | 3 | 0 | 8 | 13 | 3,851 |

*Tabla 13 Índice Medio Diario Semanal Rural. Tramo Yura – Peaje Patahuasi*
*Fuente: Elaboración propia*

| IMDA | | |
|---|---|---|
| FC | 1.0587 | 1.0842 |
| FD | 1.002 | |
| TG | 15% | |
| TD | 5% | |

| Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camión | | | Semi Tráiler | | | | | | | Tráiler | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 | |
| Entrada | 474 | 38 | 339 | 284 | 25 | 109 | 118 | 22 | 173 | 59 | 25 | 1 | 5 | 19 | 1 | 26 | 719 | 2 | 0 | 6 | 8 | 2,452 |
| Salida | 502 | 37 | 363 | 316 | 22 | 110 | 117 | 26 | 167 | 63 | 23 | 0 | 3 | 16 | 1 | 22 | 708 | 1 | 0 | 4 | 9 | 2,510 |
| Ambos | 976 | 75 | 701 | 600 | 46 | 219 | 235 | 48 | 340 | 122 | 48 | 1 | 9 | 35 | 1 | 49 | 1,426 | 4 | 0 | 10 | 17 | 4,963 |

*Tabla 14 Índice Medio Diario Anual Rural. Tramo Yura – Peaje Patahuasi*
*Fuente: Elaboración propia*




*Gráfica 2 Gráfica Comparativa entre el IMDS y IMDA (Tramo Yura – Peaje Patahuasi)*
*Fuente: Elaboración propia*

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la tabla anterior, el Índice Medio Diario Anual es de 4,963 veh/día.

### *3.2.2.3. Factor Direccional y Factor Carril.*

Con el siguiente cuadro podemos saber el Factor Direccional, así como el Factor Carril, para la presente tesis se tomará en cuenta que esta carretera será de 1 calzada, 2 sentidos y 1 carril por cada sentido.

| Numero de calzadas | Numero de sentidos | Número de carriles por sentido | Factor Direccional (Fd) | Factor Carril (Fc) | Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 calzada (para IMD a total de la calzada) | 1 sentido | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 1 sentido | 2.00 | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| | 1 sentido | 3.00 | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| | 1 sentido | 4.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2.00 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| 2 calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas) | 2 sentidos | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2.00 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| | 2 sentidos | 3.00 | 0.50 | 0.60 | 0.30 |
| | 2 sentidos | 4.00 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |

*Tabla 15 Factores de distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el Carril de diseño*
*Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014, 9.64*

Siendo así, el factor direccional 0.50 y el factor carril 1.00.

### *3.2.2.4. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección.*

Se puede hallar el tránsito proyectado al año "n" en veh/día ($T_n$) con la siguiente ecuación:

$$T_n = T_o(1+r)^{n-1}$$

*Ecuación 9 Fórmula para hallar el tránsito proyectado al año "n" en veh/día*
*Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.64*

Donde:

$T_n$= Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

$T_o$= Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Número de años del período de diseño.

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

De la ecuación anterior el número de años que se consideró para este diseño será de 15 años. Se tuvo esta consideración ya que el conteo de vehículos del tipo "T3S3" es elevado.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En relación a las tasas requeridas para el diseño, según el MTC Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos menciona que está relacionada con el crecimiento socio-económico de la Región donde se desarrolla el proyecto, siendo así, que la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros se asocia con la tasa anual de crecimiento poblacional y la tasa de crecimiento de tránsito de vehículos de carga con la tasa anual de crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).

Estos factores fueron obtenidos de la página del Instituto Nacional de Estadística e Informática, los cuales se reflejan en la siguiente tabla:

| Tasa Anual de Crecimiento Poblacional | Tasa anual de crecimiento de la economía expresada como el PBI |
|---|---|
| % | % |
| 1.8 | 2.6 |

*Tabla 16 Tasa anual de crecimiento poblacional y de la economía expresada como el PBI del departamento de Arequipa*
*Fuente: Elaboración propia en función a base de datos del INEI (https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/growth-and-size-of-population/ Y https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/producto-bruto-interno-por-departamentos-9089/)*

Con los datos obtenidos se procederá a hallar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) con la siguiente ecuación:

$$Factor\ Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

*Ecuación 10 Factor de Crecimiento Acumulado Fca*
*Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.65*

En las siguientes tablas se observa el cálculo del tránsito proyectado y el cálculo de los Factores de Crecimiento Acumulado.

| Vehículo | Tránsito Actual | Número de años período de diseño | Tasa anual de crecimiento del tránsito | Tránsito proyectado al año "n" |
|---|---|---|---|---|
| | To | n | r | Tn |
| | veh/día | años | % | veh/día |
| Ligero | 2,399 | 15 | 1.8 | 3,080 |
| Pesado | 2,564 | 15 | 2.6 | 3,672 |
| | | | | 6,752 |

*Tabla 17 Cálculo del tránsito proyectado al año "n" de pavimento rural*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros | Tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga | Factor de crecimiento para tránsito de vehículos de pasajeros | Factor de crecimiento para tránsito de vehículos de carga |
|---|---|---|---|
| % | % | Fca | Fca |
| 1.8 | 2.6 | 17.0 | 18.1 |

*Tabla 18 Tasas de crecimiento y Factor de crecimiento para pavimento rural*
*Fuente: Elaboración propia*

### *3.2.2.5. Numero de repeticiones de ejes equivalentes.*

Para el diseño de pavimentos flexibles, se tomará solo en cuenta al tráfico pesado, ya que el trafico ligero no aporta en el factor de destrucción, entonces el transito se mide en una unidad definida por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE), la cual representa al efecto de deterioro hecho por una rueda simple de 8.2 ton de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg².

Con la siguiente tabla que muestra ecuaciones, se hallará el factor de Ejes Equivalentes por cada tipo de eje.

| Tipo de Eje | Eje Equivalente ($EE_{8.2\,tn}$) |
|---|---|
| Eje Simple de ruedas simples ($EE_{S1}$) | $EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$ |
| Eje Simple de ruedas dobles ($EE_{S2}$) | $EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$ |
| Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ($EE_{TA1}$) | $EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$ |
| Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) ($EE_{TA2}$) | $EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$ |
| Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ($EE_{TR1}$) | $EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$ |
| Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) ($EE_{TR2}$) | $EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$ |
| P = peso real por eje en toneladas | |

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

*Tabla 19 Relación de cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos*
*Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.67*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Con los Factores Equivalentes para cada tipo de Eje, se procederá a calcular el Factor de vehículo pesado Fvpi para cada tipo de vehículo pesado.

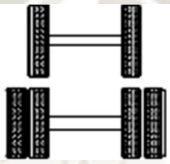
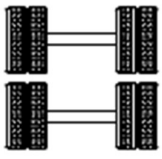
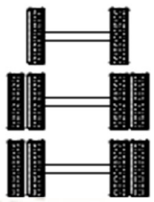
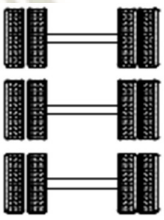
| Tipo de Eje | Gráfico | Peso máximo por eje(s) (ton) | Factor E.E. (8.2 ton) |
|---|---|---|---|
| **Eje Simple de ruedas simples** |  | 7 | 1.265 |
| **Eje Simple de ruedas dobles** |  | 11 | 3.238 |
| **Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple)** |  | 16 | 1.366 |
| **Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles)** |  | 18 | 2.019 |
| **Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple)** |  | 23 | 1.508 |
| **Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles)** |  | 25 | 1.706 |

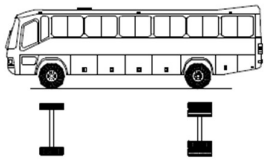
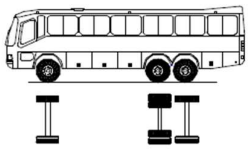
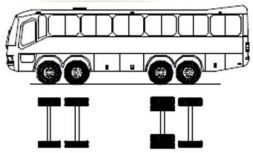
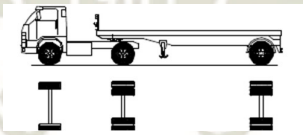
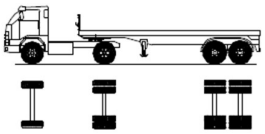
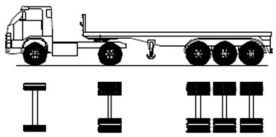
*Tabla 20 Peso máximo por ejes y Factor de Ejes Equivalentes*
*Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Reglamento Nacional de Vehículos, 2003, p.84,85*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Configuración Vehicular | Descripción grafica de los vehículos | Factor Vehículo pesado Fvpi |
|---|---|---|
| **B2** |  | 4.504 |
| **B3** |  | 2.631 |
| **B4** |  | 3.897 |
| **C2** |  | 4.504 |
| **C3** |  | 3.285 |
| **C4** |  | 2.774 |
| **T2S1** |  | 7.742 |
| **T2S2** |  | 6.523 |
| **T2S3** |  | 6.210 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

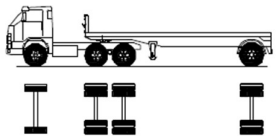
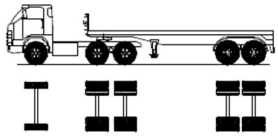
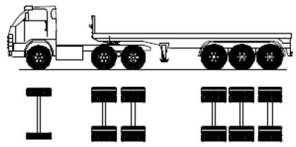
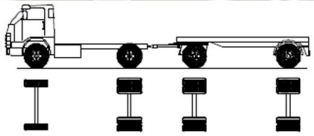
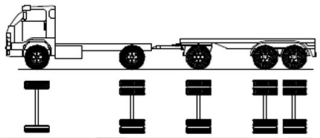
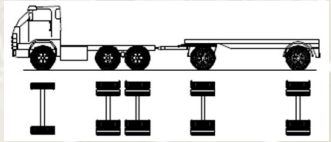
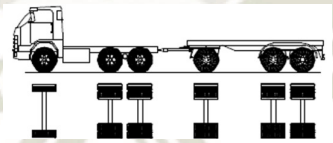
| | | |
|---|---|---|
| **T3S1** |  | 6.523 |
| **T3S2** |  | 5.304 |
| **T3S3** |  | 4.991 |
| **C2R2** |  | 10.980 |
| **C2R3** |  | 9.761 |
| **C3R2** |  | 9.761 |
| **C3R3** |  | 8.542 |

*Tabla 21 Factor de Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo*
*Fuente: Elaboración propia, en base a datos del Reglamento Nacional de Vehículos, 2003, p.78-84*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El paso siguiente es el Factor de presión de neumáticos, esta presión debe ser calculada en campo, por lo tanto, se asumirá un valor de 1.0.

Con los datos ya obtenidos, se procede a hallar los Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño, que se expresa:

$$EE_{dia-carri} = IMDpi * Fd * Fc * Fvpi * Fpi$$

*Ecuación 11 Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño*
*Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.74*

Donde:

$EE_{dia-carri}$ = Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño.

$IMDpi$ = Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado.

Fd = Factor Direccional.

Fc = Factor Carril de diseño.

Fvpi = Factor vehículo pesado del tipo seleccionado.

Fp = Factor de Presión de neumáticos.

Por último, para el cálculo del Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton, en el periodo de diseño, se hará uso de la siguiente expresión

$$Nrep\ de\ EE_{8.2\ ton} = \sum [EE_{dia-carri} * Fca * 365]$$

*Ecuación 12 Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton*
*Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.73*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| Variable | Buses | | | Camión | | | Semi Tráiler | | | | | | Tráiler | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| **IMDS** | 168 | 180 | 37 | 261 | 94 | 37 | 1 | 7 | 27 | 1 | 37 | 1,094 | 3 | 0 | 8 | 13 |
| **IMDA / IMDpi** | 219 | 235 | 48 | 340 | 122 | 48 | 1 | 9 | 35 | 1 | 49 | 1,426 | 4 | 0 | 10 | 17 |
| **Fd** | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| **Fc** | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| **Fvpi** | 4.50 | 2.63 | 3.90 | 4.50 | 3.28 | 2.77 | 7.74 | 6.52 | 6.21 | 6.52 | 5.30 | 4.99 | 4.50 | 4.50 | 3.28 | 3.28 |
| **Fpi** | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| **EE día-carril** | 492.77 | 309.47 | 93.62 | 764.95 | 200.64 | 66.12 | 4.33 | 27.94 | 108.71 | 4.25 | 129.40 | 3558.87 | 7.97 | 0.00 | 16.82 | 28.44 |
| **Fca** | 17.0 | 17.0 | 17.0 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 |
| **Días del año** | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 | 365.0 |
| **Nrep de EE (8.2 ton)** | 3,065,869.03 | 1,925,423.75 | 582,458.48 | 5,043,309.10 | 1,322,846.56 | 435,914.97 | 28,518.51 | 184,213.79 | 716,725.46 | 28,032.53 | 853,126.97 | 23,463,589.29 | 52,534.47 | 0.00 | 110,909.39 | 187,537.70 |
| | | | | | | | | | | | | | | | Nrep de EE 8.2 ton | 38,001,010 |

*Tabla 22 Resultados del Estudio de trafico Rural (Interurbano) Tramo Yura –Peaje Patahuasi*
*Fuente: Elaboración propia*

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.3. ESTUDIO DE TRÁFICO AEROPORTUARIO

Se realizó el estudio de tráfico aeroportuario del Aeropuerto Internacional Alférez Alfredo Rodríguez Ballón, que brinda servicio a la Ciudad de Arequipa, ubicado en el Distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

El estudio se realizó considerando todas las aeronaves que despegaron durante el año 2018, esta información se obtuvo de la página Flighstats (https://www.flightstats.com/v2/historical-flight/search) que lleva un registro de todos los aeropuertos alrededor del mundo.




*Figura 20 Ubicación del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón. Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa*
*Fuente: Google Earth*

Para obtener datos de la tasa de crecimiento anual se revisó la base de datos de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. (CORPAC), en la sección de estadísticas, se tomó datos de salidas desde el año 2009 al 2018 con la finalidad de hallar la tasa de crecimiento anual, sin embargo, solo se tomó en cuenta desde el año 2012, ya que su desviación estándar es menor al calcular con estos valores.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

A continuación, se muestra una tabla resumen del conteo realizado (considerando solo los despegues):

| Aerolínea | Tipo de aeronave | Cantidad de aeronaves - Año 2018 | | | | | | | | | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | |
| AVIANCA / LATAM / VIVA | Airbus A320-200 | 615 | 541 | 590 | 631 | 632 | 625 | 765 | 720 | 610 | 597 | 534 | 450 | 7310 |
| LATAM / AVIANCA | Airbus A319 | 20 | 17 | 20 | 13 | 20 | 26 | 18 | 14 | 13 | 12 | 11 | 14 | 198 |
| PERUVIAN | Boeing 737-400 | 72 | 68 | 86 | 106 | 128 | 101 | 102 | 108 | 78 | 88 | 82 | 101 | 1120 |
| PERUVIAN / LC PERU | Boeing 737-500 | 30 | 48 | 61 | 62 | 67 | 66 | 72 | 60 | 17 | 23 | 11 | 0 | 517 |
| PERUVIAN | Boeing 737-300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | | 737 | 674 | 757 | 812 | 847 | 822 | 957 | 902 | 718 | 720 | 638 | 565 | 9149 |

*Tabla 23 Estudio de tráfico del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón*
*Fuente: Elaboración propia, elaborado con base de datos de Pagina Web: https://www.flightstats.com/v2/historical-flight/search*

| Informe estadístico anual - Movimiento de Operaciones Nacional e Internacional | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variables | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Nacional | Entrada | 3917 | 5937 | 5244 | 7035 | 7511 | 7373 | 7636 | 7392 | 7114 | 7956 |
| | Salida | 3915 | 5939 | 5210 | 7041 | 7520 | 7361 | 7644 | 7390 | 7125 | 7954 |
| Internacional | Entrada | 166 | 121 | 10 | 151 | 140 | 140 | 93 | 19 | 25 | 41 |
| | Salida | 166 | 120 | 11 | 144 | 131 | 152 | 85 | 21 | 14 | 45 |
| Total Salidas | | 4081 | 6059 | 5221 | 7185 | 7651 | 7513 | 7729 | 7411 | 7139 | 7999 |
| Tasa de Crecimiento | | | 48.5 | -13.8 | 37.6 | 6.5 | -1.8 | 2.9 | -4.1 | -3.7 | 12.0 |
| Desviación Estándar de los 9 valores | | | | | | 20.61 | | | | | |
| Desviación Estándar de los 6 últimos valores | | | | | | 6.42 | | | | | |
| Tasa de Crecimiento Promedio | % | | | | | 2.0 | | | | | |

*Tabla 24 Informe estadístico anual del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón*
*Fuente: Elaboración propia, elaborado con base de datos de la CORPAC*

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

# CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA FINES DE PAVIMENTACIÓN

## 4.1. OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO

### 4.1.1. Suelo Subrasante.

#### *4.1.1.1. Obtención de muestras.*

Se realizó una calicata en la parte lateral del Aeropuerto Internacional Alfredo Rodríguez Ballón, justo en la zona donde se encuentra un puesto de control de Serenazgo del Distrito de Cerro Colorado, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

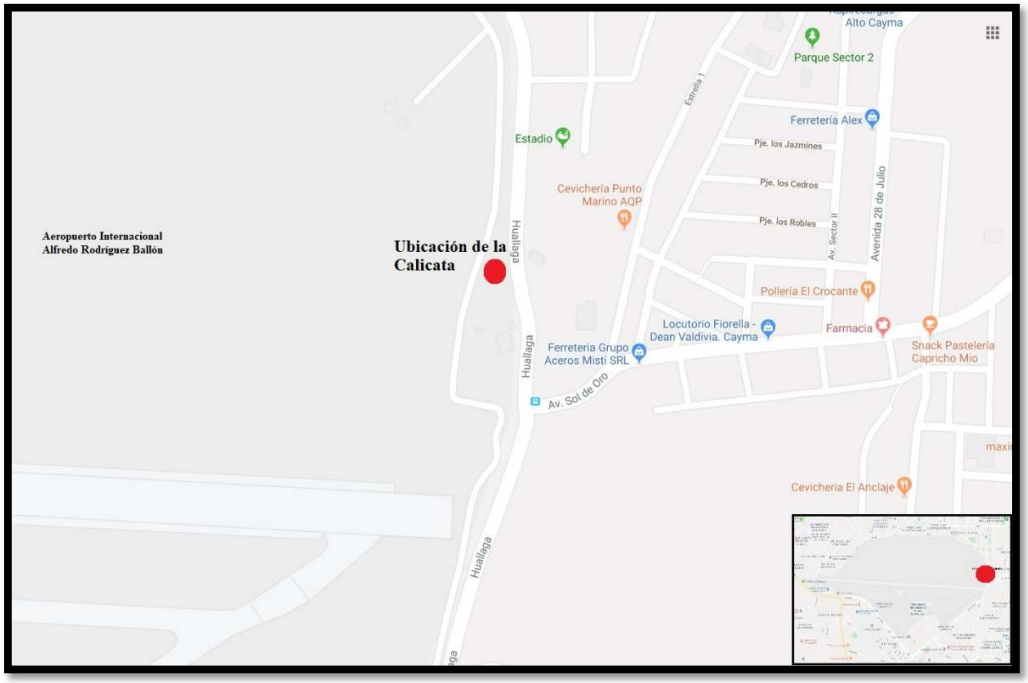



*Figura 21 Ubicación de la Calicata para material Subrasante, Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa.*
*Fuente: Google Maps*

Coordenadas UTM:

- Zona 19K
- 226,938.36 m E
- 8’191,874.36 m S



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



*Figura 22 Lugar donde se realizó la calicata. Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa*
*Fuente: Elaboración propia*




*Figura 23 Extracción de la muestra. Cerro Colorado, Arequipa, Arequipa*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

#### *4.1.1.2. Descripción e identificación de suelo.*

La siguiente descripción se realizó en función a la norma NTP 339.150 "Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual".

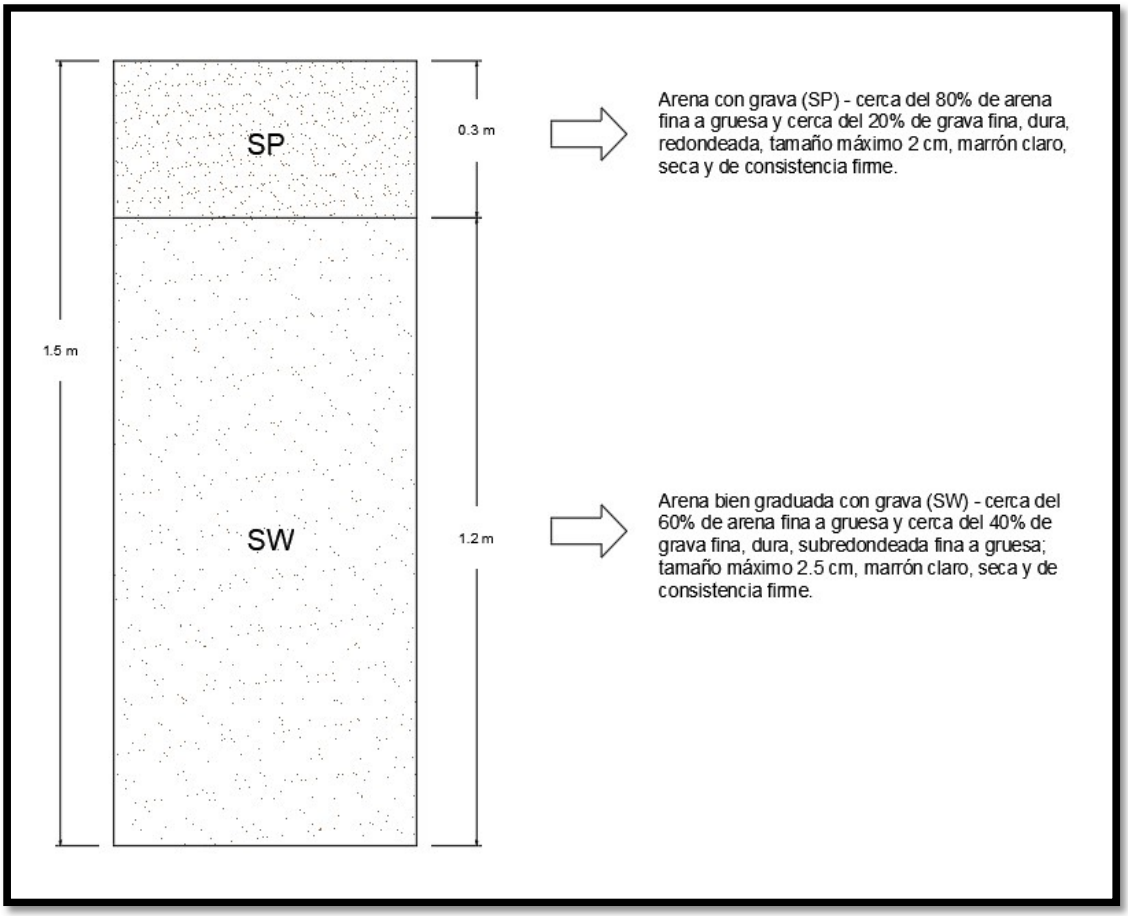



*Figura 24 Perfil estratigráfico de la calicata*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

#### *4.1.1.3. Características geológicas de la zona de extracción de la muestra.*

En la siguiente imagen obtenida del INGENMET "Mapa Geológico del Cuadrángulo de Arequipa" según la leyenda que presenta este mapa, la zona del material extraído pertenece a un deposito aluvial que está conformado por bloques, gravas y arena. De la misma forma la mayor parte del área del aeropuerto tiene las mismas características geológicas.

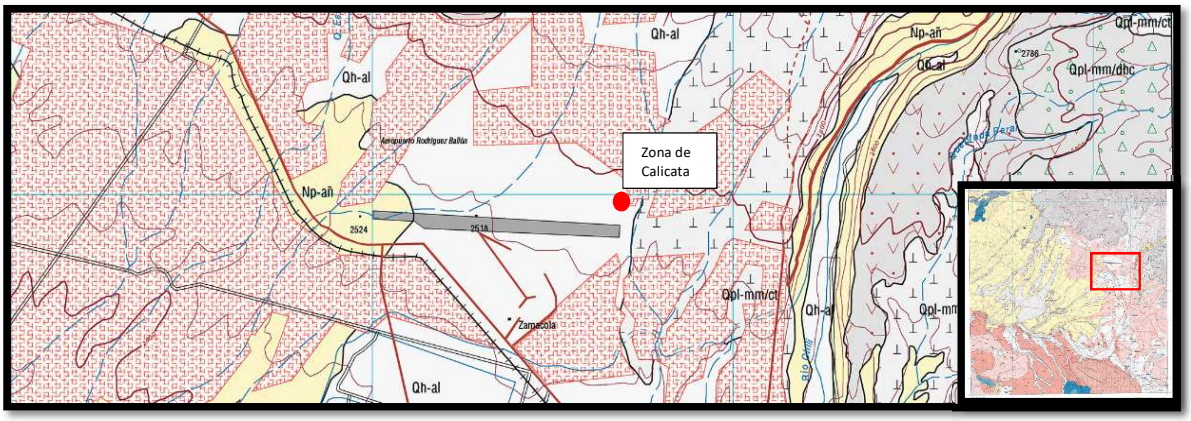



*Figura 25 Mapa geológico del cuadrángulo 33-S de Arequipa*
*Fuente: INGENMET,*
*https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/complementos/Descargas/Mapas/publicaciones/cgn_50_000/CG_100mil.html*

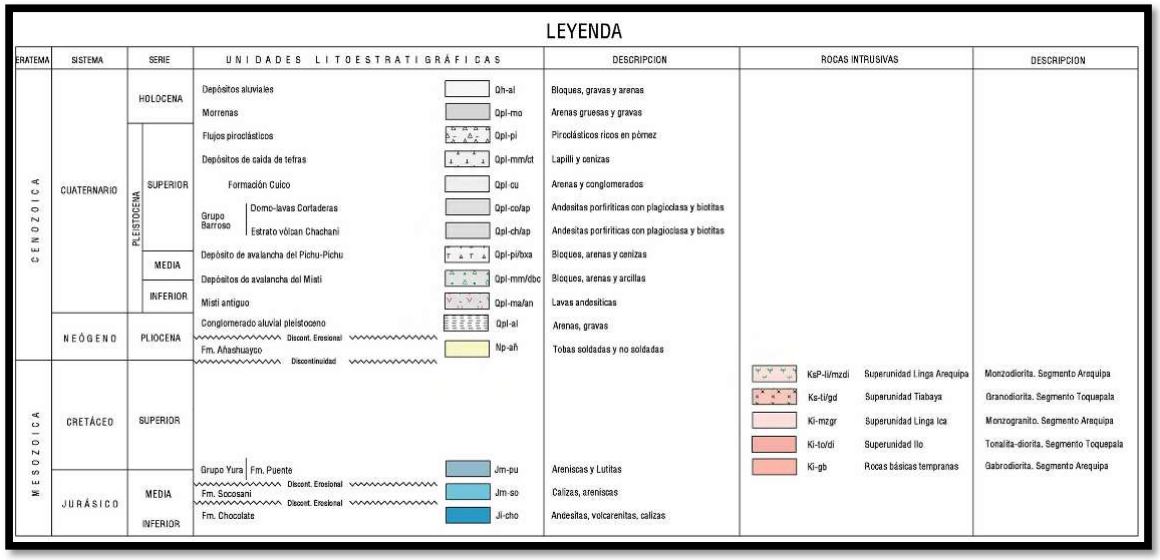



*Figura 26 Leyenda del mapa geológico del cuadrángulo 33-S de Arequipa*
*Fuente: INGENMET,*
*https://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/complementos/Descargas/Mapas/publicaciones/cgn_50_000/CG_100mil.html*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 4.1.2. Suelo Base y Subbase.

Ambas muestras de suelo se obtuvieron de una cantera, que proveía de material ya preparado para base y subbase. Se encuentra en el Distrito de Mariano Melgar, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa tal como se observa en la siguiente figura.

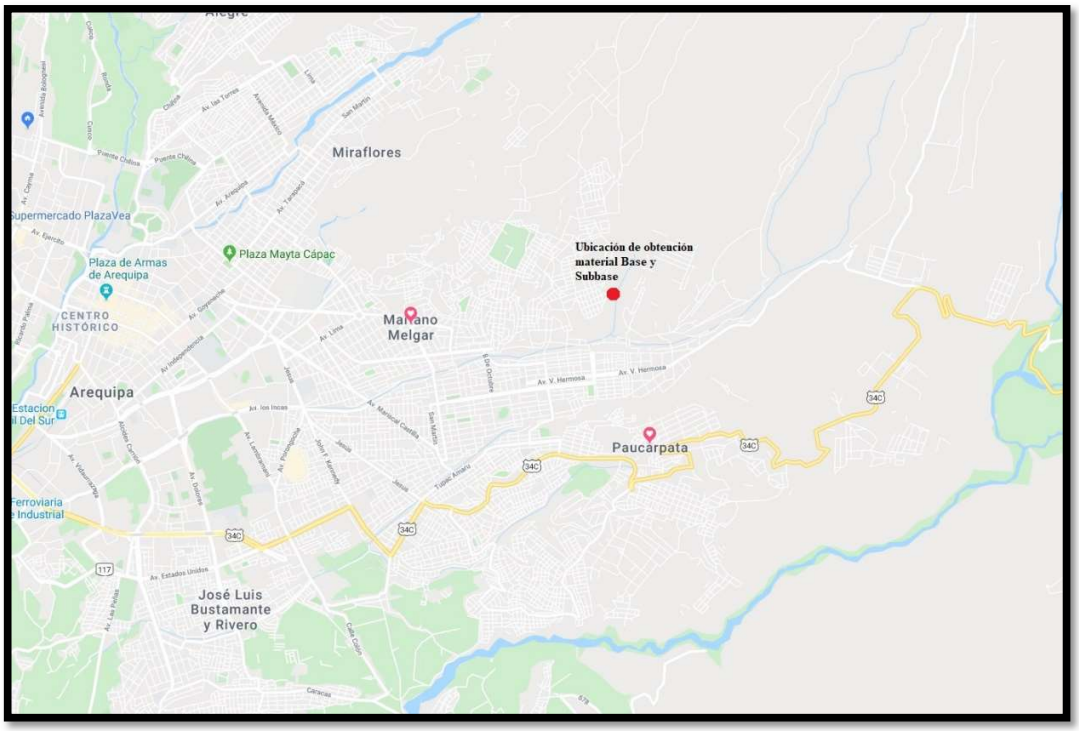



*Figura 27 Ubicación de la obtención de material base y subbase. Mariano Melgar, Arequipa, Arequipa*
*Fuente: Google Maps*

Coordenadas UTM:

- Zona 19 K
- 235,747.08 m E
- 8’187,126.12 m S



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



*Figura 28 Lugar donde se obtuvo material de subbase y base. Mariano Melgar, Arequipa, Arequipa*
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 29 Material obtenido de subbase y base. Mariano Melgar, Arequipa, Arequipa*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 4.2. ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELO

### 4.2.1. Ensayos de laboratorio para subrasante.

Para los siguientes ensayos de laboratorio, se tuvo de guía las normas del MTC Manual de Ensayo de Materiales.

#### *4.2.1.1. Determinación del contenido de humedad.*

**Norma:** MTC E 108

Se refiere a la cantidad de agua contenida en un material. Para la realización de este ensayo se extrajo material en su humedad natural de los dos estratos de la calicata en bolsas herméticas.



*Figura 30 Extracción de material subrasante para hallar contenido de humedad*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.1.2. Análisis granulométrico.*

**Norma:** MTC E 107

Ensayo en el cual se lleva a cabo la clasificación de materiales en diferentes tamaños, con la ayuda de tamices normados. La cantidad para realizar el ensayo depende del tamaño máximo del total de la muestra.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



*Figura 31 Análisis Granulométrico de subrasante*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.1.3. Determinación del límite líquido.*

**Norma:** MTC E 110

Es uno de los Limites de Atterberg, un suelo de grano fino es capaz de pasar de un estado de consistencia a otro en función a su contenido de humedad. Este límite se encuentra entre el estado plástico y el estado líquido.

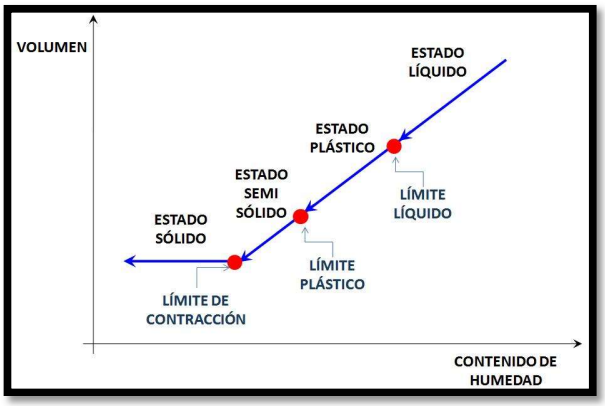



*Figura 32 Límites de Atterberg*
*Fuente: http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

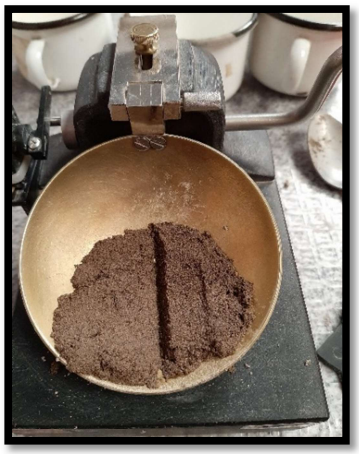


*Figura 33 Ensayo en la Cuchara de Casagrande*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.1.4. Gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.*

**Norma:** MTC E 113

Este ensayo consiste en la relación que existe entre la densidad de un material y otro (es usual que este último se utilice agua). Para el presente ensayo se reemplazó fiolas en vez de picnómetros.

Previo al ensayo, es necesario realizar la calibración de las fiolas a usar. Se ensayó los materiales finos de la subrasante y subbase, ya que, la subrasante es considerada "suelo" y en caso de la subbase, los parámetros o requisitos para su clasificación, es considerada como un suelo más no como agregado.




*Figura 34 Calibración de fiolas*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Figura 35 Gravedad específica de sólidos (material fino)*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.1.5. Peso específico y absorción de agregados gruesos.*

**Norma:** MTC E 206

El peso específico es la relación entre el peso de una sustancia y su volumen. Los tres materiales serán ensayados por este método.




*Figura 36 Muestra de suelo sumergido – Peso Específico Agregado Grueso*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.1.6. Compactación de suelos utilizando una energía modificada.*

**Norma:** MTC E 115

El objetivo de este ensayo es obtener la curva de compactación, con esta curva se puede determinar el Contenido Óptimo de Agua a un Peso Unitario Seco del material.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Posee 3 métodos que se eligen según la granulometría del material, en este caso se realizó el Método B para material subrasante y el Método C para el material base y subbase.



*Figura 37 Preparación del material a ser compactado por el ensayo de Proctor Modificado*
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 38 Compactación del suelo por el Método B del Proctor Modificado*
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 39 Proceso de enrasado de material ensayado por Proctor Modificado*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Figura 40 Toma del peso de material compactado por Ensayo de Proctor Modificado*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.1.7. Ensayo de CBR.*

(Ver 2.3.3.)

### 4.2.2. Ensayos de laboratorio para subbase.

Para los siguientes ensayos de laboratorio, se tuvo de guía las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Manual de Ensayo de Materiales.

#### *4.2.2.1. Análisis granulométrico.*

(Ver 4.2.1.2.)

#### *4.2.2.2. Determinación del límite líquido.*

(Ver 4.2.1.3.)

#### *4.2.2.3. Gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.*

(Ver 4.2.1.4.)

#### *4.2.2.4. Peso específico y absorción de agregados gruesos.*

(Ver 4.2.1.5.)

#### *4.2.2.5. Peso unitario suelto y compactado.*

**Norma:** MTC E 203

Es el peso, por unidad de volumen, en caso del peso unitario suelto, su uso es para la conversión de peso a volumen, con el fin de conocer su consumo por metro cúbico. Por otro lado, el peso



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

unitario compactado es aquel que es sometido a compactación incrementando el factor de acomodamiento del material.

Para la realización de este ensayo se tomó en cuenta el material global, ósea, no se separa el material en agregado grueso y fino. Para mayor exactitud es necesario calibrar el molde de forma que se halle su volumen al momento del ensayo.



*Figura 41 Calibración del recipiente de ensayo*
*Fuente: Elaboración propia*




*Figura 42 Peso unitario compactado*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.2.6. Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados.*

**Norma:** MTC E 207

Este ensayo mide la resistencia a la degradación, para realizarlo se usa la máquina de Los Ángeles.

El tamaño de la muestra y la cantidad de esferas a usarse depende de la gradación. En este caso, tanto para base y subbase será como sigue en las siguientes tablas.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Gradación | Número de Esferas | Masa de la carga (g) |
|---|---|---|
| A | 12 | 5 000 ± 25 |
| B | 11 | 4 584 ± 25 |
| C | 8 | 3 330 ± 20 |
| D | 6 | 2 500 ± 15 |

*Tabla 25 Carga a usarse para el ensayo de abrasión según la gradación.*
*Fuente: Manual de Ensayo de Materiales –MTC, 2016, p.316*

| Medida del tamiz (abertura cuadrada) | | Masa de tamaño indicado, g | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Que pasa | Retenido sobre | Gradación | | | |
| | | A | B | C | D |
| 37,5 mm (1 ½") | 25,0 mm (1") | 1 250 ± 25 | -.- | -.- | -.- |
| 25,0 mm (1") | 19,0 mm (3/4") | 1 250 ± 25 | -.- | -.- | -.- |
| 19,0 mm (3/4") | 12,5 mm (1/2") | 1 250 ±10 | 2 500 ±10 | -.- | -.- |
| 12,5 mm (1/2") | 9,5 mm (3/8") | 1 250 ±10 | 2 500 ±10 | -.- | -.- |
| 9,5 mm (3/8") | 6,3 mm (1/4") | -.- | -.- | 2 500 ±10 | -.- |
| 6,3 mm (1/4") | 4,75 mm (Nº 4) | -.- | -.- | 2 500 ±10 | -.- |
| 4,75 mm (Nº 4) | 2,36 mm (Nº 8) | -.- | -.- | | 5 000 |
| TOTAL | | 5 000 ±10 | 5 000 ±10 | 5 000 ± 10 | 5 000 ±10 |

*Tabla 26 Gradación de las muestras de ensayo (Abrasión de Los Argeles)*
*Fuente: Manual de Ensayo de Materiales –MTC, 2016, p.316*




*Figura 43 Muestra subbase obtenida al ser ensayada por la máquina de Los Ángeles*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.2.7. Partículas chatas y alargadas en agregados.*

**Norma:** MTC E 223

Es necesario que el porcentaje de partículas chatas y alargadas cumpla con los requerimientos de las normas ya que, estas partículas pueden dificultar la colocación e interferir con la consolidación de los materiales.

El dispositivo calibrador proporcional usado en este ensayo, presenta diferentes relaciones, para efectos de esta investigación y de acuerdo con los requerimientos de las normas se usará la relación 1:3 para pavimentos urbanos y rurales y la relación 1:5 para pavimentos aeroportuarios.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Figura 44 Ensayo de partículas chatas y alargadas en agregados*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.2.8. Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras.*

**Norma:** MTC E 221

Según el Manual de Ensayo de Materiales del MTC; el índice de aplanamiento mide el porcentaje de partículas cuyo espesor es inferior a los 3/5 de la dimensión media de la fracción y el índice de alargamiento mide el porcentaje de partículas cuya longitud es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.



*Figura 45 Ensayo para hallar en índice de aplanamiento en agregados*
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 46 Ensayo para hallar en índice de alargamiento en agregados*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

#### *4.2.2.9. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados.*

**Norma:** MTC E 212

La finalidad de este ensayo es saber de manera aproximada la cantidad de terrones de arcilla y partículas desmenuzables presentes en los agregados grueso y fino que se utilizarán en la construcción.




*Figura 47 Separación de la muestra por tamices*
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 48 Muestra sumergida en agua destilada como parte del ensayo de terrones y partículas desmenuzables*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.2.10. Valor equivalente de arena.*

**Norma:** MTC E 114

Este ensayo da como resultado un valor empírico la proporción de material arcilloso en agregados finos o suelos.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

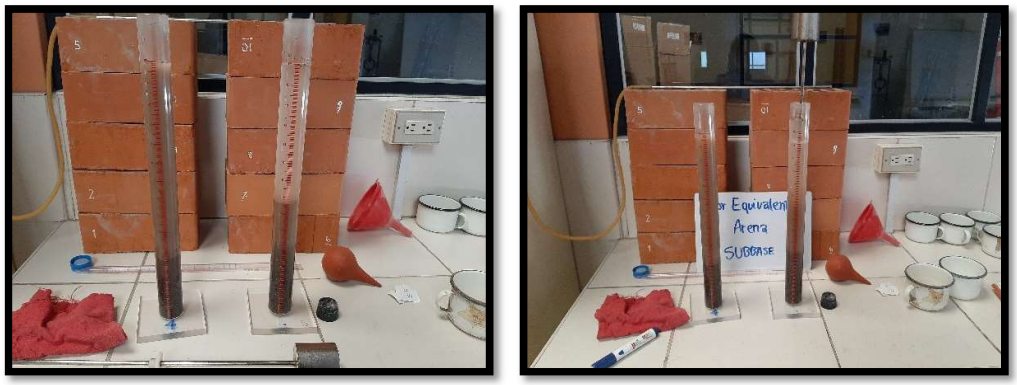



*Figura 49 Ensayo valor equivalente de arena*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.2.11. Sales Solubles en Agregados.*

**Norma:** MTC E 219

El ensayo pretende determinar el contenido de cloruros y sulfatos de los agregados que serán usados como subbase o base, así como también los agregados usados en bases estabilizadas y en mezclas asfálticas.




*Figura 50 Ensayo de sales solubles en agregados*
*Fuente: Elaboración propia*

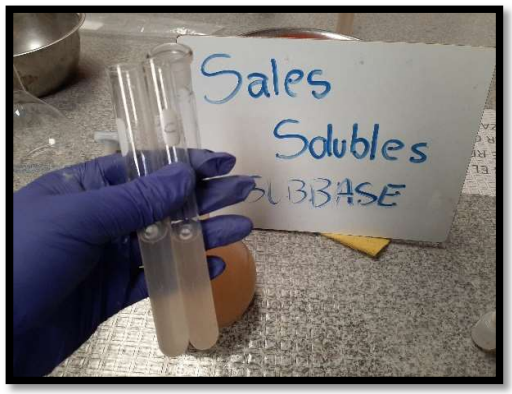



*Figura 51 Ensayo de sales solubles en agregados (presencia de sales)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

#### *4.2.2.12. Compactación de suelos utilizando una energía modificada.*

(Ver 4.2.1.6.)

#### *4.2.2.13. Ensayo de CBR.*

(Ver 2.3.3.)

### 4.2.3. Ensayos de laboratorio para base.

Para los siguientes ensayos de laboratorio, se tuvo de guía las normas del MTC Manual de Ensayo de Materiales.

#### *4.2.3.1. Análisis granulométrico.*

(Ver 4.2.1.2.)

#### *4.2.3.2. Determinación del límite líquido.*

(Ver 4.2.1.3.)

#### *4.2.3.3. Gravedad específica y absorción de agregados finos.*

**Norma:** MTC E 205

Se refiere a la relación que existe entre un material y otro de referencia (este último será agua). Con ayuda de este ensayo es posible obtener la absorción de agregado fino. El material que se ensayó por este método fue el material fino de la base.

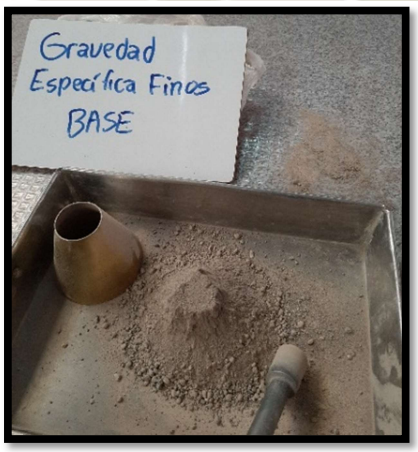



*Figura 52 Material saturado superficialmente seco de agregado fino – Gravedad especifica*
*Fuente: Elaboración propia*

#### *4.2.3.4. Peso específico y absorción de agregados gruesos.*

(Ver 4.2.1.5.)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

#### *4.2.3.5. Peso unitario suelto y compactado.*

(Ver 4.2.2.5.)

#### *4.2.3.6. Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados.*

(Ver 4.2.2.6.)

#### *4.2.3.7. Partículas chatas y alargadas en agregados.*

(Ver 4.2.2.7.)

#### *4.2.3.8. Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras.*

(Ver 4.2.2.8.)

#### *4.2.3.9. Determinación del porcentaje de partículas fracturadas.*

**Norma:** MTC E 210

Este ensayo clasifica el material para determinar el porcentaje de partículas con una cara, dos caras a más o partículas no fracturadas, ya sea por cantidad o por masa.

En la siguiente imagen muestra un esquema de una partícula fracturada con una cara fracturada.

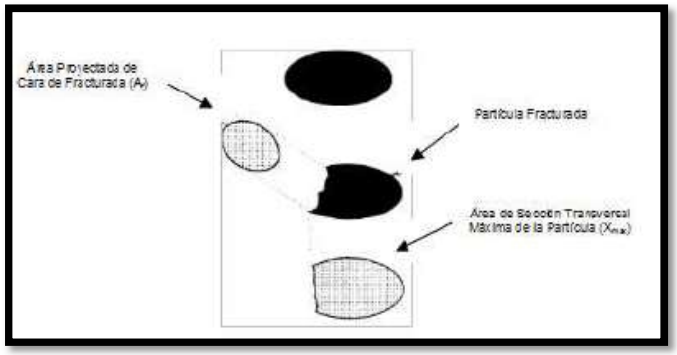



*Figura 53 Esquema de una partícula fracturada con una cara fracturada*
*Fuente: Manual de ensayo de materiales MTC, 2016, p.338*




*Figura 54 Ensayo de partículas fracturadas en laboratorio*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

#### *4.2.3.10. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados.*

(Ver 4.2.2.9.)

#### *4.2.3.11. Valor equivalente de arena.*

(Ver 4.2.2.10.)

#### *4.2.3.12. Índice de durabilidad del agregado.*

**Norma:** MTC E 214

Este ensayo de índice de durabilidad muestra la resistencia relativa de un agregado para generar material fino como la arcilla, ya que, el procedimiento empieza con la eliminación del material pasante del tamiz N° 200, de esta manera queda solo el agregado fino. Después de esto, se realiza el mismo procedimiento del ensayo de equivalente de arena con la diferencia que el tiempo de agitación del cilindro plástico es de 10 ± 1 minutos.



*Figura 55 Material después del proceso de eliminación del material pasante del tamiz N° 200*
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 56 Ensayo de equivalente de arena, como parte del ensayo de índice de durabilidad*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

#### *4.2.3.13. Durabilidad al sulfato de magnesio.*

**Norma:** MTC E 209

Este ensayo tiene la finalidad de medir cualitativamente la durabilidad o solides del material bajo condiciones de la intemperie.




*Figura 57 Preparación del sulfato de magnesio para realizar el ensayo*
*Fuente: Elaboración propia*




*Figura 58 Muestra sumergida en la solución de sulfato de magnesio*
*Fuente: Elaboración propia*



*Figura 59 Muestra después de la inmersión en la solución*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

#### *4.2.3.14. Sales Solubles en Agregados.*

(Ver 4.2.1.11.)

#### *4.2.3.15. Compactación de suelos utilizando una energía modificada.*

(Ver 4.2.1.6.)

#### *4.2.3.16. Ensayo de CBR.*

(Ver 2.3.3.)

## 4.3. PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA LOS MATERIALES DE SUB-BASE Y BASE

### 4.3.1. Pavimentos urbanos según la CE.010.

Para el diseño de pavimentos urbanos todos los materiales (subbase y base) deben cumplir con los requisitos o requerimientos que se muestran a continuación (cabe aclarar que los ensayos fueron hechos en base a las normas del MTC Manual de Ensayos de Materiales).

Además, por ser el diseño de pavimentos en la Ciudad de Arequipa, y por encontrarse esta ciudad a 2,335 msnm, de las tablas a continuación se tomará en cuenta los requerimientos considerando una altitud menor a 3,000 msnm según así lo requiera.

a) **Subbase Granular:** De forma que pueda usarse como tal, debe cumplir con los requerimientos expuestos en las tablas siguientes:

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Gradación A* | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | - | - |
| 25 mm (1") | - | 75 - 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| 4.75 mm (N°4) | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 |
| 425 µm (N° 40) | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 |
| 75 µm (N° 200) | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 |

* La curva de gradación "A" deberá empelarse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

*Tabla 27 Requerimientos Granulométricos para sub-base granular*
*Fuente: RNE Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.16*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la siguiente tabla, se muestra también los requisitos de calidad que debe cumplir el material:

| Ensayo | Norma | Requerimientos | |
|---|---|---|---|
| | | < 3000 msnmm | >= 3000 msnmm |
| Abrasión Los Ángeles | NTP 400.019:2002 | 50% máximo | |
| CBR de laboratorio | NTP 339.145:1999 | 30 - 40 % mínimo* | |
| Límite Líquido | NTP 339.129:1999 | 25% máximo | |
| Índice de Plasticidad | NTP 339.129:1999 | 6% máximo | 4 % máximo |
| Equivalente de Arena | NTP 339.146:2000 | 25% mínimo | 35% mínimo |
| Sales Solubles Totales | NTP 339.152:2002 | 1% máximo | |

* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines. 40% para pavimentos flexibles.

*Tabla 28 Requerimientos de calidad para sub-base granular*
*Fuente: RNE Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.17*

**b) Base Granular:** El material a ser usado como base debe cumplir con los siguientes requerimientos:

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Gradación A* | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | - | - |
| 25 mm (1") | - | 75 - 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| 4.75 mm (N°4) | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 |
| 425 µm (N° 40) | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 |
| 75 µm (N° 200) | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 |

* La curva de gradación "A" deberá empelarse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

*Tabla 29 Requerimientos Granulométricos para Base Granular*
*Fuente: RNE Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.17*

Además, el material que será base granular deberá cumplir con las siguientes características físico-mecánicas y química que se muestran en las tablas a continuación:

| | |
|---|---|
| Vías Locales y Colectoras | Mínimo 80% |
| Vías Arteriales y Expresas | Mínimo 100% |

*Tabla 30 Requerimiento sobre Valor Relativo de Soporte, CBR para base granular*
*Fuente: RNE Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.18*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para los materiales retenidos en la malla N° 4 de la base granular deberá cumplir con las siguientes características:

| Ensayo | Norma | Requerimientos | |
|---|---|---|---|
| | | < 3000 msnmm | >= 3000 msnmm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E210-2000 | 80% mínimo | |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E210-2000 | 40% mínimo | 50% mínimo |
| Abrasión Los Ángeles | NTP 400.019:2002 | 40% máximo | |
| Sales Solubles | NTP 339.152:2002 | 0.5% máximo | |
| Pérdida con Sulfato de Sodio | NTP 400.016:1999 | - | 12% máximo |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio | NTP 400.016:1999 | - | 18% máximo |

*Tabla 31 Requerimientos del agregado grueso de base granular*
*Fuente: RNE Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.18*

Por otro lado, para los materiales pasantes de la malla N° 4 de la base granular deberá cumplir con las siguientes características:

| Ensayo | Norma | Requerimientos | |
|---|---|---|---|
| | | < 3000 msnmm | >= 3000 msnmm |
| Índice Plástico | NTP 339.129:1999 | 4% máximo | 2% máximo |
| Equivalente de arena | NTP 339.146:2000 | 35% mínimo | 45% mínimo |
| Sales Solubles | NTP 339.152:2002 | 0.5% máximo | |
| Índice de durabilidad | MTC E214-2000 | 35% mínimo | |

*Tabla 32 Requerimientos del agregado fino de base granular*
*Fuente: RNE Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010, p.18*

### 4.3.2. Pavimentos rurales (carreteras) según el Manual de Carreteras EG-2013.

Para el diseño de pavimentos rurales, los requerimientos para material sub-base y base los establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, estos se encuentran en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas general para Construcción EG-2013.

a) **Subbase Granular:** Los requerimientos para este material se encuentran en la Sección 402 del EG 2013, este material deberá ajustarse a las franjas granulométricas mostradas en la siguiente tabla y deberá satisfacer todos los requerimientos establecidos.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Tamiz | Porcentaje que Pasa en Peso | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Gradación A (1) | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | - | - |
| 25 mm (1") | - | 75 - 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| 4.75 mm (N°4) | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 |
| 425 µm (N° 40) | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 |
| 75 µm (N° 200) | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 |

(1) La curva de gradación "A" deberá empelarse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm.

*Tabla 33 Requerimientos granulométricos para subbase granular*
*Fuente: Manual de Carreteras EG-2013, p.360*

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | < 3000 msnm | >= 3000 msnmm |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 50% máximo | 50% máximo |
| CBR (1) | MTC E 132 | D 1883 | T 193 | 40 % mínimo | 40 % mínimo |
| Límite Líquido | MTC E 110 | D 4318 | T 89 | 25% máximo | 25% máximo |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | D 4318 | T 90 | 6% máximo | 4 % máximo |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | D 2419 | T 176 | 25% mínimo | 35% mínimo |
| Sales Solubles | MTC E 219 | - | - | 1% máximo | 1% máximo |
| Partículas Chatas y Alargadas (3) | - | D 4791 | - | 20% máximo | 20% máximo |

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5 mm)
(2) La relación a emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

*Tabla 34 Requerimientos de ensayos especiales para subbase granular*
*Fuente: Manual de Carreteras EG-2013, p.360*

b) **Base Granular:** Los requerimientos para este material se encuentran en la Sección 403 del EG 2013.

Para aquellas zonas que se encuentran a una altitud mayor a los 3,000 msnm, se deberá cumplir con la gradación A de la siguiente tabla.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Tamiz | Porcentaje que pasa en peso | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | - | - |
| 25 mm (1") | - | 75 - 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 - 65 | 40 - 75 | 50 - 85 | 60 - 100 |
| 4.75 mm (N°4) | 25 - 55 | 30 - 60 | 35 - 65 | 50 - 85 |
| 2.0 mm (N° 10) | 15 - 40 | 20 - 45 | 25 - 50 | 40 - 70 |
| 425 µm (N° 40) | 8 - 20 | 15 - 30 | 15 - 30 | 25 - 45 |
| 75 µm (N° 200) | 2 - 8 | 5 - 15 | 5 - 15 | 8 - 15 |

*Tabla 35 Requerimientos granulométricos para base granular*
*Fuente: Manual de Carreteras EG-2013, p.370*

Además, el material base granular deberá cumplir con las siguientes características físico-mecánicas y químicas según sea el caso que se indican a continuación:

| | | |
|---|---|---|
| Valor Relativo de Soporte, CBR(1) | Tráfico en ejes equivalentes (< 1'000,000) | Mínimo 80% |
| | Tráfico en ejes equivalentes (>= 1'000,000) | Mínimo 100% |

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5 mm)

*Tabla 36 Requerimientos sobre el Valor Relativo de Soporte CBR para base granular*
*Fuente: Manual de Carreteras EG-2013, p.370*

Para los materiales retenidos en la malla N° 4 de la base granular deberá cumplir con las siguientes características:

| Ensayo | Norma MTC | Norma ASTM | Norma AASHTO | Requerimientos | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | < 3000 msnm | >= 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | D 5821 | - | 80 % mínimo | 80 % mínimo |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | D 5821 | - | 40 % mínimo | 50 % mínimo |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 40% máximo | 40% máximo |
| Partículas Chatas y Alargadas (1) | - | D 4791 | - | 15% máximo | 15% máximo |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | D 1888 | - | 0.5% máximo | 0.5% máximo |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209 | C 88 | T 104 | | 18% máximo |

*Tabla 37 Requerimientos agregado grueso de la base granular*
*Fuente: Manual de Carreteras EG-2013, p.371*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Y en caso de los materiales pasantes de la malla N° 4 de la base granular se debe cumplir con los siguientes requisitos:

| Ensayo | Norma | Requerimientos | |
|---|---|---|---|
| | | < 3000 msnm | >= 3000 msnm |
| Índice Plástico | MTC E 111 | 4% máximo | 2% mínimo |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 35% mínimo | 45% mínimo |
| Sales Solubles | MTC E 219 | 0.5% máximo | 0.5% máximo |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209 | - | 15% |

*Tabla 38 Requerimientos agregado fino de la base granular*
*Fuente: Manual de Carreteras EG-2013, p.371*

### 4.3.3. Pavimentos aeroportuarios según la FAA AC N° 150/5370-10H.

Según la norma de la Federal Aviation Administration FAA N° 150/5370-10H Standard Specifications for Construction of Airports, en español "Especificaciones estándar para la construcción de aeropuertos" tiene una amplia clasificación de materiales, sin embargo, se tomará en cuenta dos de ellas, que son las que se muestran a continuación:

- P-154 Subbase Course
- P-209 Crushed Aggregate Base Course

Como material subbase se tomará en cuenta la clasificación P-154 y como material base será la P-209.

Acerca de subbase la norma FAA N° 150/5370-10H (2018) afirma: "P-154 puede ser usada como una subbase debajo del pavimento flexible y rígidos" (p.121).

De la misma manera, sobre la base, la norma FAA N° 150/5370-10H (2018) afirma: "Base de agregado chancado P-209 puede ser usada como capa base por debajo del pavimento rígido o flexible" (p.173).

Por lo tanto, se tomará en consideración los requisitos que se muestran en estas dos secciones.

**a) Subbase granular (P-154 Subbase course)**

El material subbase debe tener por lo menos un valor de CBR de 20% cuando es ensayo por la norma ASTM D1883.

La gradación para este tipo material debe cumplir con los requisitos que se muestran en la siguiente tabla:



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Designación del tamiz | Porcentaje de peso que pasa | | Tolerancia para gradación final (1) |
|---|---|---|---|
| | Agregado subbase | Pavimento reciclado (RAP o RCO | |
| 3" (75 mm) | 100 | | ±0 |
| 1 1/2" (37.5 mm) | | 100 | ±0 |
| 3/4" (19.0 mm) | 70 - 100 | 70 - 100 | ±10 |
| N° 10 (2.00 mm) | 20 - 100 | 20 - 100 | ±10 |
| N° 40 (425 µm) | 5 - 60 | 5 - 60 | ±5 |
| N° 200 (75 µm) | [0 - 15] | [0 - 15] | ±5 |

(1) Las "Tolerancias para gradación final" se aplicarán a la "Graduación final del contratista" para establecer la banda de calificación de control de trabajo.

*Tabla 39 Requerimientos para la gradación del material P-154 subbase granular*
*Fuente: FAA N° 150/5370-10H, 2018, p.122*

La porción del material que pasa el tamiz No. 40 (425 µm) debe tener un límite de líquido de no más de 25 y un índice de plasticidad de no más de seis (6) cuando se prueba de acuerdo con ASTM D4318.

**b) Base Granular (P-209 Crushed aggregate base course)**

| Material de prueba | Requerimiento | Norma |
|---|---|---|
| **Agregado Grueso** | | |
| Resistencia a la degradación | Pérdida: 45% máximo | ASTM C131 |
| Solidez de los agregados por el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio | Pérdida después de 5 ciclos: 12% máximo usando sulfato de sodio - o - 18% máximo usando sulfato de magnesio | ASTM C88 |
| Porcentaje de partículas fracturadas | Mínimo 90% por peso de partículas con por lo menos dos caras fracturadas y 100% con por lo menos una cara fracturada. (1) | ASTM D5821 |
| Partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas | 10% máximo, en peso, de partículas planas, alargadas o planas y alargadas (2) | ASTM D4791 |
| [Densidad aparente de escoria [Terrones de arcilla y partículas friables | Peso no menos de 70 lb/pie³ (1.12 Mg/m³) Menos o igual al 3% | ASTM C29] ASTM C142] |
| **Agregado Fino** | | |
| Límite líquido | Menos o igual que 25 | ASTM D4318 |
| Índice de plasticidad | No más que cinco (5) | ASTM D4318 |

(1) El área de cada cara debe ser igual al menos al 75% del área más pequeña de la sección media de la pieza. Cuando dos caras fracturadas son contiguas, el ángulo entre los planos de fracturas debe ser de al menos 30 grados para contar como dos caras fracturadas.

(2) Una partícula plana es una que tiene una relación de ancho a espesor mayor que cinco (5); una partícula alargada es aquella que tiene una relación de longitud a ancho mayor que cinco (5).

* Si la escoria triturada no se utilizará en el proyecto elimine la referencia entre corchetes del cuadro

*Tabla 40 Requerimientos para el material P-209 base granular*
*Fuente: FAA N° 150/5370-10H, 2018, p.174*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En cuanto a la gradación del material base, debe ser como se especifica en la siguiente tabla, este material debe cumplir estrictamente con los límites establecidos.

| Designación del tamiz | Porcentaje de peso que pasa | Tolerancia para gradación final (1) |
|---|---|---|
| 2" (50 mm) | 100 | ±0 |
| 1 1/2" (37.5 mm) | 95 - 100 | ±5 |
| 1" (25.0 mm) | 70 - 95 | ±8 |
| 3/4" (19.0 mm) | 55 - 85 | ±8 |
| N° 4 (4.75 mm) | 30 - 60 | ±8 |
| N° 40 (425 µm) (2) | 10 - 30 | ±5 |
| N° 200 (75 µm) (2) | [0 - 10] | ±3 |

(1) Las "Tolerancias para la gradación final" se aplican para establecer una banda de calificación del control del trabajo. La tolerancia total aún se aplica si la aplicación de las tolerancias da como resultado una banda de calificación de control de trabajo fuera del rango de diseño.

(2) La fracción de material que pasa el tamiz N° 200 (75 µm) no debe exceder dos tercios de la fracción que pasa el tamiz No. 40 (425 µm).
Cuando se requiere material no susceptible a las heladas, el material máximo que pasa el tamiz N° 200 (75 µm) se reducirá a 0 - 5 %.

*Tabla 41 Requerimientos para la gradación del material P-209 base granular*
*Fuente: FAA N° 150/5370-10H, 2018, p.175*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 4.4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LABORATORIO.

En la siguiente imagen se puede observar el material subrasante que se usó para los diseños de pavimentos. Es así que, para el diseño de pavimento urbano y rural se usó el material llamado subrasante 1, y para el diseño de pavimento aeroportuario se usó el material modificado llamado subrasante 2 de la siguiente figura.

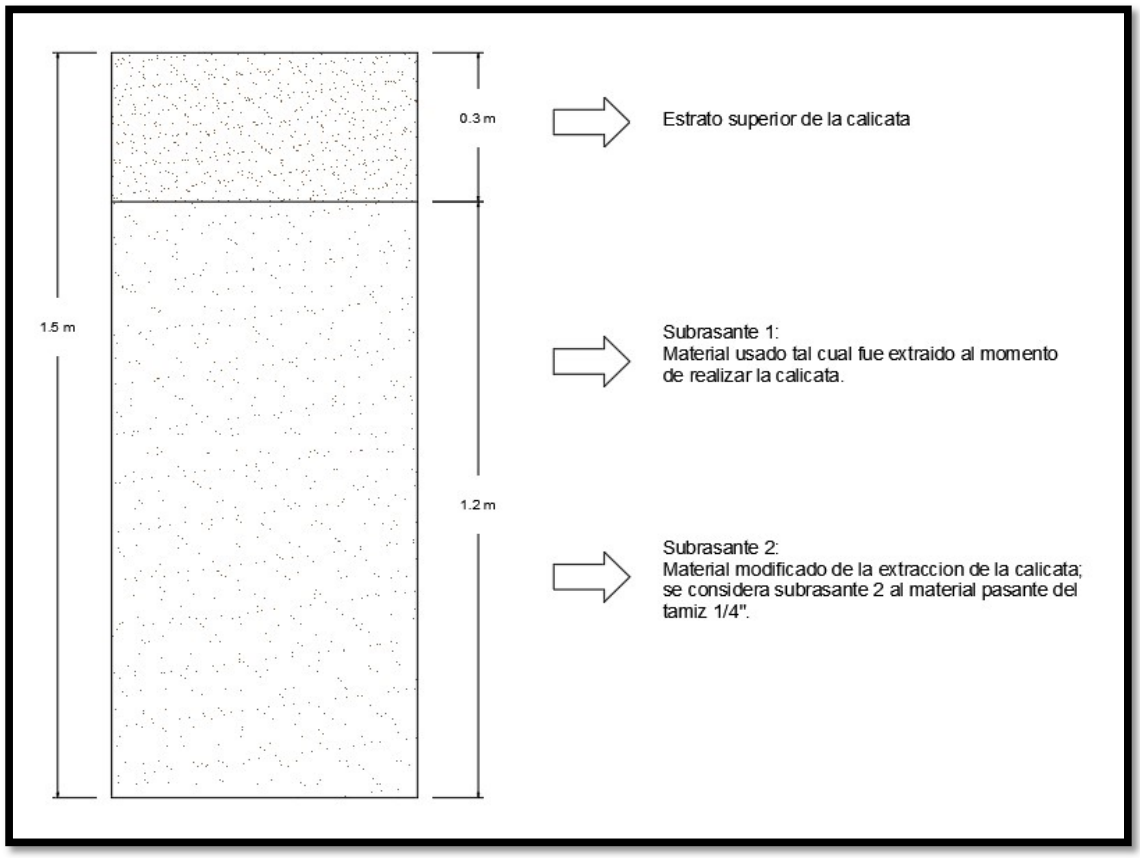



*Figura 60 Diferencia entre el material subrasante usado para pavimento rural, urbano y aeroportuaria*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

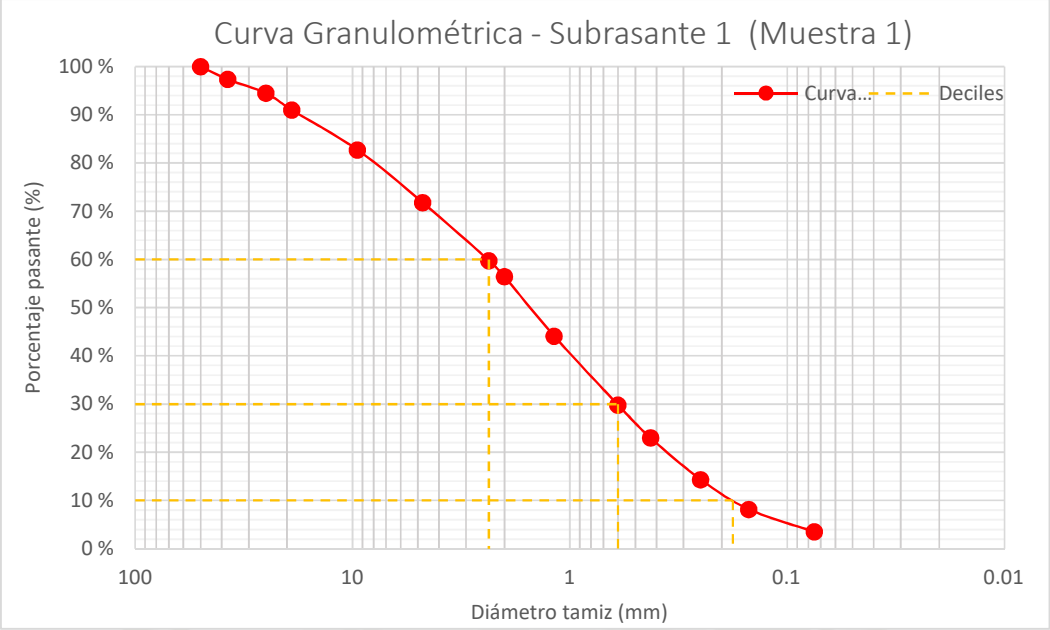
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

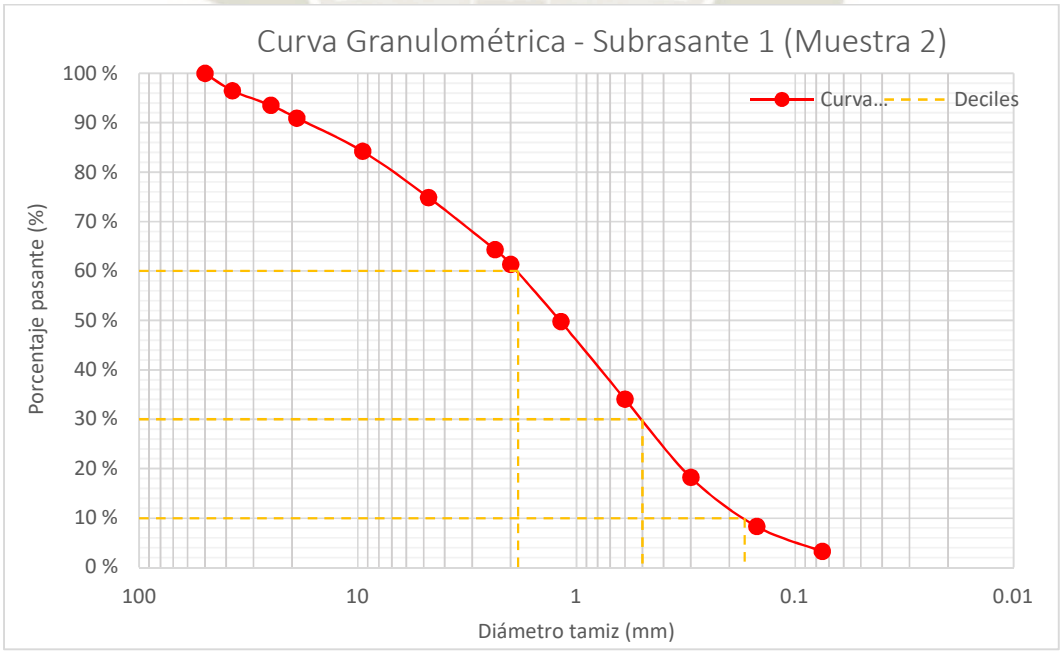
### 4.4.1. Resultados para diseño de pavimento urbano.

#### *4.4.1.1. Material subrasante (subrasante 1: figura 58).*

a) Análisis Granulométrico




*Gráfica 3 Curva Granulométrica – Subrasante para pavimentos urbano y rural (Muestra 1)*
*Fuente: Elaboración propia*



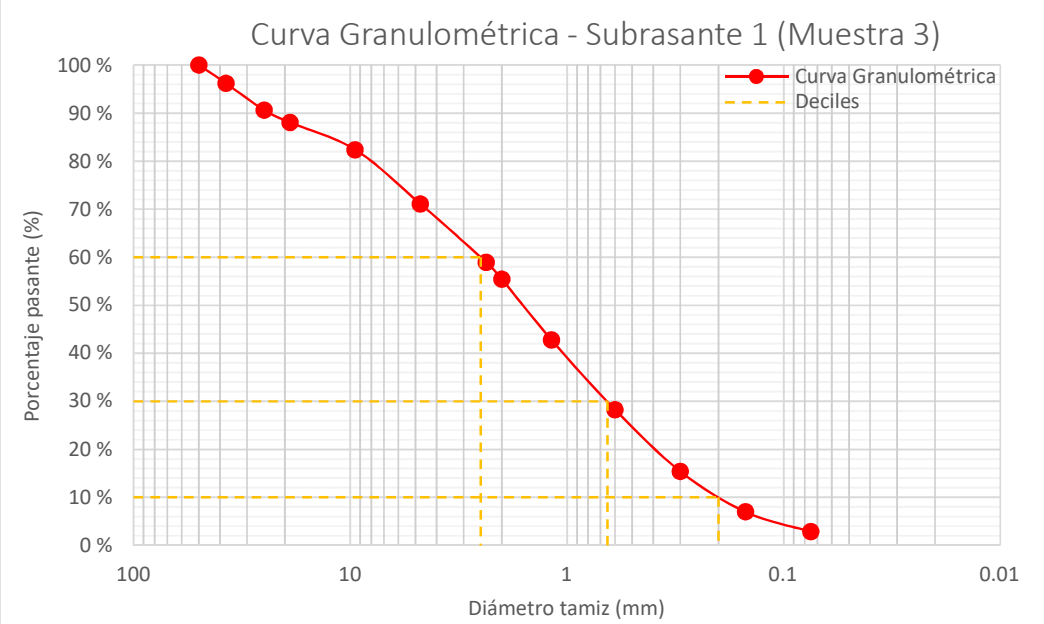

*Gráfica 4 Curva Granulométrica – Subrasante para pavimentos urbano y rural (Muestra 2)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 5 Curva Granulométrica – Subrasante para pavimentos urbano y rural (Muestra 3)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Propiedades Físicas

| Subrasante 1 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Variable | | Unidad | Resultados | Promedio |
| Contenido de humedad natural | | % | 3.6 | 3.6 |
| | | | 3.8 | |
| | | | 3.5 | |
| Análisis Granulométrico | Retenido en tamiz N° 4 | % | 28.21 | 27.42 |
| | | | 25.13 | |
| | | | 28.91 | |
| | Pasante del tamiz N° 4 | % | 71.79 | 72.58 |
| | | | 74.87 | |
| | | | 71.09 | |
| Limite Liquido | | - | No se puede determinar | |
| Gravedad específica de sólidos - agregado fino | | - | 2.56 | 2.58 |
| | | | 2.59 | |
| | | | 2.59 | |
| Peso específico agregado grueso | Peso específico de masa | - | 2.36 | 2.36 |
| | | | 2.36 | |
| | | | 2.35 | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.43 | 2.43 |
| | | | 2.44 | |
| | | | 2.43 | |
| | Peso específico aparente | - | 2.54 | 2.56 |
| | | | 2.57 | |
| | | | 2.56 | |
| | Absorción | % | 3.0 | 3.3 |
| | | | 3.5 | |
| | | | 3.4 | |
| Gravedad/Peso específico global | | - | 2.56 | 2.58 |
| | | | 2.59 | |
| | | | 2.58 | |
| Proctor Modificado (Molde 4") | Contenido óptimo de agua | % | 10.8 | 10.7 |
| | | | 10.9 | |
| | | | 10.5 | |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.97 | 1.96 |
| | | | 1.96 | |
| | | | 1.96 | |
| Proctor modificado para CBR (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 10.7 | 10.8 |
| | | | 10.7 | |
| | | | 11.0 | |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.92 | 1.93 |
| | | | 1.92 | |
| | | | 1.93 | |
| CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" | | % | 49.1 | 52.5 |
| | | | 51.3 | |
| | | | 57.2 | |

*Tabla 42 Propiedades físicas de subrasante 1*
*Fuente: Elaboración propia*



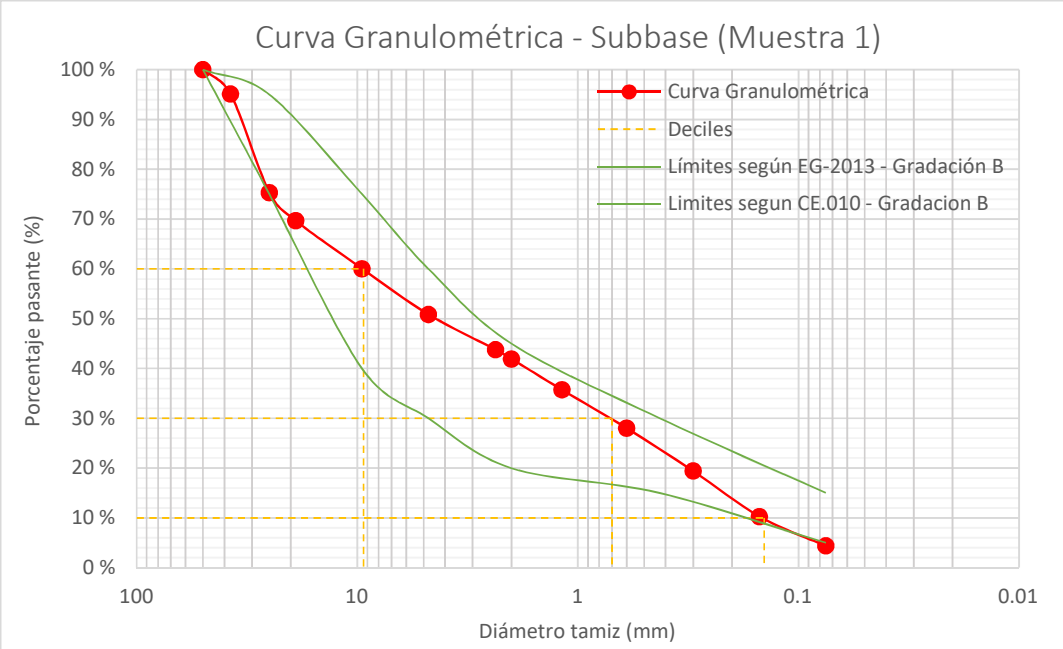
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

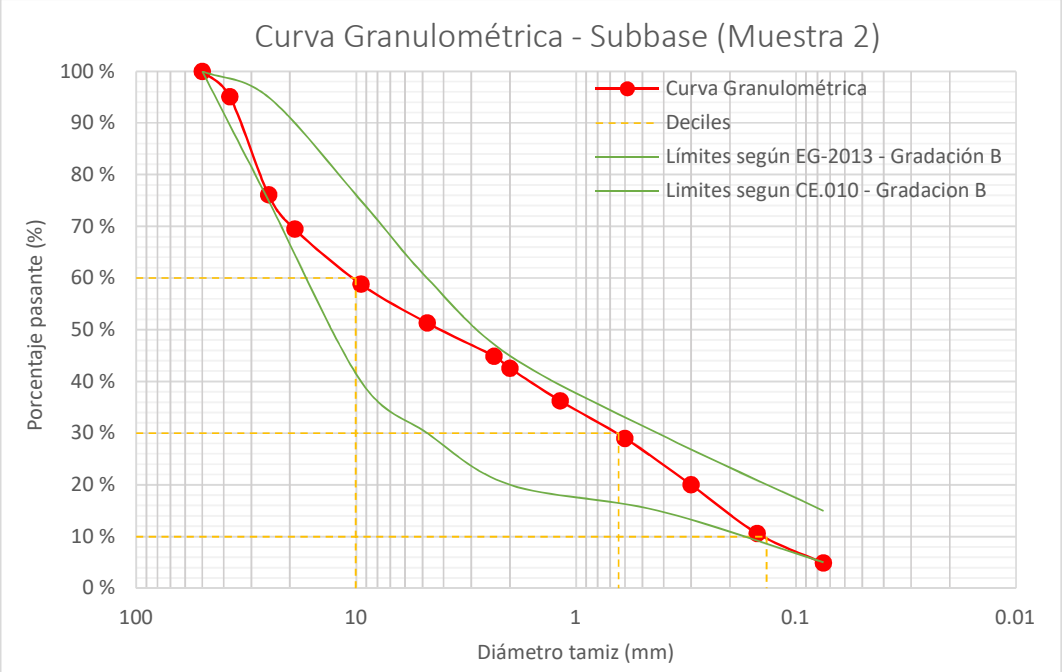
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

#### *4.4.1.2. Material subbase.*

a) Análisis Granulométrico




*Gráfica 6 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 1)*
*Fuente: Elaboración propia*



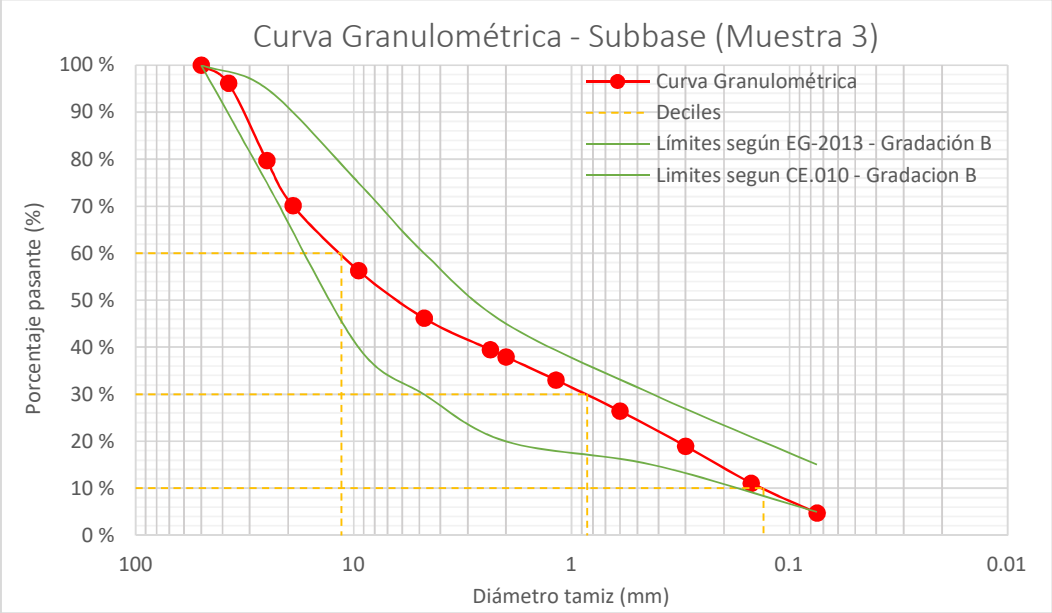

*Gráfica 7 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 2)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 8 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 3)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Propiedades Físicas y Químicas

| Subbase | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | Und. | Resultados | Promedio | Requerimientos CE.010 |
| Análisis Granulométrico | Retenido en tamiz N° 4 | % | 49.16 | 50.56 | - |
| | | | 48.68 | | |
| | | | 53.85 | | |
| | Pasante del tamiz N° 4 | % | 50.84 | 49.44 | - |
| | | | 51.32 | | |
| | | | 46.15 | | |
| Limite Liquido | | - | No se puede determinar | | 25% máx. |
| Gravedad específica de sólidos - agregado fino | | - | 2.57 | 2.57 | - |
| | | | 2.56 | | |
| | | | 2.57 | | |
| Peso específico agregado grueso | Peso específico de masa | - | 2.35 | 2.35 | - |
| | | | 2.37 | | |
| | | | 2.33 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.41 | 2.41 | - |
| | | | 2.43 | | |
| | | | 2.39 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.50 | 2.50 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.48 | | |
| | Absorción | % | 2.6 | 2.6 | - |
| | | | 2.5 | | |
| | | | 2.6 | | |
| Gravedad/Peso específico global | | - | 2.53 | 2.53 | - |
| | | | 2.54 | | |
| | | | 2.52 | | |
| Peso unitario | Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,713 | 1,713 | - |
| | | | 1,713 | | |
| | | | 1,713 | | |
| | Peso unitario compactado | kg/m³ | 1,893 | 1,893 | - |
| | | | 1,893 | | |
| | | | 1,894 | | |
| Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados | | % | 37.1 | 39.1 | 50% máx. |
| | | | 39.3 | | |
| | | | 40.9 | | |
| Partículas chatas y alargadas en alargadas | Escala 1:3 | % | 2 | 4 | - |
| | | | 5 | | |
| | | | 4 | | |
| | Escala 1:5 | % | 0 | 0 | - |
| | | | 0 | | |
| | | | 0 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras | Índice de aplanamiento | - | 6<br>6<br>6 | 6 | - |
| | Índice de alargamiento | - | 13<br>13<br>13 | 13 | - |
| Arcilla en terrones y partículas desmenuzables | Agregado grueso | % | 0.1<br>0.4<br>0.5 | 0.3 | - |
| | Agregado fino | % | 1.9<br>2.4<br>2.6 | 2.3 | - |
| Valor equivalente de arena | | % | 56<br>58<br>54 | 56 | 25% mín. |
| Sales Solubles en agregados | Agregado grueso | % | 0.0<br>0.0<br>0.0 | 0.0 | - |
| | Agregado fino | % | 1.0<br>0.8<br>0.4 | 0.7 | - |
| | Sales solubles totales | % | 0.5<br>0.4<br>0.2 | 0.4 | 1% máx. |
| Proctor modificado (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 9.0<br>8.3<br>8.0 | 8.4 | - |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.97<br>1.97<br>1.96 | 1.97 | - |
| Proctor modificado para CBR (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 8.2<br>7.8<br>7.6 | 7.9 | - |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.98<br>1.99<br>1.98 | 1.98 | - |
| CBR referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" | | % | 81.0<br>93.7<br>91.3 | 88.7 | 40% mín. |

*Tabla 43 Propiedades físicas y químicas de subbase y requerimiento para pavimento urbano*
*Fuente: Elaboración propia*



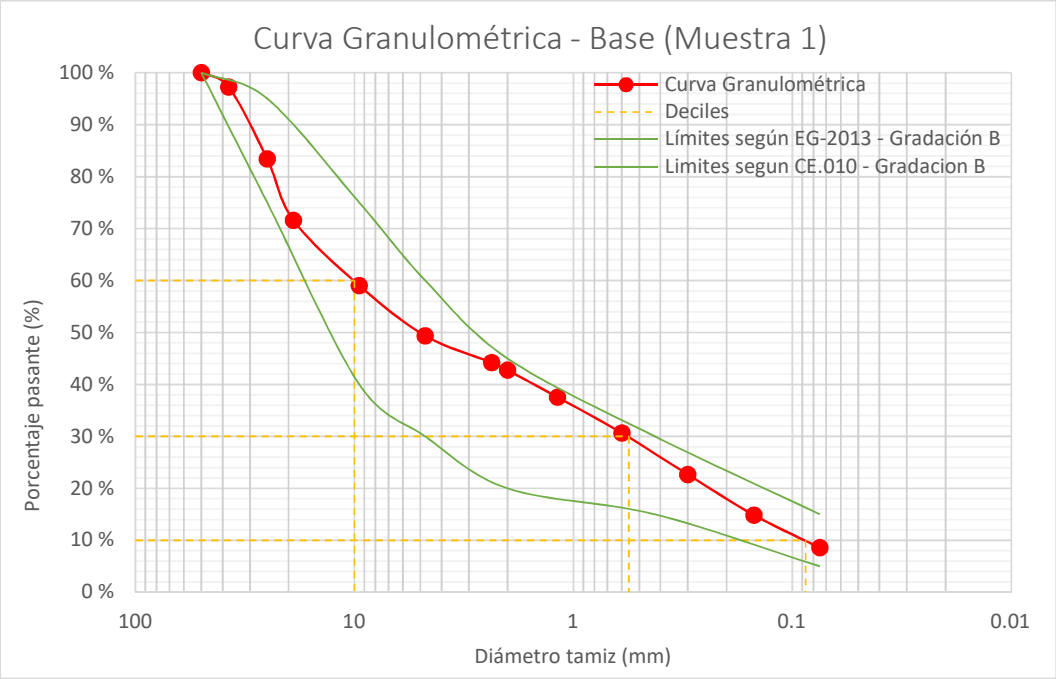
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

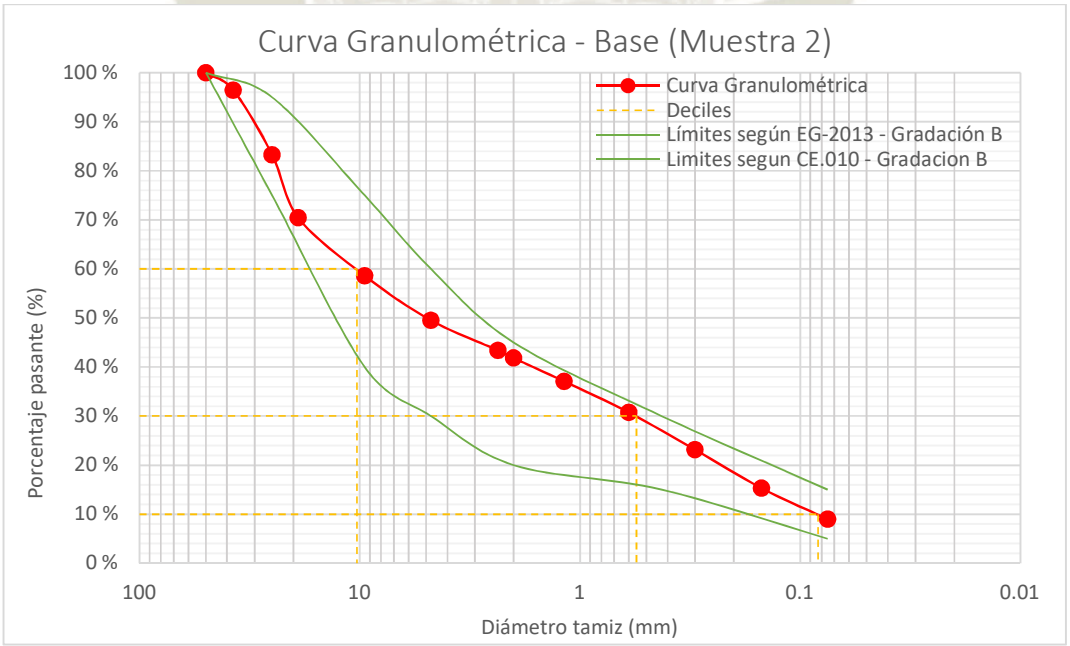
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

#### *4.4.1.3. Material base.*

a) Análisis Granulométrico




*Gráfica 9 Curva Granulométrica – Base (Muestra 1)*
*Fuente: Elaboración propia*



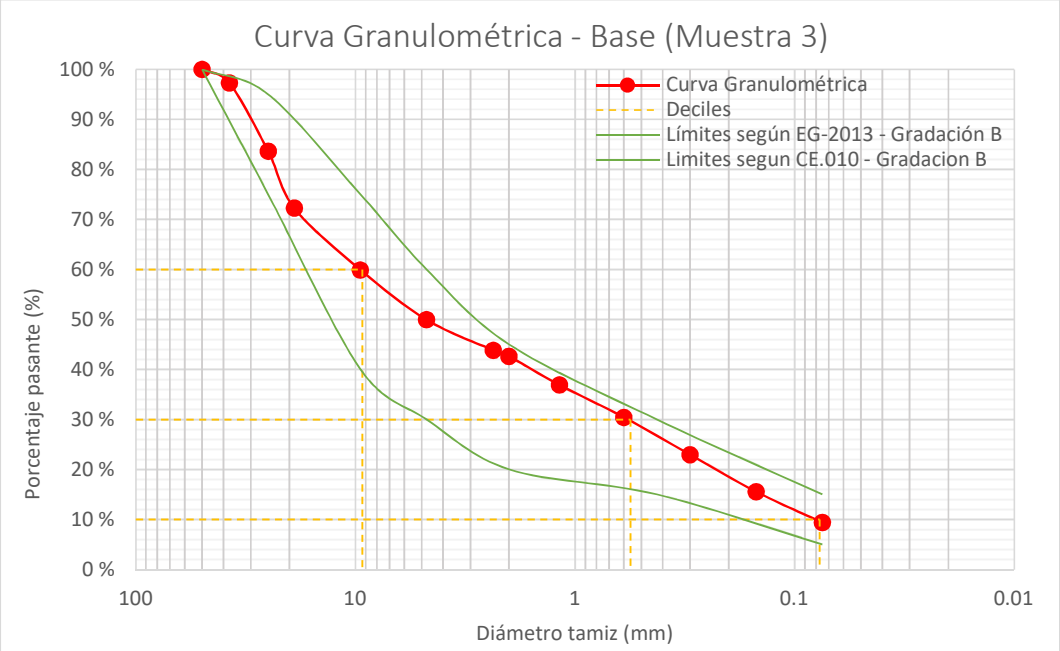

*Gráfica 10 Curva Granulométrica – Base (Muestra 2)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 11 Curva Granulométrica – Base (Muestra 3)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Propiedades físicas y químicas

| Base | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | Und. | Resultados | Promedio | Requerimientos CE.010 |
| Análisis Granulométrico | Retenido en tamiz N° 4 | % | 50.63 | 50.39 | - |
| | | | 50.46 | | |
| | | | 50.09 | | |
| | Pasante del tamiz N° 4 | % | 49.37 | 49.61 | - |
| | | | 49.54 | | |
| | | | 49.92 | | |
| Limite Liquido | | - | No se puede determinar | | - |
| Peso específico agregado fino | Peso específico de masa | - | 2.51 | 2.51 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.51 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.53 | 2.53 | - |
| | | | 2.53 | | |
| | | | 2.53 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.56 | 2.56 | - |
| | | | 2.55 | | |
| | | | 2.57 | | |
| | Absorción | % | 0.8 | 0.8 | - |
| | | | 0.6 | | |
| | | | 0.9 | | |
| Peso específico agregado grueso | Peso específico de masa | - | 2.41 | 2.39 | - |
| | | | 2.39 | | |
| | | | 2.37 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.45 | 2.43 | - |
| | | | 2.43 | | |
| | | | 2.41 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.53 | 2.50 | - |
| | | | 2.50 | | |
| | | | 2.47 | | |
| | Absorción | % | 2.0 | 1.8 | - |
| | | | 1.7 | | |
| | | | 1.8 | | |
| Gravedad/Peso específico global | | - | 2.54 | 2.52 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.51 | | |
| Peso unitario | Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,738 | 1,738 | - |
| | | | 1,738 | | |
| | | | 1,739 | | |
| | Peso unitario compactado | kg/m³ | 1,900 | 1,900 | - |
| | | | 1,901 | | |
| | | | 1,900 | | |
| Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados | | % | 33.9 | 35.5 | 40% máx. |
| | | | 36.9 | | |
| | | | 35.6 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Partículas chatas y alargadas en alargadas | Escala 1:3 | % | 4<br>4<br>3 | 4 | - |
| | Escala 1:5 | % | 0<br>0<br>0 | 0 | - |
| Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras | Índice de aplanamiento | - | 11<br>12<br>11 | 11 | - |
| | Índice de alargamiento | - | 17<br>18<br>17 | 17 | - |
| Determinación del porcentaje de partículas fracturadas | 1 cara fracturada | % | 91<br>95<br>92 | 92 | 80% mín. |
| | 2 caras fracturadas | % | 79<br>86<br>77 | 81 | 40% mín. |
| Arcilla en terrones y partículas desmenuzables | Agregado grueso | % | 0.1<br>0.5<br>0.9 | 0.5 | - |
| | Agregado fino | % | 1.9<br>2.0<br>1.3 | 1.8 | - |
| Valor equivalente de arena | | % | 55<br>59<br>57 | 57 | 35% mín. |
| Índice de durabilidad del agregado | | % | 73<br>68<br>68 | 70 | 35% mín. |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | | % | 0.8<br>1.1<br>2.1 | 1.3 | - |
| Sales Solubles en agregados | Agregado grueso | % | 0.0<br>0.0<br>0.0 | 0.0 | 0.5% máx. |
| | Agregado fino | % | 0.4<br>0.5<br>0.7 | 0.5 | 0.5% máx. |
| Proctor modificado (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 8.9<br>8.4<br>8.3 | 8.5 | - |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.95<br>1.96<br>1.96 | 1.96 | - |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Proctor modificado para CBR (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 7.3 | 7.4 | - |
| | | | 7.5 | | |
| | | | 7.5 | | |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.99 | 2.00 | - |
| | | | 1.99 | | |
| | | | 2.00 | | |
| CBR referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" | | % | 175.0 | 171.3 | 100% mín. |
| | | | 168.0 | | |
| | | | 171.0 | | |

*Tabla 44 Propiedades físicas y químicas de base y requerimientos para pavimentos urbanos*
*Fuente: Elaboración propia*

### 4.4.2. Resultados para diseño de pavimento rural.

#### *4.4.2.1. Material subrasante (subrasante 1: figura 58).*

a) Análisis Granulométrico

(Ver 4.4.1.1.a)

b) Propiedades Físicas

(Ver 4.4.1.1.b)

#### *4.4.2.2. Material subbase.*

a) Análisis Granulométrico

(Ver 4.4.1.2.a)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Propiedades Físicas

| Subbase | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | Und. | Resultados | Promedio | Requerimientos EG -2013 |
| Análisis Granulométrico | Retenido en tamiz N° 4 | % | 49.16 | 50.56 | - |
| | | | 48.68 | | |
| | | | 53.85 | | |
| | Pasante del tamiz N° 4 | % | 50.84 | 49.44 | - |
| | | | 51.32 | | |
| | | | 46.15 | | |
| Limite Liquido | | - | No se puede determinar | | 25% máx. |
| Gravedad específica de sólidos - agregado fino | | - | 2.57 | 2.57 | - |
| | | | 2.56 | | |
| | | | 2.57 | | |
| Peso específico agregado grueso | Peso específico de masa | - | 2.35 | 2.35 | - |
| | | | 2.37 | | |
| | | | 2.33 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.41 | 2.41 | - |
| | | | 2.43 | | |
| | | | 2.39 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.50 | 2.50 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.48 | | |
| | Absorción | % | 2.6 | 2.6 | - |
| | | | 2.5 | | |
| | | | 2.6 | | |
| Gravedad/Peso específico global | | - | 2.53 | 2.53 | - |
| | | | 2.54 | | |
| | | | 2.52 | | |
| Peso unitario | Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,713 | 1,713 | - |
| | | | 1,713 | | |
| | | | 1,713 | | |
| | Peso unitario compactado | kg/m³ | 1,893 | 1,893 | - |
| | | | 1,893 | | |
| | | | 1,894 | | |
| Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados | | % | 37.1 | 39.1 | 50% máx. |
| | | | 39.3 | | |
| | | | 40.9 | | |
| Partículas chatas y alargadas en alargadas | Escala 1:3 | % | 2 | 4 | 20% máx. |
| | | | 5 | | |
| | | | 4 | | |
| | Escala 1:5 | % | 0 | 0 | - |
| | | | 0 | | |
| | | | 0 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras | Índice de aplanamiento | - | 6<br>6<br>6 | 6 | - |
| | Índice de alargamiento | - | 13<br>13<br>13 | 13 | - |
| Arcilla en terrones y partículas desmenuzables | Agregado grueso | % | 0.1<br>0.4<br>0.5 | 0.3 | - |
| | Agregado fino | % | 1.9<br>2.4<br>2.6 | 2.3 | - |
| Valor equivalente de arena | | % | 56<br>58<br>54 | 56 | 25% mín. |
| Sales Solubles en agregados | Agregado grueso | % | 0.0<br>0.0<br>0.0 | 0.0 | - |
| | Agregado fino | % | 1.0<br>0.8<br>0.4 | 0.7 | - |
| | Sales solubles totales | % | 0.5<br>0.4<br>0.2 | 0.4 | 1% máx. |
| Proctor modificado (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 9.0<br>8.3<br>8.0 | 8.4 | - |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.97<br>1.97<br>1.96 | 1.97 | - |
| Proctor modificado para CBR (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 8.2<br>7.8<br>7.6 | 7.9 | - |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.98<br>1.99<br>1.98 | 1.98 | - |
| CBR referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" | | % | 81.0<br>93.7<br>91.3 | 88.7 | 40% mín. |

*Tabla 45 Propiedades físicas y químicas de subbase y requerimientos para pavimentos rurales*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

#### *4.4.2.3. Material base.*

a) Análisis Granulométrico

(Ver 4.4.1.3.a)

b) Propiedades Físicas y Químicas

| Base | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | Und. | Resultados | Promedio | Requerimientos EG -2013 |
| Análisis Granulométrico | Retenido en tamiz N° 4 | % | 50.63 | 50.39 | - |
| | | | 50.46 | | |
| | | | 50.09 | | |
| | Pasante del tamiz N° 4 | % | 49.37 | 49.61 | - |
| | | | 49.54 | | |
| | | | 49.92 | | |
| Limite Liquido | | - | No se puede determinar | | - |
| Peso específico agregado fino | Peso específico de masa | - | 2.51 | 2.51 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.51 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.53 | 2.53 | - |
| | | | 2.53 | | |
| | | | 2.53 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.56 | 2.56 | - |
| | | | 2.55 | | |
| | | | 2.57 | | |
| | Absorción | % | 0.8 | 0.8 | - |
| | | | 0.6 | | |
| | | | 0.9 | | |
| Peso específico agregado grueso | Peso específico de masa | - | 2.41 | 2.39 | - |
| | | | 2.39 | | |
| | | | 2.37 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.45 | 2.43 | - |
| | | | 2.43 | | |
| | | | 2.41 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.53 | 2.50 | - |
| | | | 2.50 | | |
| | | | 2.47 | | |
| | Absorción | % | 2.0 | 1.8 | - |
| | | | 1.7 | | |
| | | | 1.8 | | |
| Gravedad/Peso específico global | | - | 2.54 | 2.52 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.51 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso unitario | Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,738<br>1,738<br>1,739 | 1,738 | - |
| | Peso unitario compactado | kg/m³ | 1,900<br>1,901<br>1,900 | 1,900 | - |
| Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados | | % | 33.9<br>36.9<br>35.6 | 35.5 | 40% máx. |
| Partículas chatas y alargadas en alargadas | Escala 1:3 | % | 4<br>4<br>3 | 4 | 15% máx. |
| | Escala 1:5 | % | 0<br>0<br>0 | 0 | - |
| Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras | Índice de aplanamiento | - | 11<br>12<br>11 | 11 | - |
| | Índice de alargamiento | - | 17<br>18<br>17 | 17 | - |
| Determinación del porcentaje de partículas fracturadas | 1 cara fracturada | % | 91<br>95<br>92 | 92 | 80% mín. |
| | 2 caras fracturadas | % | 79<br>86<br>77 | 81 | 40% mín. |
| Arcilla en terrones y partículas desmenuzables | Agregado grueso | % | 0.1<br>0.5<br>0.9 | 0.5 | - |
| | Agregado fino | % | 1.9<br>2.0<br>1.3 | 1.8 | - |
| Valor equivalente de arena | | % | 55<br>59<br>57 | 57 | 35% mín. |
| Índice de durabilidad del agregado | | % | 73<br>68<br>68 | 70 | - |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | | % | 0.8<br>1.1<br>2.1 | 1.3 | - |
| Sales Solubles en agregados | Agregado grueso | % | 0.0<br>0.0<br>0.0 | 0.0 | 0.5% máx. |
| | Agregado fino | % | 0.4<br>0.5<br>0.7 | 0.5 | 0.5% máx. |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Proctor modificado (Molde 6")** | **Contenido óptimo de agua** | **%** | 8.9<br>8.4<br>8.3 | 8.5 | - |
| | **Peso unitario seco máximo** | **gf/cm³** | 1.95<br>1.96<br>1.96 | 1.96 | - |
| **Proctor modificado para CBR (Molde 6")** | **Contenido óptimo de agua** | **%** | 7.3<br>7.5<br>7.5 | 7.4 | - |
| | **Peso unitario seco máximo** | **gf/cm³** | 1.99<br>1.99<br>2.00 | 2.00 | - |
| **CBR referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1"** | | **%** | 175.0<br>168.0<br>171.0 | 171.3 | 100% mín. |

*Tabla 46 Propiedades físicas y químicas de base y requerimientos para pavimentos rurales*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

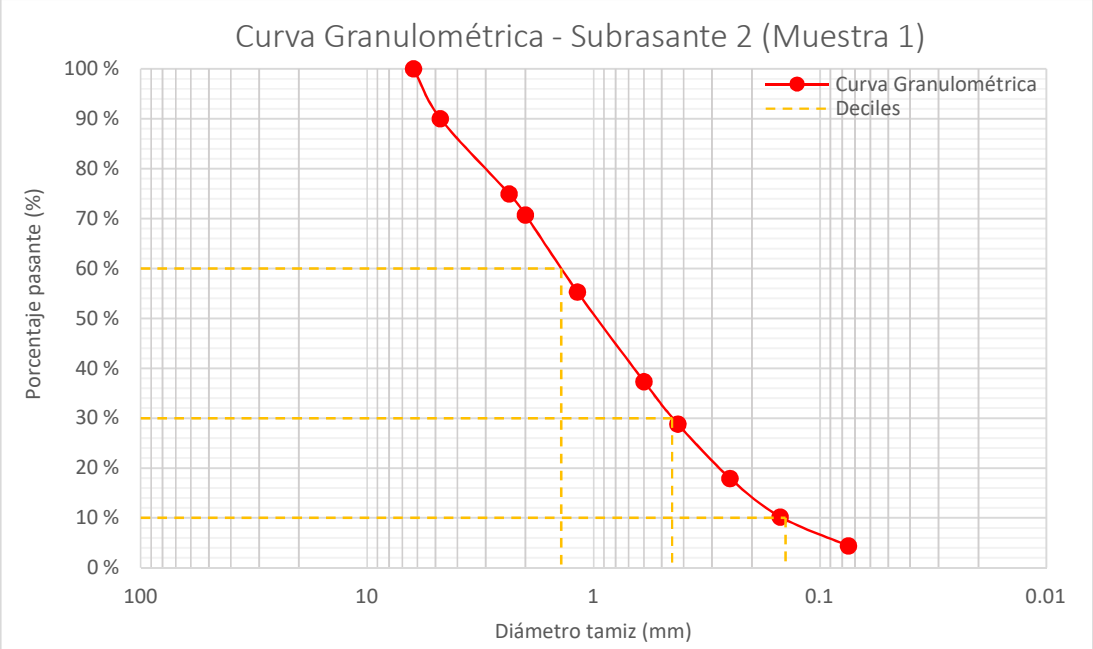
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

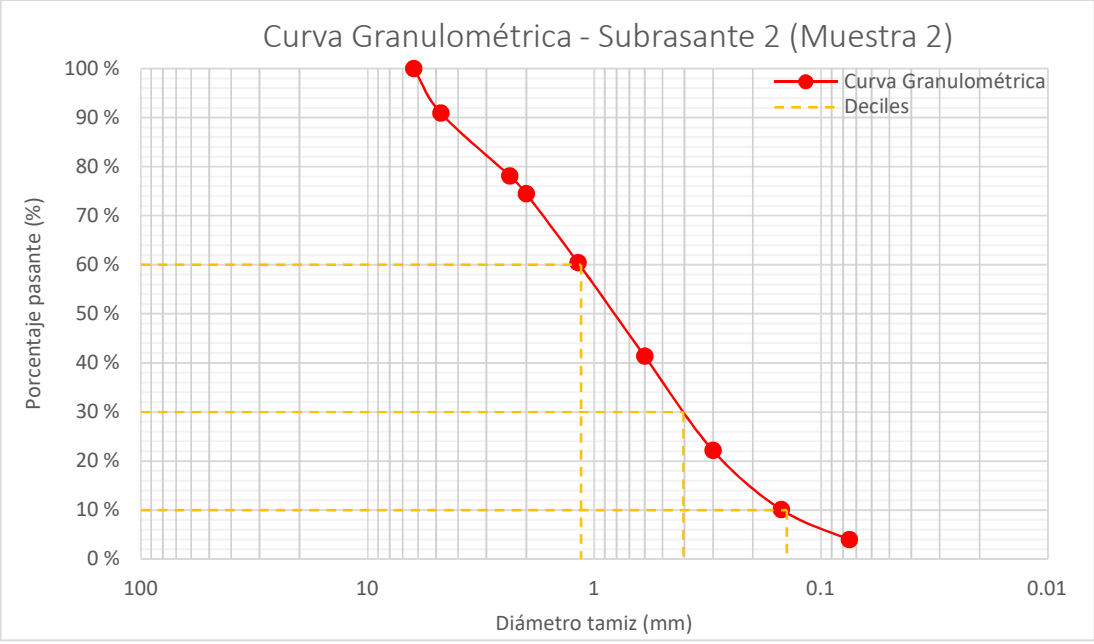
### 4.4.3. Resultados para diseño de pavimentos aeroportuarios.

#### *4.4.3.1. Material subrasante (subrasante 2: figura 58).*

a) Análisis Granulométrico




*Gráfica 12 Curva Granulométrica – Subrasante 2 (Muestra 1)*
*Fuente: Elaboración propia*



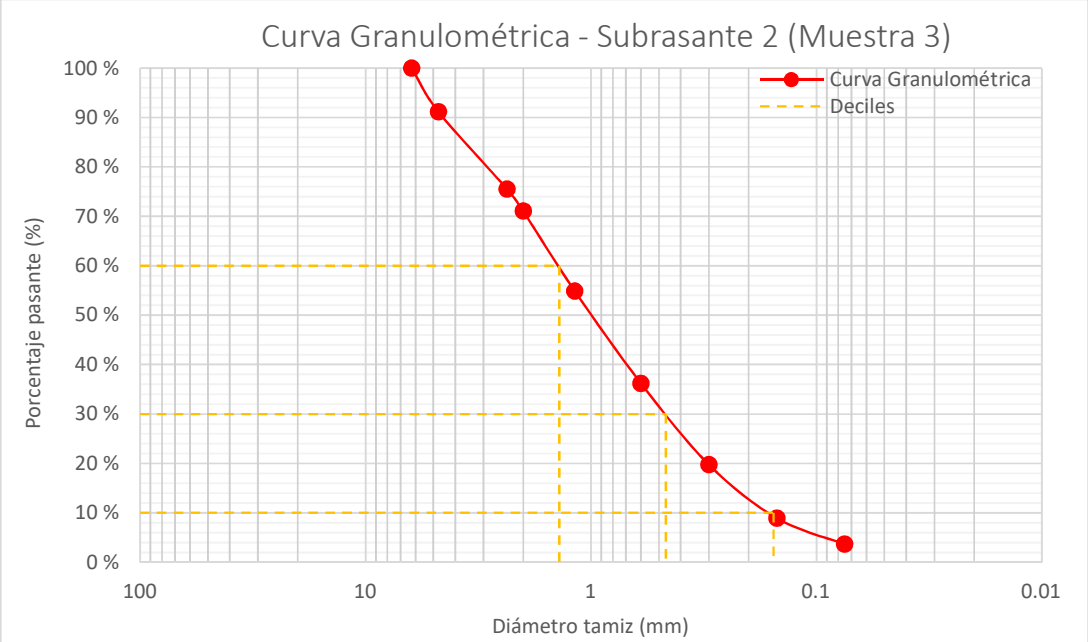

*Gráfica 13 Curva Granulométrica – Subrasante 2 (Muestra 2)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 14 Curva Granulométrica – Subrasante 2 (Muestra 3)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Propiedades físicas

| Subrasante 2 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Variable** | | **Unidad** | **Resultados** | **Promedio** |
| **Contenido de humedad natural** | | **%** | 3.6 | 3.6 |
| | | | 3.8 | |
| | | | 3.5 | |
| **Análisis Granulométrico** | **Retenido en tamiz N° 4** | **%** | 10.01 | 9.32 |
| | | | 9.09 | |
| | | | 8.86 | |
| | **Pasante del tamiz N° 4** | **%** | 89.99 | 90.68 |
| | | | 90.91 | |
| | | | 91.15 | |
| **Limite Liquido** | | - | No se puede determinar | |
| **Gravedad específica de sólidos - agregado fino** | | - | 2.56 | 2.58 |
| | | | 2.59 | |
| | | | 2.59 | |
| **Peso específico agregado grueso** | **Peso específico de masa** | - | 2.39 | 2.39 |
| | | | 2.39 | |
| | | | 2.39 | |
| | **Peso específico de masa saturada con superficie seca** | - | 2.44 | 2.44 |
| | | | 2.44 | |
| | | | 2.44 | |
| | **Peso específico aparente** | - | 2.52 | 2.52 |
| | | | 2.53 | |
| | | | 2.52 | |
| | **Absorción** | **%** | 2.3 | 2.3 |
| | | | 2.3 | |
| | | | 2.3 | |
| **Gravedad/Peso específico global** | | - | 2.56 | 2.58 |
| | | | 2.59 | |
| | | | 2.59 | |
| **Proctor modificado (Molde 4")** | **Contenido óptimo de agua** | **%** | 10.8 | 10.8 |
| | **Peso unitario seco máximo** | **gf/cm³** | 1.97 | 1.97 |
| **Proctor modificado para CBR (Molde 6")** | **Contenido óptimo de agua** | **%** | 12.0 | 12.0 |
| | | | 11.8 | |
| | | | 12.3 | |
| | **Peso unitario seco máximo** | **gf/cm³** | 1.86 | 1.85 |
| | | | 1.85 | |
| | | | 1.84 | |
| **CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1"** | | **%** | 24.5 | 22.9 |
| | | | 24.4 | |
| | | | 19.7 | |

*Tabla 47 Propiedades físicas de subrasante 2*
*Fuente: Elaboración propia*



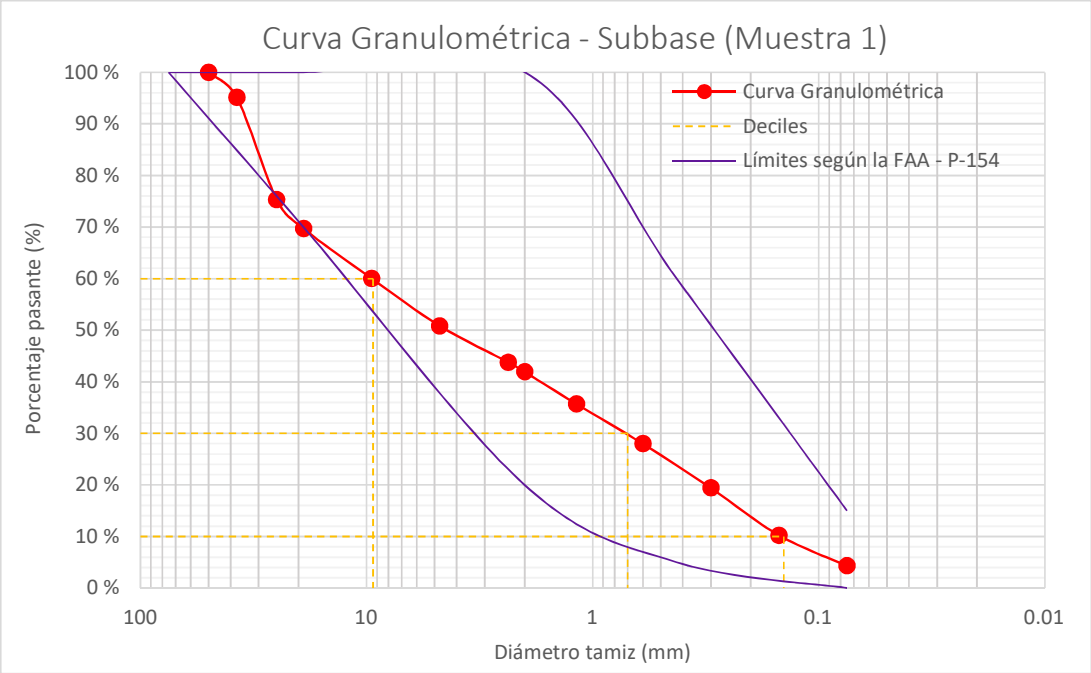
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

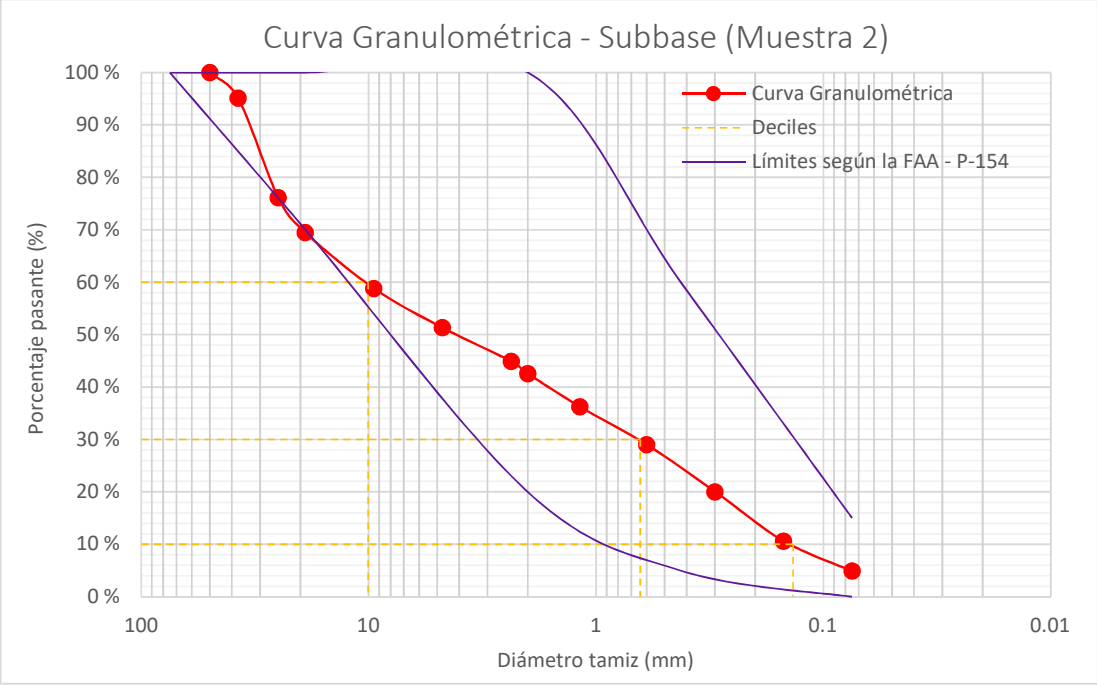
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

#### *4.4.3.2. Material subbase.*

a) Análisis Granulométrico




*Gráfica 15 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 1)*
*Fuente: Elaboración propia*



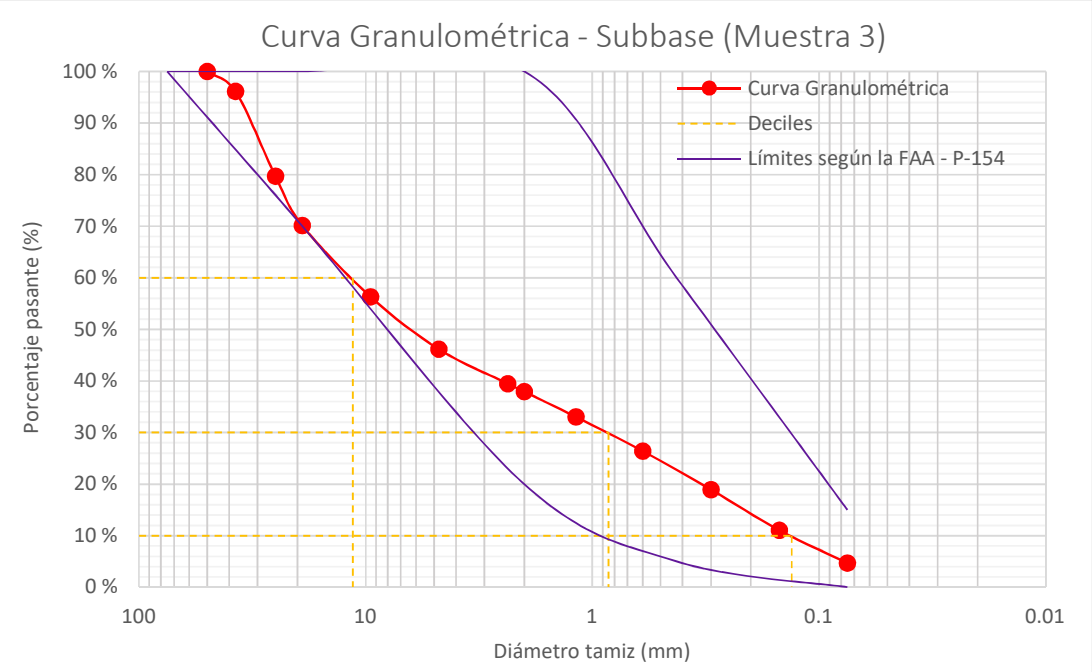

*Gráfica 16 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 2)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 17 Curva Granulométrica – Subbase (Muestra 3)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Propiedades Físicas y Químicas

| Subbase | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | Und. | Resultados | Promedio | Requerimientos AC 150-5370-10H |
| Análisis Granulométrico | Retenido en tamiz N° 4 | % | 49.16 | 50.56 | - |
| | | | 48.68 | | |
| | | | 53.85 | | |
| | Pasante del tamiz N° 4 | % | 50.84 | 49.44 | - |
| | | | 51.32 | | |
| | | | 46.15 | | |
| Limite Liquido | | - | No se puede determinar | | |
| Gravedad específica de sólidos - agregado fino | | - | 2.57 | 2.57 | - |
| | | | 2.56 | | |
| | | | 2.57 | | |
| Peso específico agregado grueso | Peso específico de masa | - | 2.35 | 2.35 | - |
| | | | 2.37 | | |
| | | | 2.33 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.41 | 2.41 | - |
| | | | 2.43 | | |
| | | | 2.39 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.50 | 2.50 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.48 | | |
| | Absorción | % | 2.6 | 2.6 | - |
| | | | 2.5 | | |
| | | | 2.6 | | |
| Gravedad/Peso específico global | | - | 2.53 | 2.53 | - |
| | | | 2.54 | | |
| | | | 2.52 | | |
| Peso unitario | Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,713 | 1,713 | - |
| | | | 1,713 | | |
| | | | 1,713 | | |
| | Peso unitario compactado | kg/m³ | 1,893 | 1,893 | - |
| | | | 1,893 | | |
| | | | 1,894 | | |
| Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados | | % | 37.1 | 39.1 | - |
| | | | 39.3 | | |
| | | | 40.9 | | |
| Partículas chatas y alargadas en alargadas | Escala 1:3 | % | 2 | 4 | - |
| | | | 5 | | |
| | | | 4 | | |
| | Escala 1:5 | % | 0 | 0 | - |
| | | | 0 | | |
| | | | 0 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras | Índice de aplanamiento | - | 6 | 6 | - |
| | | | 6 | | |
| | | | 6 | | |
| | Índice de alargamiento | - | 13 | 13 | - |
| | | | 13 | | |
| | | | 13 | | |
| Arcilla en terrones y partículas desmenuzables | Agregado grueso | % | 0.1 | 0.3 | - |
| | | | 0.4 | | |
| | | | 0.5 | | |
| | Agregado fino | % | 1.9 | 2.3 | - |
| | | | 2.4 | | |
| | | | 2.6 | | |
| Valor equivalente de arena | | % | 56 | 56 | - |
| | | | 58 | | |
| | | | 54 | | |
| Sales Solubles en agregados | Agregado grueso | % | 0.0 | 0.0 | - |
| | | | 0.0 | | |
| | | | 0.0 | | |
| | Agregado fino | % | 1.0 | 0.7 | - |
| | | | 0.8 | | |
| | | | 0.4 | | |
| | Sales solubles totales | % | 0.5 | 0.4 | - |
| | | | 0.4 | | |
| | | | 0.2 | | |
| Proctor modificado (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 9.0 | 8.4 | - |
| | | | 8.3 | | |
| | | | 8.0 | | |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.97 | 1.97 | - |
| | | | 1.97 | | |
| | | | 1.96 | | |
| Proctor modificado para CBR (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 8.2 | 7.9 | - |
| | | | 7.8 | | |
| | | | 7.6 | | |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.98 | 1.98 | - |
| | | | 1.99 | | |
| | | | 1.98 | | |
| CBR referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" | | % | 81.0 | 88.7 | 20 mín. |
| | | | 93.7 | | |
| | | | 91.3 | | |

*Tabla 48 Propiedades físicas y químicas de subbase y requerimientos para pavimentos aeroportuarios*
*Fuente: Elaboración propia*



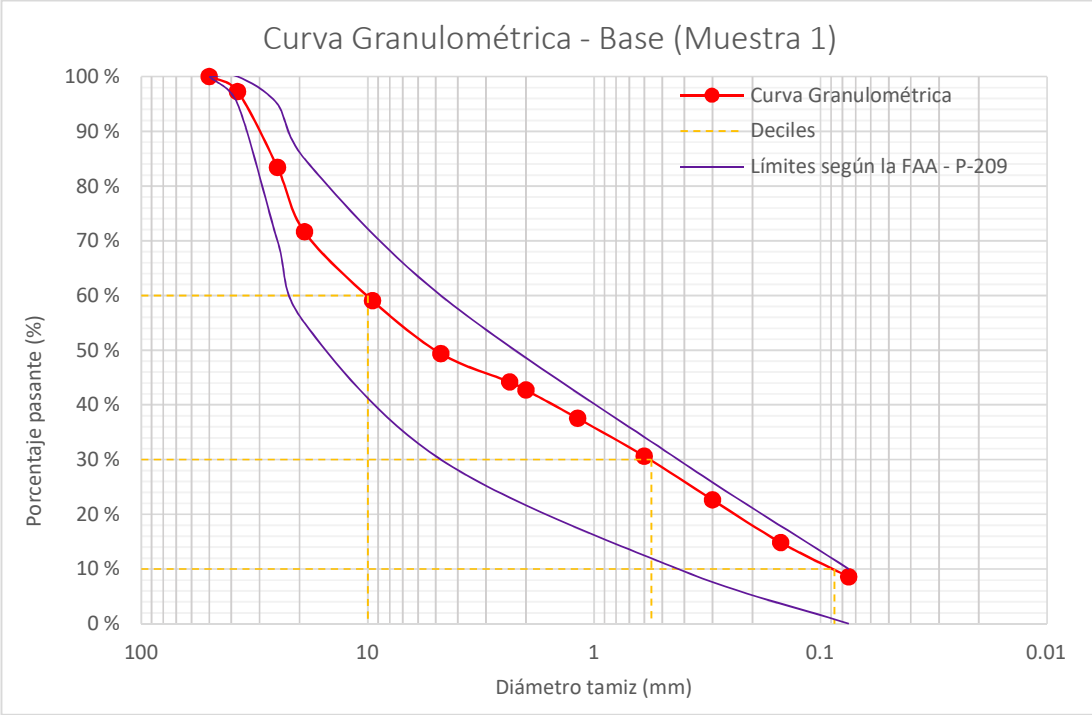
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

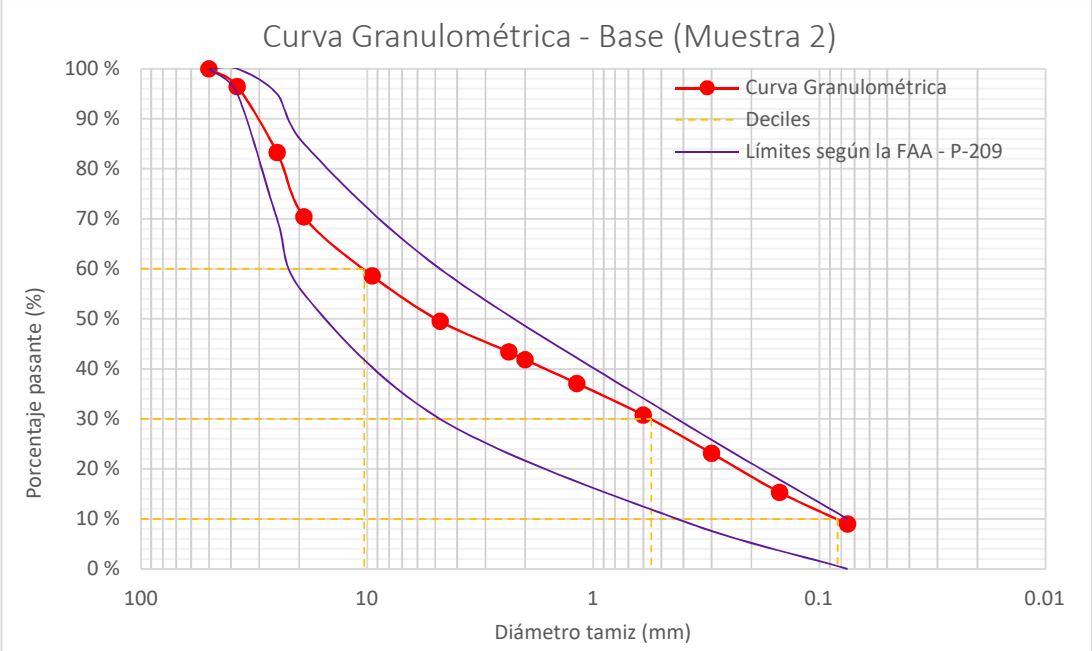
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

#### *4.4.3.3. Material Base.*

a) Análisis Granulométrico




*Gráfica 18 Curva Granulométrica – Base (Muestra 1)*
*Fuente: Elaboración propia*



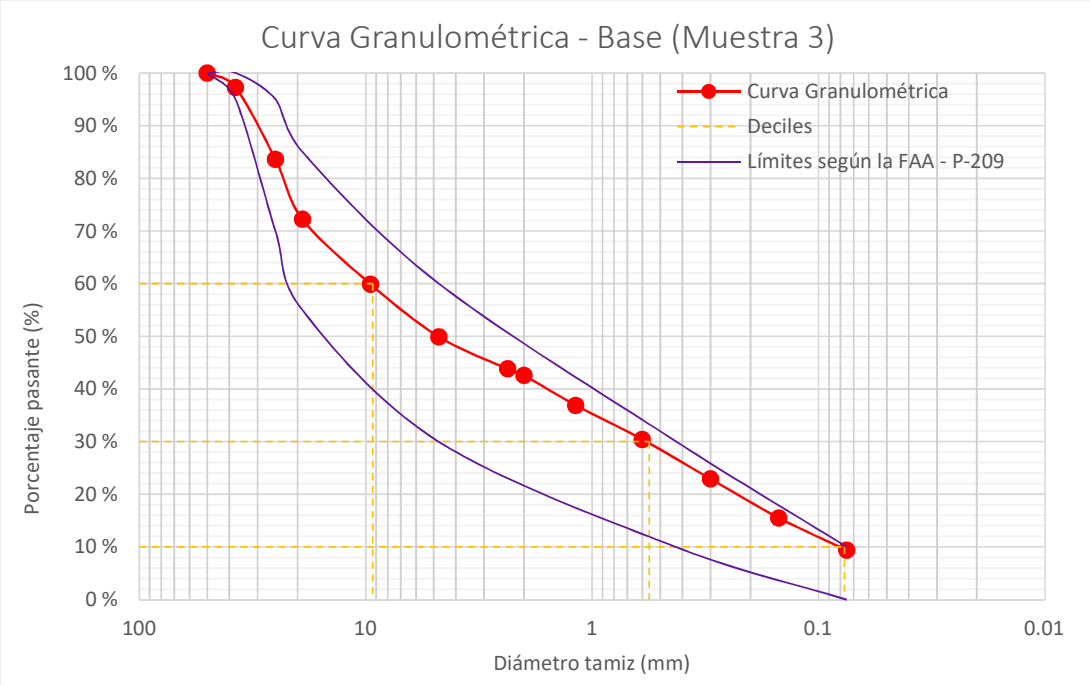

*Gráfica 19 Curva Granulométrica – Base (Muestra 2)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 20 Curva Granulométrica – Base (Muestra 3)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Propiedades físicas y químicas

| Base | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | Und. | Resultados | Promedio | Requerimientos AC 150-5370-10H |
| Análisis Granulométrico | Retenido en tamiz N° 4 | % | 50.63 | 50.39 | - |
| | | | 50.46 | | |
| | | | 50.09 | | |
| | Pasante del tamiz N° 4 | % | 49.37 | 49.61 | - |
| | | | 49.54 | | |
| | | | 49.92 | | |
| Limite Liquido | | - | No se puede determinar | | 25% máx. |
| Peso específico agregado fino | Peso específico de masa | - | 2.51 | 2.51 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.51 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.53 | 2.53 | - |
| | | | 2.53 | | |
| | | | 2.53 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.56 | 2.56 | - |
| | | | 2.55 | | |
| | | | 2.57 | | |
| | Absorción | % | 0.8 | 0.8 | - |
| | | | 0.6 | | |
| | | | 0.9 | | |
| Peso específico agregado grueso | Peso específico de masa | - | 2.41 | 2.39 | - |
| | | | 2.39 | | |
| | | | 2.37 | | |
| | Peso específico de masa saturada con superficie seca | - | 2.45 | 2.43 | - |
| | | | 2.43 | | |
| | | | 2.41 | | |
| | Peso específico aparente | - | 2.53 | 2.50 | - |
| | | | 2.50 | | |
| | | | 2.47 | | |
| | Absorción | % | 2.0 | 1.8 | - |
| | | | 1.7 | | |
| | | | 1.8 | | |
| Gravedad/Peso específico global | | - | 2.54 | 2.52 | - |
| | | | 2.52 | | |
| | | | 2.51 | | |
| Peso unitario | Peso unitario suelto | kg/m³ | 1,738 | 1,738 | - |
| | | | 1,738 | | |
| | | | 1,739 | | |
| | Peso unitario compactado | kg/m³ | 1,900 | 1,900 | - |
| | | | 1,901 | | |
| | | | 1,900 | | |
| Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados | | % | 33.9 | 35.5 | 45% máx. |
| | | | 36.9 | | |
| | | | 35.6 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Partículas chatas y alargadas en alargadas | Escala 1:3 | % | 4<br>4<br>3 | 4 | - |
| | Escala 1:5 | % | 0<br>0<br>0 | 0 | 10% máx. |
| Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras | Índice de aplanamiento | - | 11<br>12<br>11 | 11 | - |
| | Índice de alargamiento | - | 17<br>18<br>17 | 17 | - |
| Determinación del porcentaje de partículas fracturadas | 1 cara fracturada | % | 91<br>95<br>92 | 92 | 100% mín. |
| | 2 caras fracturadas | % | 79<br>86<br>77 | 81 | 90% mín. |
| Arcilla en terrones y partículas desmenuzables | Agregado grueso | % | 0.1<br>0.5<br>0.9 | 0.5 | - |
| | Agregado fino | % | 1.9<br>2.0<br>1.3 | 1.8 | - |
| Valor equivalente de arena | | % | 55<br>59<br>57 | 57 | - |
| Índice de durabilidad del agregado | | % | 73<br>68<br>68 | 70 | - |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | | % | 0.8<br>1.1<br>2.1 | 1.3 | 18% máx. |
| Sales Solubles en agregados | Agregado grueso | % | 0.0<br>0.0<br>0.0 | 0.0 | - |
| | Agregado fino | % | 0.4<br>0.5<br>0.7 | 0.5 | - |
| Proctor modificado (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 8.9<br>8.4<br>8.3 | 8.5 | - |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.95<br>1.96<br>1.96 | 1.96 | - |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Proctor modificado para CBR (Molde 6") | Contenido óptimo de agua | % | 7.3 | 7.4 | - |
| | | | 7.5 | | |
| | | | 7.5 | | |
| | Peso unitario seco máximo | gf/cm³ | 1.99 | 2.00 | - |
| | | | 1.99 | | |
| | | | 2.00 | | |
| CBR referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" | | % | 175.0 | 171.3 | - |
| | | | 168.0 | | |
| | | | 171.0 | | |

*Tabla 49 Propiedades físicas y químicas de base y requerimientos para pavimentos aeroportuarios*
*Fuente: Elaboración propia*

## 4.5. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

De acuerdo a los resultados, se clasificará los tipos de suelos por dos sistemas de clasificación, los cuales usan la distribución granulométrica y la plasticidad. Estos son:

- American Association of State Highway Officials (AASHTO).
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Según Braja M. Das (2013) afirma: "En Estados Unidos, el sistema AASHTO es utilizado principalmente para los departamentos de carreteras estatales y del condado, mientras que los ingenieros geotécnicos normalmente prefieren utilizar el Sistema Unificado." (p.78)

Para esta tesis, se realizará la clasificación por los dos sistemas mencionados.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A-1 | | | A-2 | | | |
| *Grupo de clasificación* | A-1-a | A-1-b | A-3 | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 |
| Análisis de tamiz (porcentaje de paso) | | | | | | | |
| Núm. 10 | 50 máx. | | | | | | |
| Núm. 40 | 30 máx. | 50 máx. | 51 mín. | | | | |
| Núm. 200 | 15 máx. | 25 máx. | 10 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. |
| Características de la fracción de paso núm. 40 | | | | | | | |
| Límite líquido | | | | 40 máx. | 41 mín. | 40 máx. | 41 mín. |
| Índice de plasticidad | 6 máx. | | NP | 10 máx. | 10 máx. | 11 mín. | 11 mín. |
| Tipos comunes de materiales significativos constituyentes | Fragmentos de roca, grava y arena | | Arena fina | | Limo o grava arcillosa y arena | | |
| Clasificación general de la subrasante | Excelente a bueno | | | | | | |

| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200) | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Grupo de clasificación* | A-4 | A-5 | A-6 | A-7<br>A-7-5*<br>A-7-6† |
| Análisis de tamiz (porcentaje de paso) | | | | |
| Núm. 10 | | | | |
| Núm. 40 | | | | |
| Núm. 200 | 36 mín. | 36 mín. | 36 mín. | 36 mín. |
| Características de la fracción de paso núm. 40 | | | | |
| Límite líquido | 40 máx. | 41 mín. | 40 máx. | 41 mín. |
| Índice de plasticidad | 10 máx. | 10 máx. | 11 mín. | 11 mín. |
| Tipos comunes de materiales significativos constituyentes | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | |
| Clasificación general de la subrasante | Regular a malo | | | |

*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$

*Tabla 50 Sistema de clasificación AASHTO*
*Fuente: Braja M. Das, 2013, p.79*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**Tabla 4.2** Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

| Criterio para la asignación de símbolos de grupo | | | | Símbolos de grupo |
|---|---|---|---|---|
| **Suelos de grano grueso** Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200 | **Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4 | Gravas limpias Menos de 5% finos[a] | $C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3$[c]<br>$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3$[c] | GW<br>GP |
| | | Gravas con finos Más de 12% finos[a,d] | $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)<br>$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) | GM<br>GC |
| | **Arenas** 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4 | Arenas limpias Menos de 5% finos[b] | $C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3$[c]<br>$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3$[c] | SW<br>SP |
| | | Arenas con finos Más de 12% finos[b,d] | $PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)<br>$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) | SM<br>SC |
| **Suelos de grano fino** 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200 | **Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50 | Inorgánico | $PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]<br>$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e] | CL<br>ML |
| | | Orgánico | $\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL | OL |
| | **Limos y arcillas** Límite líquido 50 o más | Inorgánico | Gráficos $PI$ en o por encima de línea "A" (figura 4.2)<br>Gráficos $PI$ por debajo de "A" línea (figura 4.2) | CH<br>MH |
| | | Orgánico | $\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH | OH |
| Suelos altamente orgánicos | Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico | | | Pt |

[a] Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

[b] Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

[c] $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$

[d] Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

[e] Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

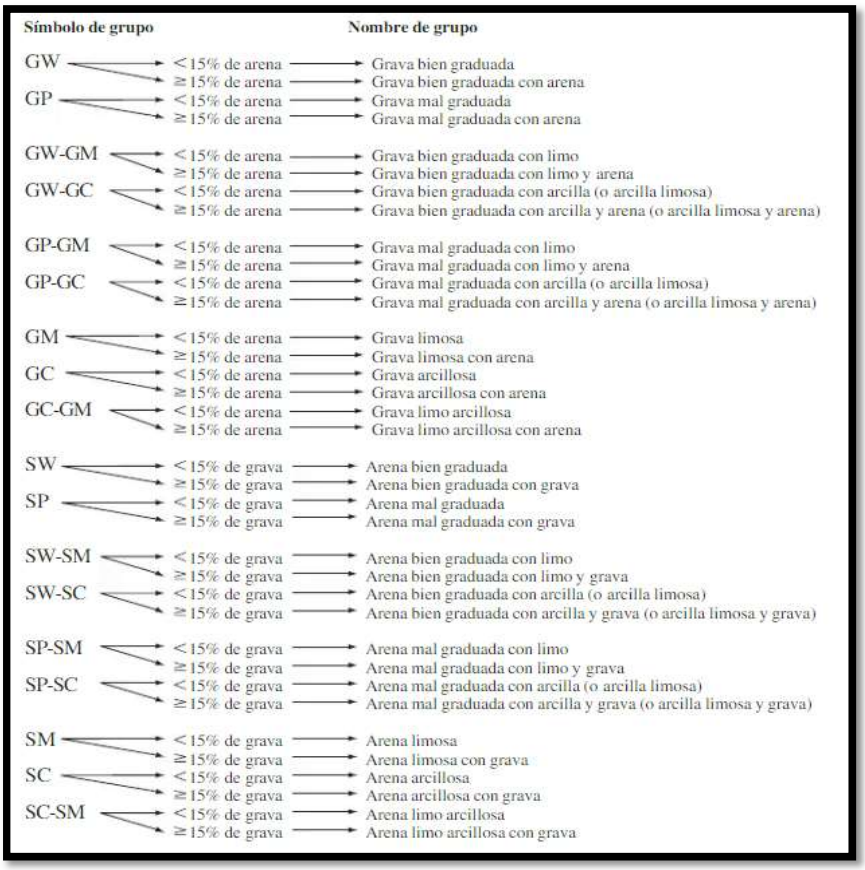
*Tabla 51 Sistema Unificado de Clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75*
*Fuente: Braja M. Das, 2013, p.83*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA




*Gráfica 21 Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo*
*Fuente: Braja M. Das, 2013, p.85*

En función de las tablas anteriores se realizó la siguiente clasificación:

| Material | Sistema de clasificación AASHTO | | SUCS | |
|---|---|---|---|---|
| | Grupo | Clasificación general | Grupo | Nombre del grupo |
| Estrato superior calicata | A-1-b (0) | Excelente a bueno | SM | Arena limosa con grava |
| Subrasante (1) | A-1-b (0) | Excelente a bueno | SP | Arena mal graduada con grava |
| Subrasante (2) | A-1-b (0) | Excelente a bueno | SW | Arena bien graduada |
| Subbase | - | - | GP | Grava mal graduada con arena |
| Base | - | - | GP-GM | Grava mal graduada con limo y arena |

(1) Material para pavimentos urbanos y rurales
(2) Material para pavimento aeroportuario

*Tabla 52 Clasificación de suelos*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

# CAPÍTULO 5. DISEÑO DE ESPESORES DE PAVIMENTO FLEXIBLE

## 5.1. PAVIMENTO URBANO

### 5.1.1. Criterios de diseño.

#### *5.1.1.1. Generalidades.*

La norma que se usa para el diseño de pavimentos urbanos es la que se encuentra en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010 Pavimentos Urbanos en la cual menciona:

> Se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías del Instituto del Asfalto, de la AASHTO-93 y de la PCA, comúnmente empleadas en el Perú, siempre que se utilice la última versión vigente en su país de origen y que, al criterio del PR, sea aplicable a la realidad nacional. El uso de cualquier otra metodología de diseño obliga a incluirla como anexo a la Memoria Descriptiva. Alternativamente se podrán emplear las metodologías sugeridas en los Anexos B, D y F de esta Norma. (RNE CE.010, 2010, p.30)

Los anexos mencionados previamente son:

- Anexo B: "Método sugerido para el diseño estructural de pavimentos asfalticos urbanos" (CE 010, 2010, p.48).
- Anexo D: "Método sugerido para el diseño estructural de pavimentos urbanos de concreto de cemento portland" (CE 010, 2010, p.55).
- Anexo F: "Método sugerido para el diseño estructural de pavimentos urbanos de adoquines intertrabados de concreto" (CE 010, 2010, p.70).

Se tomará en cuenta el Anexo B donde muestra la metodología donde señala que tomó de referencia la propuesta dada por el Instituto de Asfalto para Pavimentos Asfalticos, modificándola de forma que, se pueda transformar los espesores de concreto asfaltico a espesores de bases y subbases granulares, sin alterar el Numero Estructural (SN).

#### *5.1.1.2. Parámetros básicos.*

Los factores que afectan el diseño del pavimento urbano según la CE 010 son:



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

a) Tráfico vehicular

Esta norma toma en cuenta dos opciones respecto trafico: una es en función a soportar eventuales camiones tipo C2 del Reglamento Nacional de Vehículos y la otra opción es considerando vehículos con peso bruto mayor que C2 del Reglamento Nacional de vehículos.

b) Características de la subrasante

Clasifica a la subrasante como sigue:

| | Excelente | Bueno | Regular | Pobre |
|---|---|---|---|---|
| **Características** | No se ven afectados por la humedad. | Soportan cargas cuando están húmedos. | Moderadamente estables bajo condiciones adversas a humedad. | Blandos y plásticos cuando están húmedos. |
| **Tipo de suelo** | Arenas o gravas limpias y angulosas. | Arenas limpias, arenas con gravas y suelos libres de materiales plásticos. | Arenas eólicas y limos. | Suelos con arcillas y limos. |
| **Módulo Resiliente** | ≥ 170 MPa (25,000 psi) | 80 MPa (12,000 psi) < 'X' <170 MPa (25,000 psi) | 30 MPa (4,500 psi) < 'X' < 80 MPa (12,000 psi) | ≤ 30 MPa (4,500 psi) |
| **CBR** | ≥ 17% | 8%<CBR<17%. | 3%< CBR<8% | CBR ≤ 3%. |

*Tabla 53 Características de tipos de subrasante según CE 010*
*Fuente: Elaboración propia*

c) Propiedades de materiales para la estructura del pavimento

Los materiales de base y subbase tienen que cumplir con los limites especificados en la norma CE.010.

d) Medioambiente

La norma muestra grados de asfalto recomendados en función de variadas temperaturas, se muestra en la siguiente tabla:

| Condición de Temperatura | Grados de Asfalto |
|---|---|
| Frío, temperatura media anual del aire ≤ 7 ºC | PEN 120/150, 85/100 |
| Templado, temperatura media anual del aire entre 7 ºC y 24 ºC | PEN 85/100, 60/70 |
| Caliente, temperatura media anual del aire ≥ 24 ºC | PEN 60/70, 40/50 |

*Tabla 54 Grados de asfalto recomendados para diferentes temperaturas*
*Fuente: CE 010, 2010, p.49*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

**Sin embargo, como se mencionó en el capítulo de estudio de tráfico, el diseño se hará según las indicaciones del Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos del MTC (ver 5.2.)**

### 5.1.2. Sobrecarga tradicional.

Según la información brindada en el MTC Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos se tomaron datos y realizaron los siguientes cálculos, aplicando la ecuación N° 13.

| Variable | Símbolo | Und. | Valor |
|---|---|---|---|
| N° repeticiones de EE 8.2 ton | $W_{18}$ | | 4,804,311 |
| CBR Subrasante 0.1" al 95% M.P.U.S. | | % | 52.5 |
| Módulo de Resiliencia | $M_R$ | psi | 32,232.42 |
| Confiabilidad | R | % | 85 |
| Desviación Estándar Normal | Zr | - | -1.036 |
| Desviación Estándar Combinada | So | - | 0.45 |
| Índice de Serviciabilidad Presente | PSI | - | - |
| Serviciabilidad Inicial | Pi | - | 4 |
| Serviciabilidad Final o terminal | Pt | - | 2.5 |
| Variación de serviciabilidad | ▲PSI | - | 1.5 |
| SN | | | 2.49 |

*Tabla 55 Calculo del número estructural con una sobrecarga tradicional para pavimentos flexibles urbano*
*Fuente: Elaboración propia*

Con el número estructural se puede aplicar la ecuación N° 14 de la presente tesis, con esta fórmula se puede tener opciones de espesores:

| Superficial a1 | Base a2 | Subbase a3 | Base m2 | Subbase m3 | Superficial d1 (cm) | Base d2 (cm) | Subbase d3 (cm) | SN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.17 | 0.054 | 0.047 | 1 | 1 | 9 | 15 | 0 | 2.34 |
| | | | | | 8 | 25 | 0 | 2.71 |
| | | | | | 9 | 20 | 0 | 2.61 |
| | | | | | 8 | 15 | 10 | 2.64 |

*Tabla 56 Espesores del pavimento flexible urbano con sobrecarga tradicional*
*Fuente: Elaboración propia*

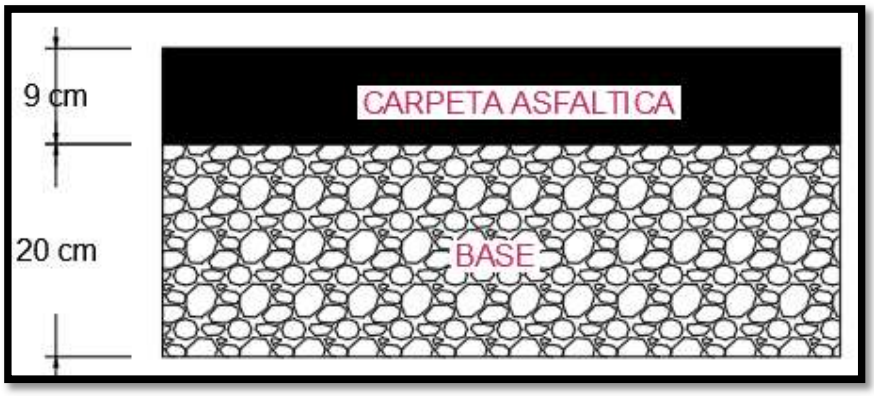
De la tabla anterior se elegirá la 3era. opción, donde la capa superficial tendrá un espesor de 9 cm y la capa base tendrá un espesor de 20 cm, sin embargo, este pavimento no tendrá capa subbase.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA




*Gráfica 22 Espesores de pavimento flexible urbano (tradicional)*
*Fuente: Elaboración propia*

Para determinar el peso de la carpeta asfáltica sobre la subrasante, se tomará en cuenta la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica compactada, tomando como referencia una presentación titulada "Diseño de Mezclas Asfálticas HMA Método Marshall", realizada por el Ing. Augusto García publicada en: https://es.slideshare.net/RibBrian/1000-diseo-de-mezclas-asfalticas-marshall, donde menciona que la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica es de 2.442 gf/cm³.

En caso del peso ejercido por la base y subbase sobre la subrasante, se tomará en cuenta el peso unitario seco obtenido en los ensayos de CBR.

Por lo tanto, según los espesores diseñados, las pesas de sobrecarga equivalente serán:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Área del molde CBR** | | 182.24 | cm² |
| **Capa superficial** | **Densidad mezcla asfáltica** | 2.44 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 90,000.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 219,780.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 4,005.27 | gf |
| **Base** | **Peso unitario seco** | 2.01 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 200,000.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 401,600.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 7,318.76 | gf |
| **Subbase** | **Peso unitario seco** | 1.97 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 0.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 0.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 0.00 | gf |
| **Peso total a aplicar** | | 11,324.03 | gf |
| **N° pesas de sobrecarga** | | 4 | |

*Tabla 57 Calculo de pesas de sobrecarga equivalente en pavimento urbano*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 5.1.3. Sobrecarga rediseñada.

Con las pesas de sobrecarga equivalente al espesor de pavimento urbano dieron los siguientes resultados:

| CBR con 4 pesas de sobrecarga | | | |
|---|---|---|---|
| **CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1"** | **%** | 56.3<br>59.5<br>62.3 | 59.4 |
| **CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.2"** | **%** | 72.5<br>73.8<br>73.5 | 73.3 |

*Tabla 58 Resultados del ensayo de CBR con 4 pesas de sobrecarga para pavimento flexible urbano*
*Fuente: Elaboración propia*

Con estos resultados se procede a calcular el nuevo número estructural (SN), así como también se calcula los nuevos espesores de las capas del pavimento:

| Variable | Símbolo | Und. | Valor |
|---|---|---|---|
| N° repeticiones de EE 8.2 ton | $W_{18}$ | | 4,804,311 |
| CBR Subrasante 0.1" al 95% M.P.U.S. | | % | 59.4 |
| Módulo de Resiliencia | $M_R$ | psi | 34,883.03 |
| Confiabilidad | R | % | 85 |
| Desviación Estándar Normal | Zr | - | -1.036 |
| Desviación Estándar Combinada | So | - | 0.45 |
| Índice de Serviciabilidad Presente | PSI | - | - |
| Serviciabilidad Inicial | Pi | - | 4 |
| Serviciabilidad Final o terminal | Pt | - | 2.5 |
| Variación de serviciabilidad | ▲PSI | - | 1.5 |
| SN | | | 2.41 |

*Tabla 59 Calculo del número estructural con una sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexibles urbano*
*Fuente: Elaboración propia*

| Superficial a1 | Base a2 | Subbase a3 | Base m2 | Subbase m3 | Superficial d1 (cm) | Base d2 (cm) | Subbase d3 (cm) | SN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.17 | 0.054 | 0.047 | 1 | 1 | 8 | 20 | 0 | 2.44 |

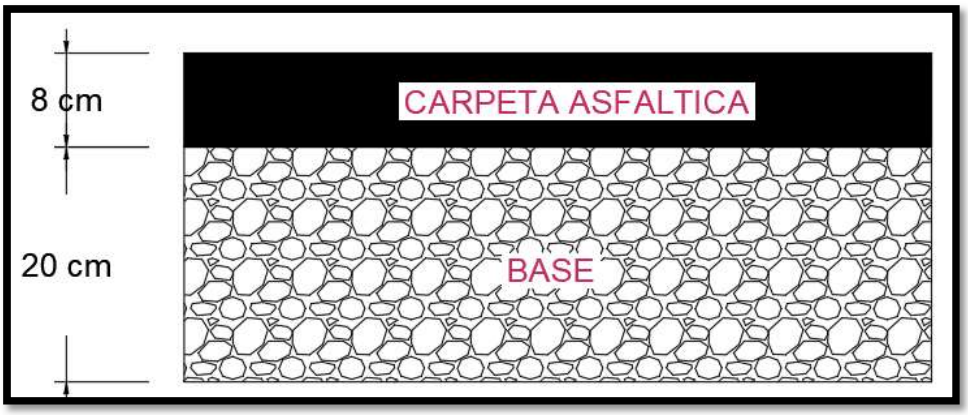
*Tabla 60 Espesores rediseñados con sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexible urbano*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 23 Espesores de pavimento flexible urbano (con adición de pesas de sobrecarga)*
*Fuente: Elaboración propia*

## 5.2. PAVIMENTO RURAL

### 5.2.1. Criterios de diseño.

#### *5.2.1.1. Generalidades.*

Para el diseño de pavimentos flexibles en zonas rurales (carreteras), se sigue según el MTC Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos donde menciona que se ha optado por procedimientos de uso actual en el país que son:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.
- Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño.

#### *5.2.1.2. Parámetros básicos de diseño.*

El diseño de pavimentos flexibles según esta norma está influenciado por:

a) Cargas de tráfico vehicular

Estas cargas impuestas al pavimento, expresadas en ESALs (Equivalente Simple Axial Loads) expresada en sus diferentes unidades como 18 kip o 80 kN o 8.2 t que, para esta investigación, así como para el manual serán llamadas Ejes Equivalentes (EE).

b) Características de la subrasante

Según el manual las características de la subrasante están definidas en seis categorías que se muestra en el siguiente cuadro, sin embargo, se considera una subrasante apta



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

aquella que es igual o mayor de 6%. En caso sea menor se procede a una estabilización de suelos propuestas en la norma.

| Categorías de Subrasante | CBR |
|---|---|
| $S_0$: Subrasante inadecuada | CBR < 3% |
| $S_1$: Subrasante insuficiente | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| $S_2$: Subrasante regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| $S_3$: Subrasante buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| $S_4$: Subrasante muy buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| $S_5$: Subrasante excelente | CBR ≥ 30% |

*Tabla 61 Categorías de Subrasante según el MTC*
*Fuente: MTC Suelos y Pavimentos, 2014, p.130*

c) Método Guía AASHTO 93 de diseño

El propósito de este método es poder hallar el Numero Estructural (SN) con el que puede hallar los espesores de las diferentes capas presentes en la estructura del pavimento para lo cual se tendrá en cuenta lo siguiente:

c.1) Periodo de diseño

Para pavimentos flexibles este periodo es variable, puede ser 20 años o 2 periodos de 10 años cada uno o solo 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito.

c.2) Ecuación básica para el diseño de la estructura de pavimento flexible

A partir de esta ecuación se halla en Numero Estructural (SN)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36\log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4+\frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32\log_{10}(M_R) - 8.07$$

*Ecuación 13 Ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible*
*Fuente: MTC Suelos y Pavimentos, 2014, p.131*

Donde:

- $W_{18}$ = Numero Acumulado de Ejes Equivalentes, corresponde al número de Ejes Equivalentes de 8.2 t.
- $M_R$ = Modulo de Resiliencia, es una medida de rigidez del suelo de la subrasante.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- $Z_R$ = Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal, representa el valor de la confiabilidad.
- $S_O$ = Desviación Estándar Combinada, toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción de tránsito.
- ΔPSI = Variación de Índice de Serviciabilidad Presente, es la comodidad de circulación ofrecida al usuario.
- SN = Numero Estructural Propuesto, representa el espesor total del pavimento

c.3) Número Estructural

Como se mencionó anteriormente, este valor representa el espesor total del pavimento y debe ser transformado a espesor efectivo con la siguiente ecuación, haciendo uso de coeficientes estructurales.

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

*Ecuación 14 Ecuación de Numero Estructural (SN) para hallar espesores de pavimento flexible*
*Fuente: MTC Suelos y Pavimentos, 2014, p.140*

Donde:

- $a_1, a_2, a_3$ = coeficientes estructurales de las capas; superficial, base y subbase, respectivamente (obtenidos de tablas del Manual de suelos y Pavimentos del MTC).
- $d_1, d_2, d_3$ = espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.
- $m_2, m_3$ = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

Sobre los coeficientes de drenaje, estos se determinan de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, el Manual de Suelos y Pavimentos del MTC presenta tablas para la obtención de este coeficiente y a la vez recomienda considerar este valor como 1, considerando que la calidad de drenaje para pavimento urbano y rural es buena tanto para base como para subbase.

El número estructural no tiene solo una solución, se debe realizar combinaciones de espesores y analizar cuál es la más óptima.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 5.2.2. Sobrecarga tradicional.

Con los parámetros establecidos en el MTC Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos se realizó el cálculo del Número Estructural, aplicando la ecuación 13.

| Variable | Símbolo | Und. | Valor |
|---|---|---|---|
| N° repeticiones de EE 8.2 ton | $W_{18}$ | | 38,001,010 |
| CBR Subrasante 0.1" al 95% M.P.U.S. | | % | 52.5 |
| Módulo de Resiliencia | $M_R$ | psi | 32,232.42 |
| Confiabilidad | R | % | 95 |
| Desviación Estándar Normal | Zr | - | -1.645 |
| Desviación Estándar Combinada | So | - | 0.45 |
| Índice de Serviciabilidad Presente | PSI | - | |
| Serviciabilidad Inicial | Pi | - | 4.2 |
| Serviciabilidad Final o terminal | Pt | - | 3 |
| Variación de serviciabilidad | ▲PSI | - | 1.2 |
| SN | | | 4.21 |

*Tabla 62 Calculo del número estructural con una sobrecarga tradicional para pavimentos flexibles rural*
*Fuente: Elaboración propia*

Con este número estructural se planteó 4 opciones de espesores de pavimento, aplicando la ecuación 14:

| Superficial a1 | Base a2 | Subbase a3 | Base m2 | Subbase m3 | Superficial d1 (cm) | Base d2 (cm) | Subbase d3 (cm) | SN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.17 | 0.054 | 0.047 | 1 | 1 | 13 | 25 | 15 | 4.27 |
| | | | | | 16 | 20 | 15 | 4.51 |
| | | | | | 16 | 15 | 15 | 4.24 |
| | | | | | 15 | 20 | 15 | 4.34 |

*Tabla 63 Espesores del pavimento flexible rural con sobrecarga tradicional*
*Fuente: Elaboración propia*

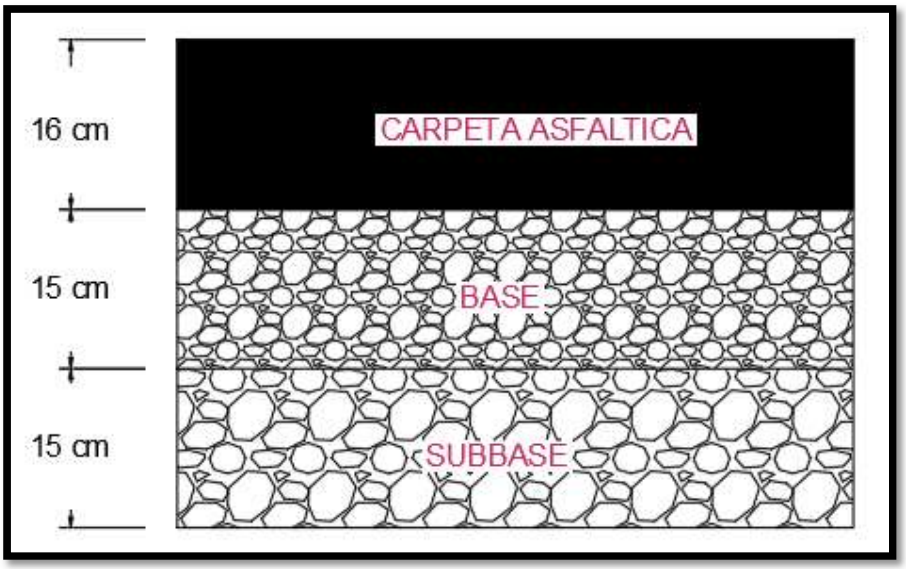
De las 4 opciones, se tomará en cuenta la 3era. opción, ya que cumple con los espesores mínimos requeridos según el Manual de Carreteras del MTC y también cumple con el número estructural (SN) requerido.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




*Gráfica 24 Espesores de pavimento flexible rural (tradicional)*
*Fuente: Elaboración propia*

Para determinar el peso de la carpeta asfáltica sobre la subrasante, se tomará en cuenta la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica compactada, tomando como referencia una presentación titulada "Diseño de Mezclas Asfálticas HMA Método Marshall", realizada por el Ing. Augusto García publicada en: https://es.slideshare.net/RibBrian/1000-diseo-de-mezclas-asfalticas-marshall, donde menciona que la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica es de 2.442 gf/cm³.

En caso del peso ejercido por la base y subbase sobre la subrasante, se tomará en cuenta el peso unitario seco obtenido en los ensayos de CBR.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Área del molde CBR** | | 182.24 | cm² |
| **Capa superficial** | **Densidad mezcla asfáltica** | 2.44 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 160,000.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 390,720.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 7,120.48 | gf |
| **Base** | **Peso unitario seco** | 2.01 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 150,000.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 301,000.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 5,485.42 | gf |
| **Subbase** | **Peso unitario seco** | 1.97 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 150,000.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 295,000.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 5,376.08 | gf |
| **Peso total a aplicar** | | 17,981.99 | gf |
| **N° pesas de sobrecarga** | | 7 | |

*Tabla 64 Calculo de pesas de sobrecarga equivalente en pavimento rural*
*Fuente: Elaboración propia*

### 5.2.3. Sobrecarga rediseñada.

Los resultados de CBR con las pesas de sobrecarga ensayada son los siguientes:

| **CBR con 7 pesas de sobrecarga** | | | |
|---|---|---|---|
| **CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1"** | **%** | 80.3<br>83.3<br>81.9 | 81.8 |
| **CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.2"** | **%** | 97.9<br>104.5<br>97.8 | 100.1 |

*Tabla 65 Resultados del ensayo de CBR con 8 pesas de sobrecarga para pavimento flexible rural*
*Fuente: Elaboración propia*

Con el nuevo valor de CBR, se procedió a volver a realizar el diseño, con lo cual primero se calculó el Número Estructural (SN) y posterior a ello, los nuevos grosores de pavimento flexible.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

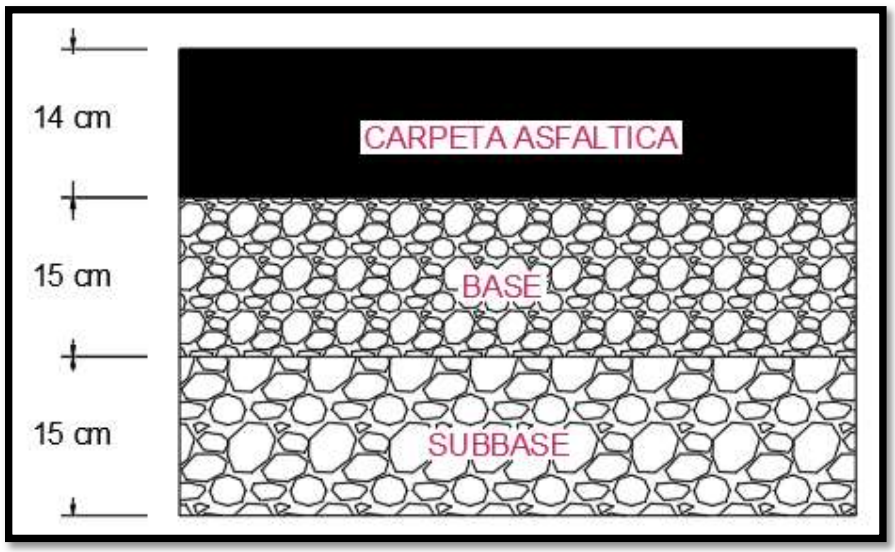
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Variable | Símbolo | Und. | Valor |
|---|---|---|---|
| N° repeticiones de EE 8.2 ton | $W_{18}$ | | 38,001,010 |
| CBR Subrasante 0.1" al 95% M.P.U.S. | | % | 81.8 |
| Módulo de Resiliencia | $M_R$ | psi | 42,810.77 |
| Confiabilidad | R | % | 95 |
| Desviación Estándar Normal | Zr | - | -1.645 |
| Desviación Estándar Combinada | So | - | 0.45 |
| Índice de Serviciabilidad Presente | PSI | - | |
| Serviciabilidad Inicial | Pi | - | 4.2 |
| Serviciabilidad Final o terminal | Pt | - | 3 |
| Variación de serviciabilidad | ▲PSI | - | 1.2 |
| SN | | | 3.73 |

*Tabla 66 Calculo del número estructural con una sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexibles rural*
*Fuente: Elaboración propia*

| Superficial a1 | Base a2 | Subbase a3 | Base m2 | Subbase m3 | Superficial d1 (cm) | Base d2 (cm) | Subbase d3 (cm) | SN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.17 | 0.054 | 0.047 | 1 | 1 | 14 | 15 | 15 | 3.90 |

*Tabla 67 Espesores rediseñados con sobrecarga equivalente a espesores de pavimentos flexible rural*
*Fuente: Elaboración propia*




*Gráfica 25 Espesores de pavimento flexible rural (con adición de pesas de sobrecarga)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 5.3. PAVIMENTO AEROPORTUARIO

### 5.3.1. Criterios de diseño.

#### *5.3.1.1. Generalidades.*

Para realizar el diseño de pavimentos aeroportuarios se usa el método de la Federal Aviation Administration (FAA) AC No 150/5320-6F, para ello es necesario hacer uso del programa FAARFIELD (versión 1.42), el cual es un software de la FAA que se emplea exclusivamente para el diseño de pavimentos aeroportuarios.

#### *5.3.1.2. Método de la FAA – AC 150/5320-6F "FAARFIELD"*

Su significado en inglés Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layer Design, el cual, como su nombre lo indica, es un método iterativo.

FAARFIELD para predecir la vida estructural considera dos tipos de falla. La primera es debido a la tensión máxima vertical de la parte superior de la subrasante que puede generar ahuellamiento y la segunda es debido a la tensión máxima horizontal de la parte inferior de la carpeta asfáltica, la cual puede generar agrietamiento en dicha capa.

FAARFIELD supone que los materiales usados en las capas del pavimento cumplen con los requisitos de la AC 150/5370-10H (Standard Specifications for Construction of Airports).

Para el estudio de tráfico, según la FAA solo se considera las salidas de las aeronaves ya que, en muchos casos las aeronaves llegan con menos peso a comparación de su despegue, debido al consumo del combustible.

Este programa está basado en el concepto del Factor de Daño Acumulado (CDF, Cumulative Damage Factor) en el cual suma el daño causado al pavimento por cada tipo de aeronave de un tráfico dado. Cuando el Factor de Daño Acumulado (CDF) suma el valor de uno (1), quiere decir que las condiciones de diseño son satisfactorias.

Según este método y a diferencia de los anteriores métodos, FAARFIELD no convierte todas las salidas equivalentes a solo un avión de diseño, sino que, de todo el mix de aeronaves es capaz de identificar aquellas aeronaves que causan mayor daño al pavimento. Según la FAA menciona que, si se tomaría una aeronave de diseño, generalmente daría un grosor excesivo.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El CDF representa la fatiga del pavimento y se puede definir con la siguiente ecuación:

$$CDF = \frac{numero\ de\ repeticiones\ de\ carga\ aplicada}{numero\ de\ repeticiones\ admisibles\ antes\ de\ fallar}$$

*Ecuación 15 Ecuación para hallar el Factor de Daño Acumulado*
*Fuente: AC 150/5320-6F, 2016, p.3-13*

El CDF se calcula por cada 25.4 cm (10 pulgadas) de ancho en un ancho total de 20.83 m (820 pulgadas).

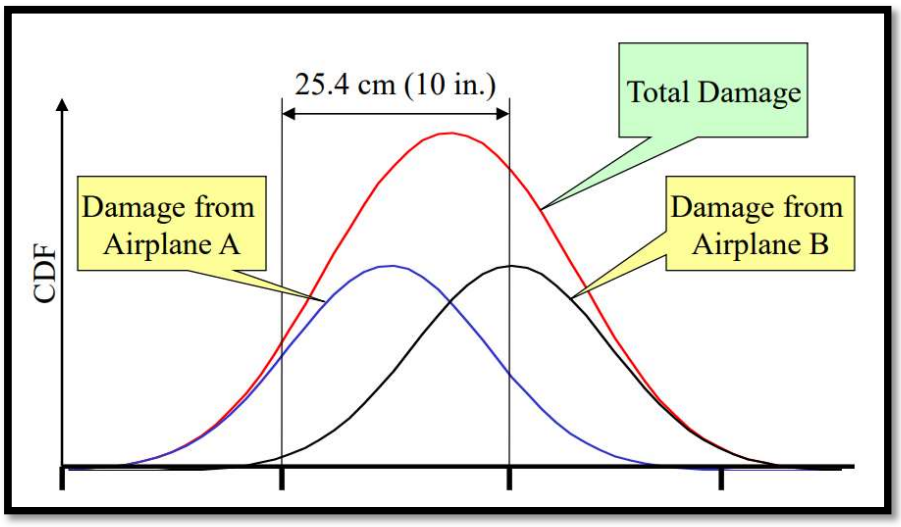



*Figura 61 Grafica de Factor de Daño Acumulado*
*Fuente: FAA. FAARFIELD 1.41. Updates to FAA Advisory Circular 150/5320-6. IX ALACPA Seminar on Airport Pavements Panama City. David R. Brill, P.E., PhD., 2016*

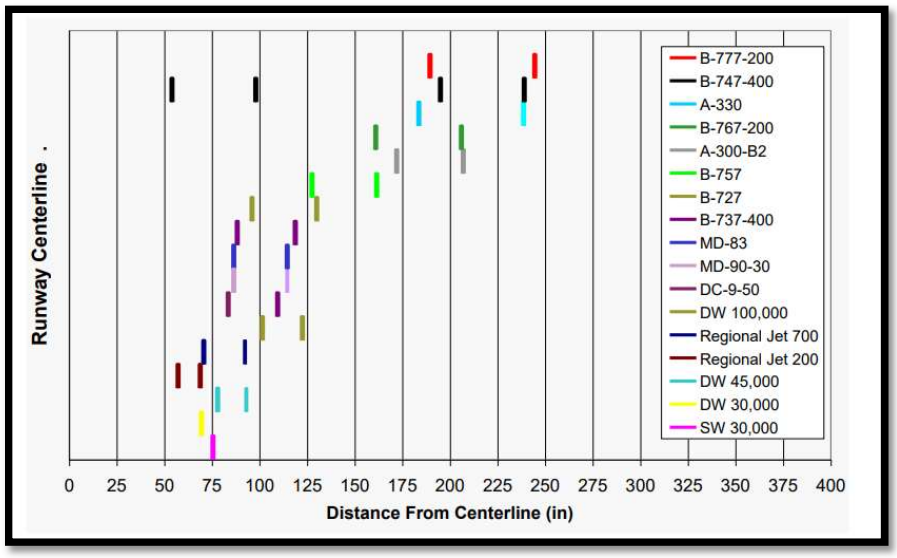



*Figura 62 Ubicaciones de trenes de aterrizaje de una mezcla de trafico de aviones*
*Fuente: FAA. FAARFIELD 1.41. Updates to FAA Advisory Circular 150/5320-6. IX ALACPA Seminar on Airport Pavements Panama City. David R. Brill, P.E., PhD., 2016*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

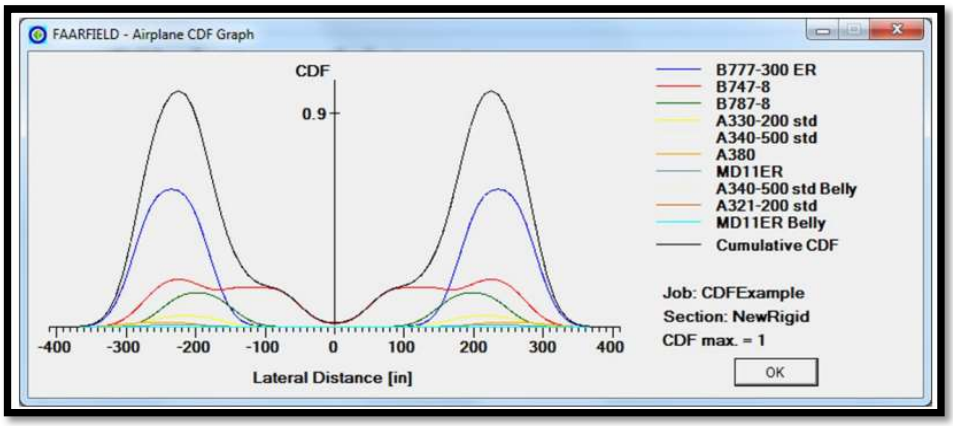



*Figura 63 Gráfica ejemplo de CDF*
*Fuente: FAA. FAARFIELD 1.41. Updates to FAA Advisory Circular 150/5320-6. IX ALACPA Seminar on Airport Pavements Panama City. David R. Brill, P.E., PhD., 2016*

El programa FAARFIELD puede ser descargado de la página web: https://www.faa.gov/airports/engineering/design_software/.

Los datos requeridos para el uso del programa FAARFIELD son:

- Clasificación de material usado en las capas.
- Resistencia (CBR) de la Subrasante.
- Estudio anual de tráfico de las aeronaves.
- Peso bruto de las aeronaves (el programa tiene una base de datos modificable predeterminada).
- Tasa de crecimiento anual.

### 5.3.2. Sobrecarga tradicional.

Para el diseño se hará uso del programa FAARFIELD; por lo tanto, como primer paso, se ingresará las aeronaves y el factor de crecimiento que en este caso será 2% como se mencionó anteriormente.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

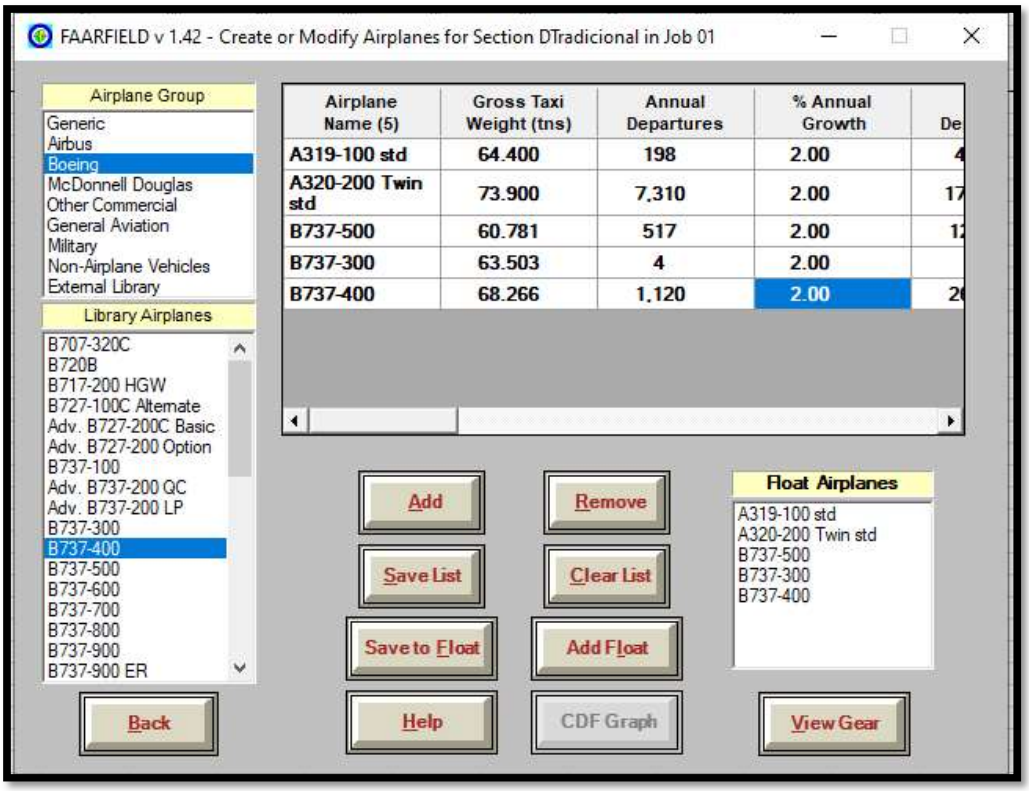



*Figura 64 Registro de Tráfico Aéreo en FAARFIELD – Pavimento flexible*
*Fuente: Software FAARFIELD 1.42*

Una vez ya ingresado en Tráfico Aéreo, se podrá diseñar la estructura del pavimento, como se mencionó anteriormente, es necesario que el factor de daño acumulado CDF llegue a 1. Así mismo, se ha considerado una vida estructural de diseño igual a 20 años (se tomó esta recomendación del manual AC 150/5320-6F de la FAA).

Sobre las capas a considerar en el pavimento, el manual recomienda que al tener un tráfico aéreo con cargas mayores a 100,000 lbs (45,360 kg) debe considerarse desde la parte superior a la inferior: carpeta asfáltica, base estabilizada, base y subbase. Sin embargo, las capas consideradas en este diseño de pavimento serán base y carpeta asfáltica sobre la subrasante, no se tomará en cuenta la base estabilizada debido a que el manual menciona que cuando el valor de CBR para base es 100% o mayor, entonces se puede reemplazar la capa de base estabilizada por una de base (P-209). Así como tampoco se considerará la capa subbase, ya que, al considerarse esta capa, el factor de daño acumulado no alcanza el valor de 1.

Se considerará para el diseño un CBR de 22.9% a 0.1” de deformación al 95% de la Máxima Peso Unitario Seco.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

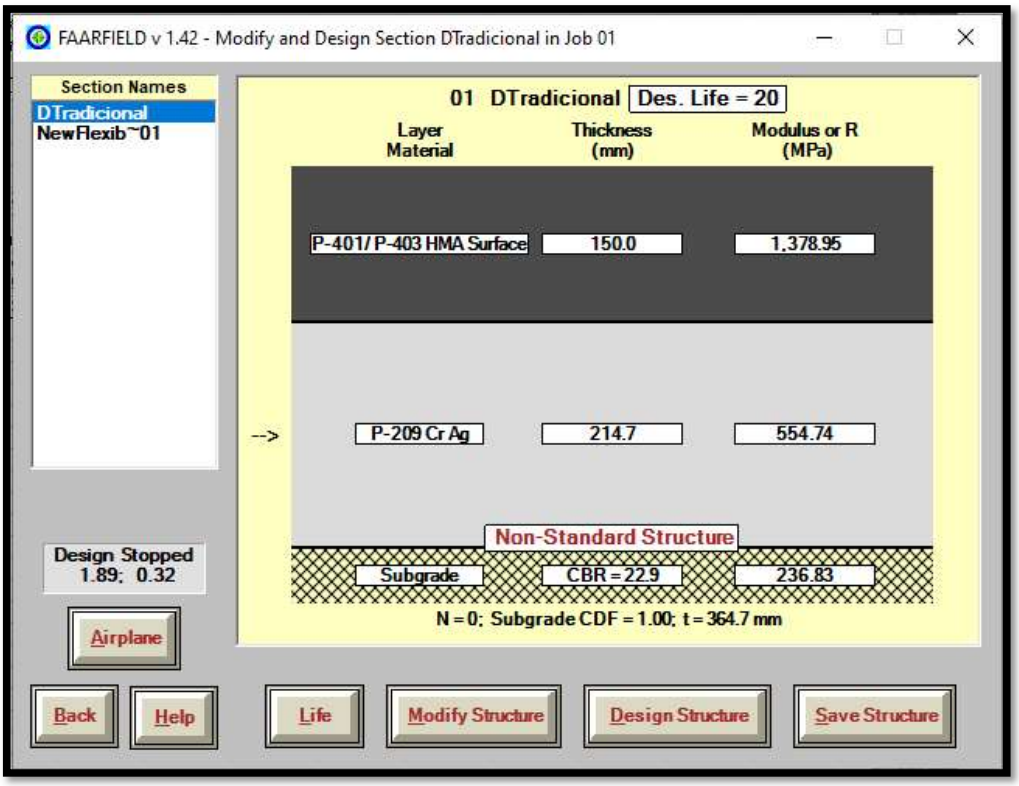



*Figura 65 Ingreso de datos requeridos para el diseño tradicional*
*Fuente: Software FAARFIELD 1.42*

Se hizo hincapié sobre las capas a usarse ya que al momento de diseñar la estructura en el programa FAARFIELD aparecerá un mensaje de "Non Standard Structure" como se observa en la anterior imagen.

En la siguiente figura se muestra como contribuyen las aeronaves al valor de CDF.

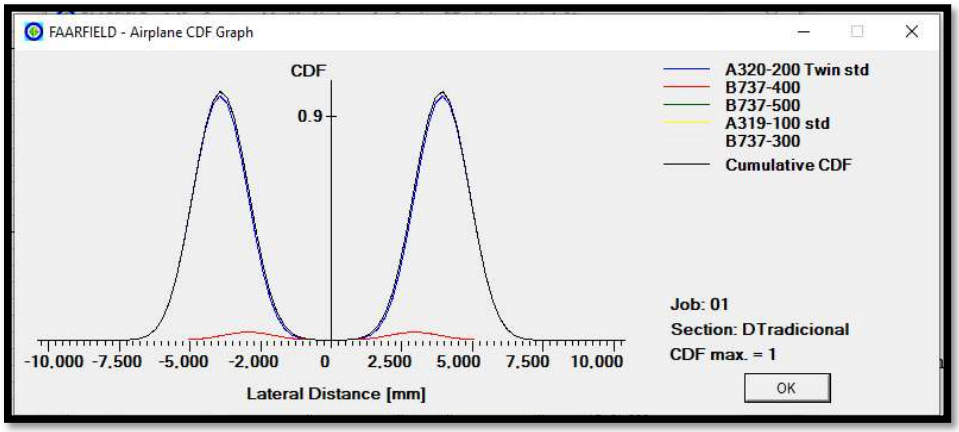



*Figura 66 Contribución en CDF de aeronaves en el diseño tradicional de pavimento flexible aeroportuario*
*Fuente: Software FAARFIELD 1.42*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces la sección de pavimento aeroportuaria será:

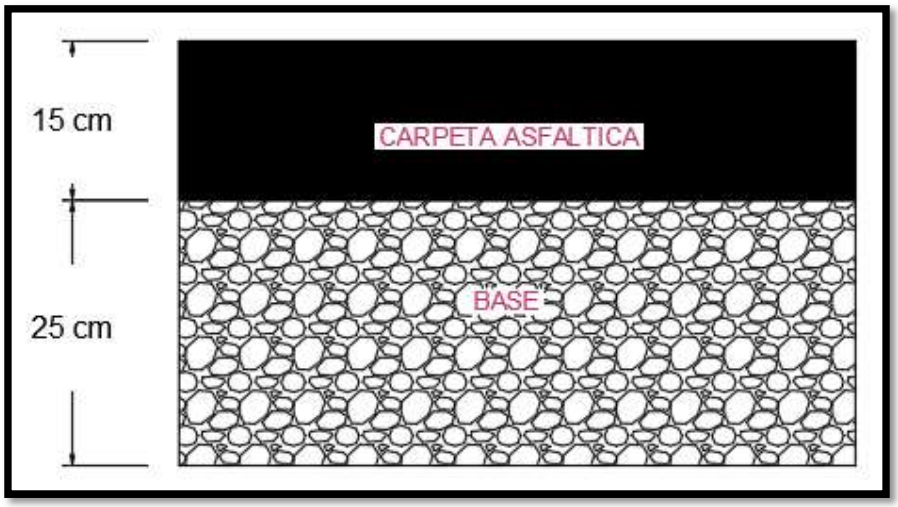



*Figura 67 Espesores de pavimento flexible aeroportuario (tradicional)*
*Fuente: Elaboración propia*

Para determinar el peso de la carpeta asfáltica sobre la subrasante, se tomará en cuenta la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica compactada, tomando como referencia una presentación titulada "Diseño de Mezclas Asfálticas HMA Método Marshall", realizada por el Ing. Augusto García publicada en: https://es.slideshare.net/RibBrian/1000-diseo-de-mezclas-asfalticas-marshall, donde menciona que la gravedad especifica bulk de la mezcla asfáltica es de 2.442 gf/cm³.

En caso del peso ejercido por la base y subbase sobre la subrasante, se tomará en cuenta el peso unitario seco obtenido en los ensayos de CBR.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por lo tanto, el equivalente en pesas de sobrecarga para estos espesores de pavimentos será:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Área del molde CBR** | | 182.24 | cm² |
| **Capa superficial** | **Densidad mezcla asfáltica** | 2.44 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 150,000.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 366,300.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 6,675.45 | gf |
| **Base** | **Peso unitario seco** | 2.01 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 250,000.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 501,666.67 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 9,142.37 | gf |
| **Subbase** | **Peso unitario seco** | 1.97 | gf/cm³ |
| | **Volumen en 1m²** | 0.00 | cm³ |
| | **Peso en 1m²** | 0.00 | gf |
| | **Peso a aplicar en molde CBR** | 0.00 | gf |
| **Peso total a aplicar** | | 15,817.82 | gf |
| **N° pesas de sobrecarga** | | 7 | |

*Tabla 68 Calculo de pesas de sobrecarga equivalente en pavimento aeroportuario*
*Fuente: Elaboración propia*

### 5.3.3. Sobrecarga rediseñada.

El nuevo valor de CBR para este caso será:

| **CBR con 7 pesas de sobrecarga** | | | |
|---|---|---|---|
| **CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1"** | **%** | 29.3<br>38.4<br>35.3 | 34.3 |
| **CBR referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.2"** | **%** | 35.6<br>49.5<br>48.4 | 44.5 |

*Tabla 69 Resultados del ensayo de CBR con 7 pesas de sobrecarga para pavimento flexible aeroportuario*
*Fuente: Elaboración propia*

Según la tabla anterior el nuevo valor de CBR es 34.3%; sin embargo, el programa FAARFIELD tiene como límite máximo el valor de 33.3%. Por lo tanto, tomaremos en cuenta este límite máximo para diseñar.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De manera que, el nuevo diseño será el siguiente:

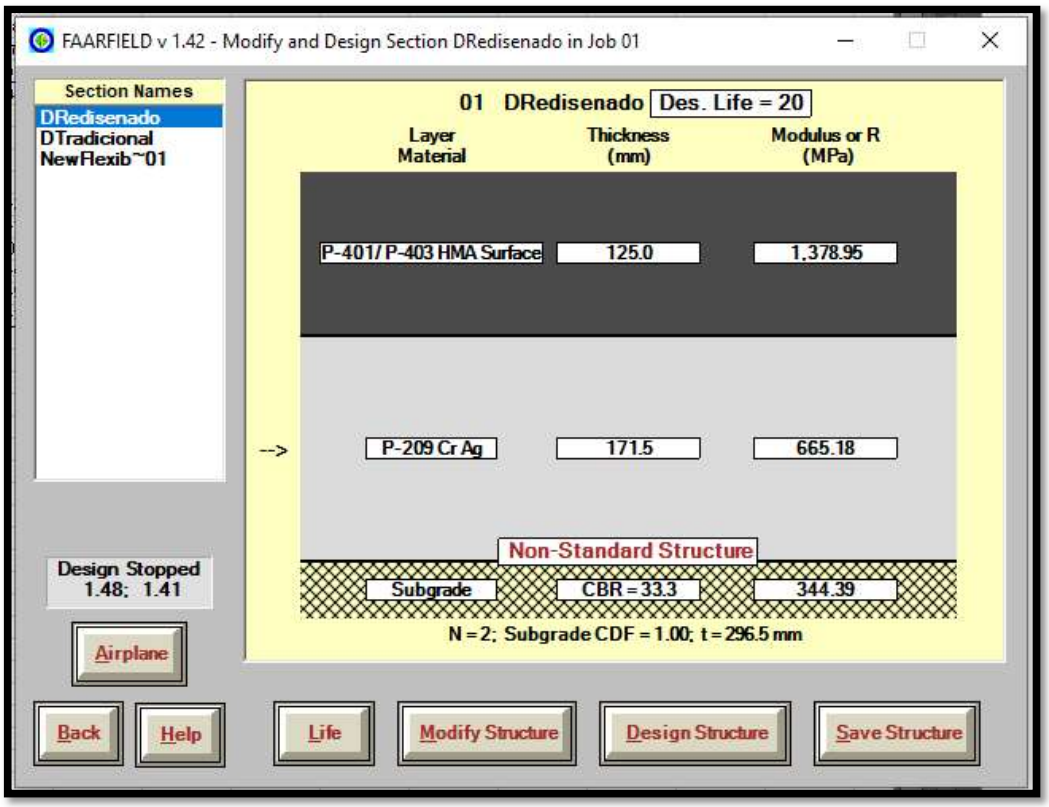



*Figura 68 Ingreso de datos requeridos para el rediseño de espesores de pavimento flexible aeroportuario*
*Fuente: Software FAARFIELD 1.42*

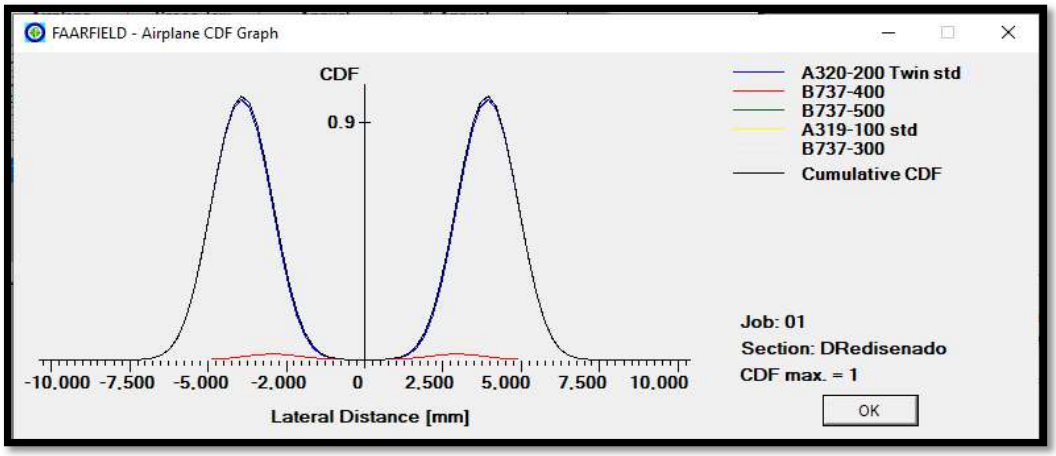



*Figura 69 Contribución en CDF de aeronaves en el rediseño de pavimento flexible aeroportuario*
*Fuente: Software FAARFIELD 1.42*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces la sección de pavimento aeroportuario será:

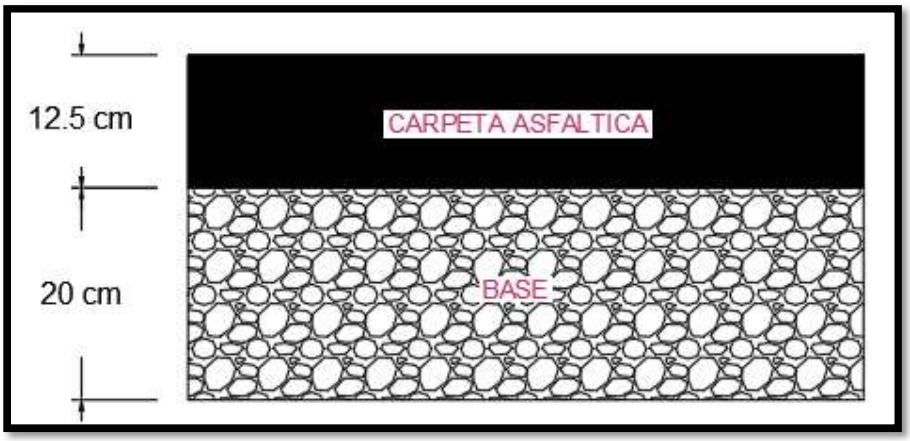



*Figura 70 Espesores de pavimento flexible aeroportuario (con adición de pesas de sobrecarga)*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

# CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

Respecto al jornal de los costos unitarios de la Mano de Obra se utilizará la tabla de Salarios y Beneficios Sociales (con período de vigencia del 01.06.2019 al 31.05.2020), el cual fue suscrito por la Cámara Peruana de la Construcción y la Federación de Trabajadores de Construcción Civil del Perú.

**TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES**
**Expediente Nº 173-2019-MTPE/2/14-NC**
**(Del 01.06.2019 al 31.05.2020)**

| OPERARIO | | | | | | Indemnizac. | | vacaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jornal | 70.30 | * | 6 | días | 421.80 | diario | 10.55 | 7.03 |
| Jornal Dominical | 11.72 | * | 6 | días | 70.30 | semanal | 63.27 | 42.18 |
| BUC 32 % | 22.50 | * | 6 | días | 134.98 | | | |
| Bonif. Por Movilidad | 8.00 | * | 6 | días | 48.00 | | | |
| | | | | | --------- | Fiest. Patri. | | Fiest. Navid. |
| Total Salarios | | | | | 675.08 | diario | 13.39 | 18.75 |
| Descuento ONP 13% | | | | | 81.52 | mensual | 401.71 | 562.40 |
| Descuento CONAF. 2% | | | | | 9.84 | Total | 2812.00 | 2812.00 |
| Pago Neto Semanal | | | | | 583.71 | Ley Nº 30334, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. | | |
| | | | | | | El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador | | |
| OFICIAL | | | | | | Indemnizac. | | vacaciones |
| Jornal | 55.40 | * | 6 | días | 332.40 | diario | 8.31 | 5.54 |
| Jornal Dominical | 9.23 | * | 6 | días | 55.40 | semanal | 49.86 | 33.24 |
| BUC 30 % | 16.62 | * | 6 | días | 99.72 | | | |
| Bonif. Por Movilidad | 8.00 | * | 6 | días | 48.00 | | | |
| | | | | | --------- | Fiest. Patri. | | Fiest. Navid. |
| Total Salarios | | | | | 535.52 | diario | 10.55 | 14.77 |
| Descuento ONP 13% | | | | | 63.38 | mensual | 316.57 | 443.20 |
| Descuento CONAF. 2% | | | | | 7.76 | Total | 2216.00 | 2216.00 |
| Pago Neto Semanal | | | | | 464.39 | Ley Nº 30334, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. | | |
| | | | | | | El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador | | |
| PEON | | | | | | Indemnizac. | | vacaciones |
| Jornal | 49.70 | * | 6 | días | 298.20 | diario | 7.46 | 4.97 |
| Jornal Dominical | 8.28 | * | 6 | días | 49.70 | semanal | 44.73 | 29.82 |
| BUC 30 % | 14.91 | * | 6 | días | 89.46 | | | |
| Bonif. Por Movilidad | 8.00 | * | 6 | días | 48.00 | | | |
| | | | | | --------- | Fiest. Patri. | | Fiest. Navid. |
| Total Salarios | | | | | 485.36 | diario | 9.47 | 13.25 |
| Descuento ONP 13% | | | | | 56.86 | mensual | 284.00 | 397.60 |
| Descuento CONAF. 2% | | | | | 6.96 | Total | 1988.00 | 1988.00 |
| Pago Neto Semanal | | | | | 421.55 | Ley Nº 30334, Exonera a las gratif. del Descuento del SNP o SPP. | | |
| | | | | | | El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador | | |

| Asignación Escolar por un hijo | | | HORAS EXTRAS | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | diario | mensual | Simples | 60% | 100% | Indemn.H.S.*15% |
| OPERARIO | 5.86 | 175.75 | 8.79 | 14.06 | 17.58 | 1.32 |
| OFICIAL | 4.62 | 138.50 | 6.93 | 11.08 | 13.85 | 1.04 |
| PEON | 4.14 | 124.25 | 6.21 | 9.94 | 12.43 | 0.93 |

*Tabla 70 Tabla de Salarios y Beneficios Sociales*
*Fuente: Federación de trabajadores de construcción civil del Perú. Recuperado de:*
*https://www.ftccperu.com/index.php/biblioteca/category/6-tabla-salarial*

Por otro lado, los precios de los materiales y equipos para la construcción, se tomó de referencia proyectos realizados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 6.1. PAVIMENTO URBANO

Para este tipo de pavimento, la vía será de 2 sentidos, con 2 carriles cada uno, por lo tanto, se consideró un ancho de vía de 3.30 m por cada carril, siendo un total de 13.20 m. El cálculo se realizó por metro cuadrado de pavimento.

### 6.1.1. Metrados.

| METRADO DE PISTA PAVIMENTO URBANO TRADICIONAL | | | |
|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Descripción** | **Und.** | **Metrado** |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.20 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.09 |

*Tabla 71 Metrado de pavimento urbano con espesores tradicionales*
*Fuente: Elaboración propia*

| METRADO DE PISTA PAVIMENTO URBANO REDISEÑADO | | | |
|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Descripción** | **Und.** | **Metrado** |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.20 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.08 |

*Tabla 72 Metrado de pavimento urbano con espesores rediseñados*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

### 6.1.2. Presupuesto.

| PRESUPUESTO PISTA PAVIMENTO URBANO TRADICIONAL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063-MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | | | | |
| Subpresupuesto | 001-PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | |
| Cliente | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA | | | | |
| Lugar | AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA | | | Costo al | 05/11/2019 |
| ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | **11.20** |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 | 5.04 | 2.52 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 | 2.28 | 1.37 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 | 6.12 | 3.67 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 | 3.65 | 3.65 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | | | **119.08** |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.20 | 70.68 | 14.14 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTCIA** | | | | **104.95** |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 | 3.26 | 3.26 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.09 | 1,129.91 | 101.69 |
| | COSTO DIRECTO | | | | **130.28** |
| | SON : CIENTO TREINTA CON 28/100 SOLES | | | | |

*Tabla 73 Presupuesto de pavimento urbano con espesores tradicionales*
*Fuente: Elaboración propia*

| PRESUPUESTO PISTA PAVIMENTO URBANO REDISEÑADO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063-MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | | | | |
| Subpresupuesto | 001-PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | |
| Cliente | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA | | | | |
| Lugar | AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA | | | Costo al | 05/11/2019 |
| ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | **11.20** |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 | 5.04 | 2.52 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 | 2.28 | 1.37 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 | 6.12 | 3.67 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 | 3.65 | 3.65 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | | | **107.78** |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.20 | 70.68 | 14.14 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTCIA** | | | | **93.65** |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 | 3.26 | 3.26 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.08 | 1,129.91 | 90.39 |
| | COSTO DIRECTO | | | | **118.99** |
| | SON : CIENTO DIECIOCHO CON 99/100 SOLES | | | | |

*Tabla 74 Presupuesto de pavimento urbano con espesores rediseñados*
*Fuente: Elaboración propia*

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 6.2. PAVIMENTO RURAL

Para este tipo de pavimento, la vía será de 2 sentidos, con 1 carril cada uno. El cálculo se realizó por metro cuadrado de pavimento.

### 6.2.1. Metrados.

| METRADO DE PISTA PAVIMENTO RURAL TRADICIONAL | | | |
|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Descripción** | **Und.** | **Metrado** |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | |
| 02.01 | SUBBASE GRANULAR | m³ | 0.15 |
| 02.02 | BASE GRANULAR | m³ | 0.15 |
| 02.03 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | |
| 02.03.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 |
| 02.03.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.16 |

*Tabla 75 Metrado de Pavimento rural con espesores tradicionales*
*Fuente: Elaboración propia*

| METRADO DE PISTA PAVIMENTO RURAL REDISEÑADO | | | |
|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Descripción** | **Und.** | **Metrado** |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | |
| 02.01 | SUBBASE GRANULAR | m³ | 0.15 |
| 02.02 | BASE GRANULAR | m³ | 0.15 |
| 02.03 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | |
| 02.03.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 |
| 02.03.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.14 |

*Tabla 76 Metrado de Pavimento rural con espesores rediseñados*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

### 6.2.2. Presupuestos.

| PRESUPUESTO PISTA PAVIMENTO RURAL TRADICIONAL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063-MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | | | | |
| Subpresupuesto | 001-PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | |
| Cliente | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA | | | | |
| Lugar | AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA | | | Costo al | 05/11/2019 |
| ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | **11.20** |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 | 5.04 | 2.52 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 | 2.28 | 1.37 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 | 6.12 | 3.67 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 | 3.65 | 3.65 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | | | **203.18** |
| 02.01 | SUBBASE GRANULAR | m³ | 0.15 | 56.90 | 8.53 |
| 02.02 | BASE GRANULAR | m³ | 0.15 | 70.68 | 10.60 |
| 02.03 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | | | **184.04** |
| 02.03.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 | 3.26 | 3.26 |
| 02.03.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.16 | 1,129.91 | 180.79 |
| | COSTO DIRECTO | | | | **214.38** |
| | SON : DOSCIENTOS CATORCE CON 38/100 SOLES | | | | |

*Tabla 77 Presupuesto de pavimento rural con espesores tradicionales*
*Fuente: Elaboración propia*

| PRESUPUESTO PISTA PAVIMENTO RURAL REDISEÑADO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063-MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | | | | |
| Subpresupuesto | 001-PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | |
| Cliente | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA | | | | |
| Lugar | AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA | | | Costo al | 05/11/2019 |
| ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | **11.20** |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 | 5.04 | 2.52 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 | 2.28 | 1.37 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 | 6.12 | 3.67 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 | 3.65 | 3.65 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | | | **180.58** |
| 02.01 | SUBBASE GRANULAR | m³ | 0.15 | 56.90 | 8.53 |
| 02.02 | BASE GRANULAR | m³ | 0.15 | 70.68 | 10.60 |
| 02.03 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | | | **161.44** |
| 02.03.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 | 3.26 | 3.26 |
| 02.03.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.14 | 1,129.91 | 158.19 |
| | COSTO DIRECTO | | | | **191.78** |
| | SON : CIENTO NOVENTA Y UNO CON 78/100 SOLES | | | | |

*Tabla 78 Presupuesto de pavimento rural con espesores rediseñados*
*Fuente: Elaboración propia*

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 6.3. PAVIMENTO AEROPORTUARIO.

Para este tipo de pavimento, el cálculo se realizó por metro cuadrado de pavimento.

### 6.3.1. Metrados.

| METRADO DE PISTA PAVIMENTO AEROPORTUARIO TRADICIONAL | | | |
|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Descripción** | **Und.** | **Metrado** |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 |
| 01.02 | CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.25 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.15 |

*Tabla 79 Metrado de pavimento aeroportuario con espesores tradicionales*
*Fuente: Elaboración propia*

| METRADO DE PISTA PAVIMENTO AEROPORTUARIO REDISEÑADO | | | |
|---|---|---|---|
| **Ítem** | **Descripción** | **Und.** | **Metrado** |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.20 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.13 |

*Tabla 80 Metrado de pavimento aeroportuario con espesores rediseñados*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

### 6.3.2. Presupuesto.

| PRESUPUESTO PISTA PAVIMENTO AEROPORTUARIO TRADICIONAL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063-MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | | | | |
| Subpresupuesto | 001-PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | |
| Cliente | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA | | | | |
| Lugar | AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA | | | Costo al | 05/11/2019 |
| ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | **11.36** |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 | 5.04 | 2.52 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 | 2.28 | 1.37 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 | 6.12 | 3.67 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 | 3.80 | 3.80 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | | | **190.41** |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.25 | 70.68 | 17.67 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | | | **172.74** |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 | 3.26 | 3.26 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.15 | 1,129.91 | 169.49 |
| | COSTO DIRECTO | | | | **201.77** |
| | SON : DOSCIENTOS UNO CON 77/100 SOLES | | | | |

*Tabla 81 Presupuesto de pavimento aeroportuario con espesores tradicionales*
*Fuente: Elaboración propia*

| PRESUPUESTO PISTA PAVIMENTO AEROPORTUARIO REDISEÑADO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063-MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | | | | |
| Subpresupuesto | 001-PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | |
| Cliente | UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA | | | | |
| Lugar | AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA | | | Costo al | 05/11/2019 |
| ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
| 01 | **MOVIMIENTO DE TIERRAS** | | | | **11.36** |
| 01.01 | EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE | m³ | 0.50 | 5.04 | 2.52 |
| 01.02 | CARGUÍO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN | m³ | 0.60 | 2.28 | 1.37 |
| 01.03 | ELIMINACIÓN DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN (DM= 5 km) | m³ | 0.60 | 6.12 | 3.67 |
| 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE | m² | 1.00 | 3.80 | 3.80 |
| 02 | **PAVIMENTO** | | | | **158.63** |
| 02.01 | BASE GRANULAR | m³ | 0.20 | 70.68 | 14.14 |
| 02.02 | **CARPETA ASFÁLTICA** | | | | **144.50** |
| 02.02.01 | IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA | m² | 1.00 | 3.26 | 3.26 |
| 02.02.02 | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE | m³ | 0.13 | 1,129.91 | 141.24 |
| | COSTO DIRECTO | | | | **169.99** |
| | SON : CIENTO SESENTA Y NUEVE CON 99/100 SOLES | | | | |

*Tabla 82 Presupuesto de pavimento aeroportuario con espesores rediseñados*
*Fuente: Elaboración propia*

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 6.4. BENEFICIO ECONÓMICO

### 6.4.1. Pavimento urbano.

Según el presupuesto de costo directo hallado se tiene por metro cuadrado:

- Presupuesto pavimento con espesores tradicionales: 130.28 soles//m²
- Presupuesto pavimento con espesores rediseñados: 118.99 soles/m²

La diferencia entre estos dos presupuestos es de: 11.30 soles/m², lo cual representa un ahorro de 8.7% del presupuesto base.

### 6.4.2. Pavimento rural.

Según el presupuesto de costo directo hallado se tiene por metro cuadrado:

- Presupuesto pavimento con espesores tradicionales: 214.38 soles//m²
- Presupuesto pavimento con espesores rediseñados: 191.78 soles/m²

La diferencia entre estos dos presupuestos es de: 22.60 soles/m², lo cual representa un ahorro de 10.5% del presupuesto base.

### 6.4.3. Pavimento aeroportuario.

Según el presupuesto de costo directo hallado se tiene por metro cuadrado:

- Presupuesto pavimento con espesores tradicionales: 201.77 soles//m²
- Presupuesto pavimento con espesores rediseñados: 169.99 soles/m²

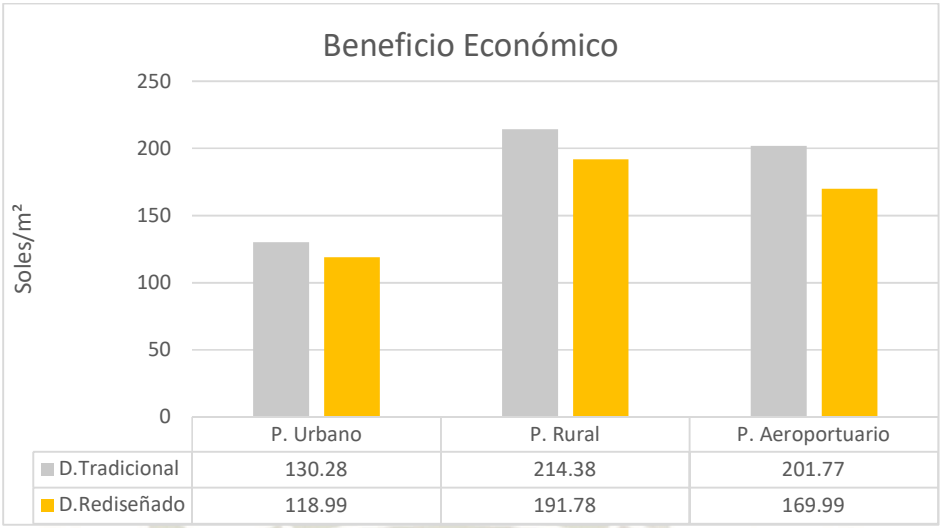
La diferencia entre estos dos presupuestos es de: 31.78 soles/m², lo cual representa un ahorro de 15.8% del presupuesto base.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




| | P. Urbano | P. Rural | P. Aeroportuario |
|---|---|---|---|
| D.Tradicional | 130.28 | 214.38 | 201.77 |
| D.Rediseñado | 118.99 | 191.78 | 169.99 |

*Gráfica 26 Beneficio Económico de pista de pavimentos*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

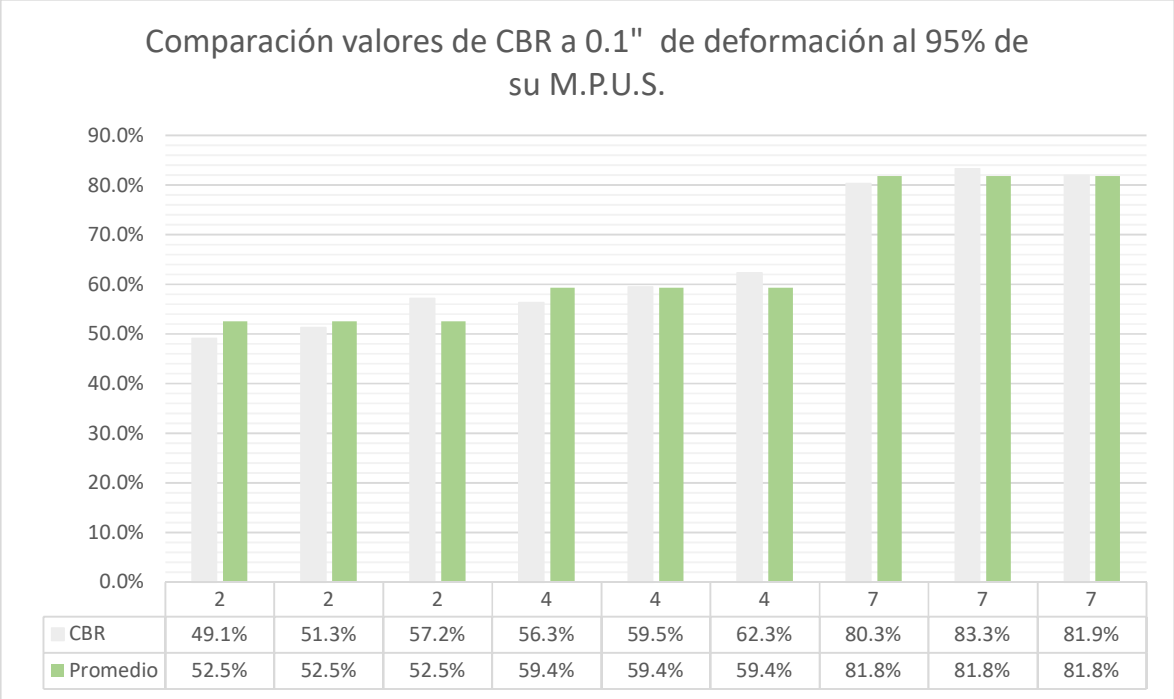
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

# CAPÍTULO 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

## 7.1. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE VALOR DE CBR

### 7.1.1. Pavimentos urbano y rural.




| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 |
| CBR | 49.1% | 51.3% | 57.2% | 56.3% | 59.5% | 62.3% | 80.3% | 83.3% | 81.9% |
| Promedio | 52.5% | 52.5% | 52.5% | 59.4% | 59.4% | 59.4% | 81.8% | 81.8% | 81.8% |

*Gráfica 27 Comparación entre valores de CBR a 0.1" de deformación al 95% de su MPUS y con adición de 4 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*

Como se observa en la anterior gráfica, el incremento es notorio cuando se agregan las pesas de sobrecarga. Si bien al añadir dos pesas más a parte de las tradicionales el cambio no es tan notorio, si lo es al añadir 4 pesas de más.

La diferencia que existe entre las pesas es:

- Entre 2 y 4 pesas de sobrecarga: CBR 6.8%
- Entre 4 y 7 pesas de sobrecarga: CBR 22.5%
- Entre 2 y 7 pesas de sobrecarga: CBR 29.3%

El incremento del valor de CBR entre 2 y 4 pesas de sobrecarga representa el 13.0%, y el incremento entre 2 y 7 pesas de sobrecarga es de 55.8%; estos valores son sobre el valor obtenido al ensayar con 2 pesas de sobrecarga.

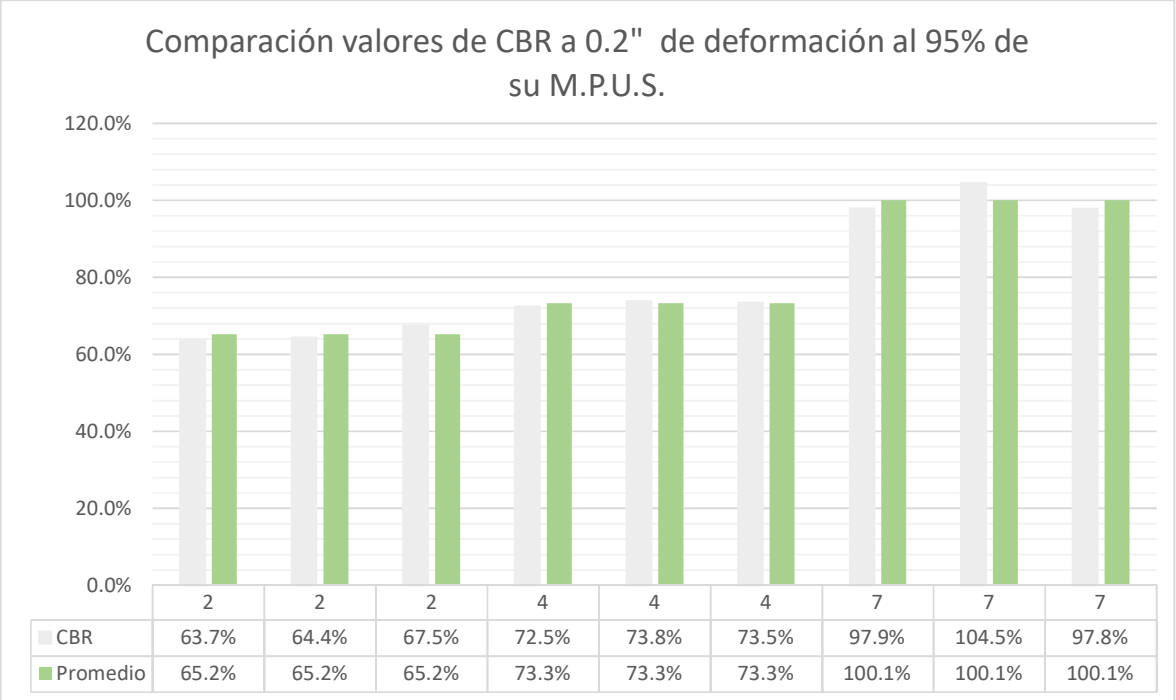


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el siguiente grafico se observa los valores de CBR a 0.2" de deformación al 95% de su MPUS, también existe un incremento, sin embargo, no se utilizan estos valores, ya que, según el manual de MTC se debe usar a 0.1" de deformación al 95% de su MPUS.




| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 |
| CBR | 63.7% | 64.4% | 67.5% | 72.5% | 73.8% | 73.5% | 97.9% | 104.5% | 97.8% |
| Promedio | 65.2% | 65.2% | 65.2% | 73.3% | 73.3% | 73.3% | 100.1% | 100.1% | 100.1% |

*Gráfica 28 Comparación entre valores de CBR a 0.2" de deformación al 955 de su MPUS y con adición de 4 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*

De estas ultima grafica la diferencia que existe entre las pesas es:

- Entre 2 y 4 pesas de sobrecarga: CBR 8.1%
- Entre 4 y 7 pesas de sobrecarga: CBR 26.8%
- Entre 2 y 7 pesas de sobrecarga: CBR 34.9%

De la misma manera al analizar el incremento del valor de CBR entre 2 y 4 pesas de sobrecarga representa el 12.4%, y el incremento entre 2 y 7 pesas de sobrecarga es de 53.5% sobre el valor obtenido al ensayar con 2 pesas de sobrecarga.



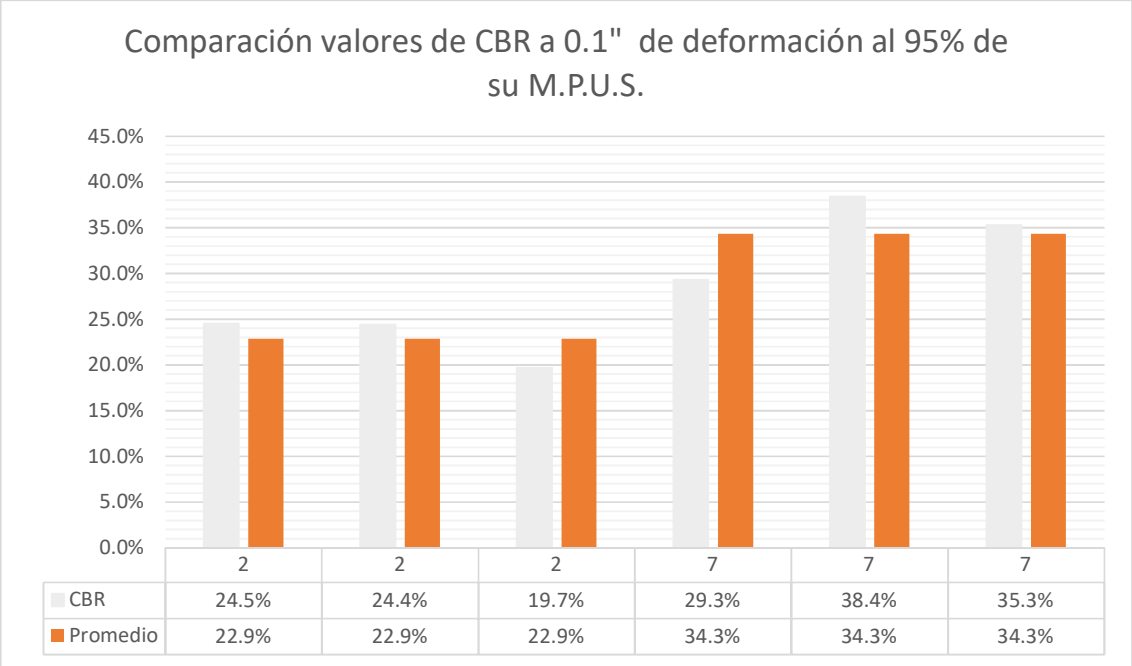
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 7.1.2. Pavimento aeroportuario.

Es necesario hacer un análisis diferente en el caso de pavimento aeroportuario, ya que el material de subrasante para este diseño tiene otras propiedades.




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 2 | 2 | 7 | 7 | 7 |
| CBR | 24.5% | 24.4% | 19.7% | 29.3% | 38.4% | 35.3% |
| Promedio | 22.9% | 22.9% | 22.9% | 34.3% | 34.3% | 34.3% |

*Gráfica 29 Comparación entre valores de CBR a 0.1" de deformación al 95% de su MPUS y con adición de 6 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*

De esta última gráfica, al ser una diferencia de pesas de sobrecarga de 5, la variación no es tan notoria como en la anterior muestra. En esta grafica la diferencia es de: CBR 11.5% y esto representa un incremento en el valor de CBR de 50.1% sobre el valor obtenido al ensayar con 2 pesas de sobrecarga.

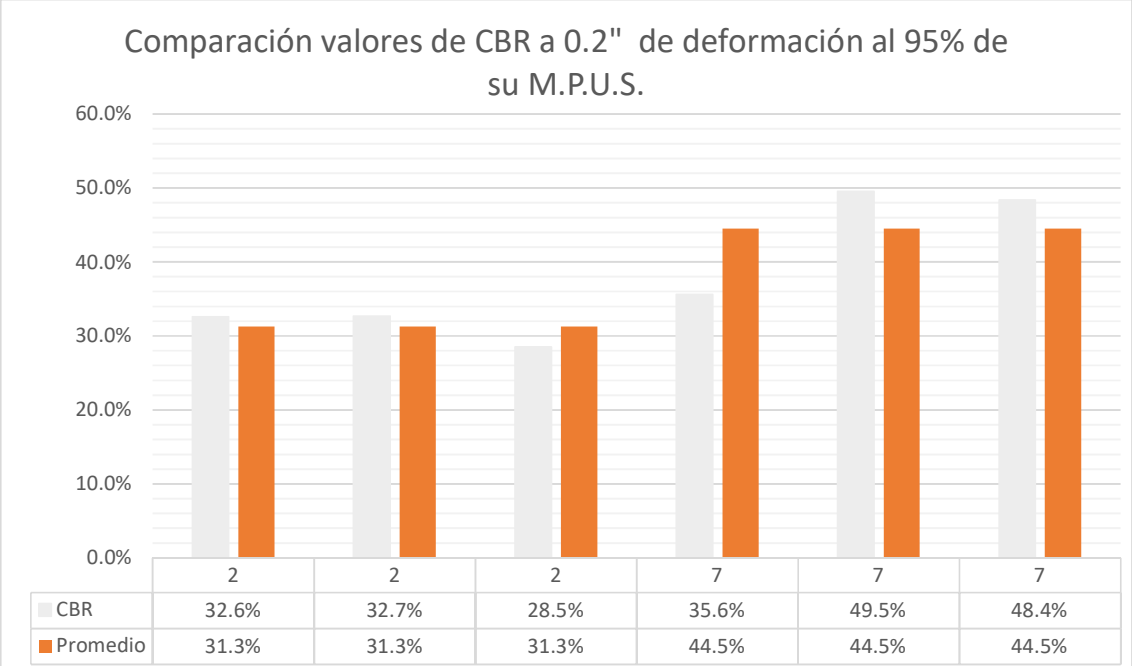
La siguientes grafica es una comparación de valores de CBR a 0.2" de deformación al 95% de su M.P.U.S.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA




| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 2 | 2 | 7 | 7 | 7 |
| CBR | 32.6% | 32.7% | 28.5% | 35.6% | 49.5% | 48.4% |
| Promedio | 31.3% | 31.3% | 31.3% | 44.5% | 44.5% | 44.5% |

*Gráfica 30 Comparación entre valores de CBR a 0.2" de deformación al 95% de su MPUS y con adición de 6 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*

De estas ultima grafica la diferencia que existe entre las pesas es de: CBR 13.2% y el incremento representa el 42.3% sobre el valor de CBR ensayado con 2 pesas de sobrecarga.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 7.2. ANÁLISIS DE GRÁFICAS CBR – PESAS DE SOBRECARGA

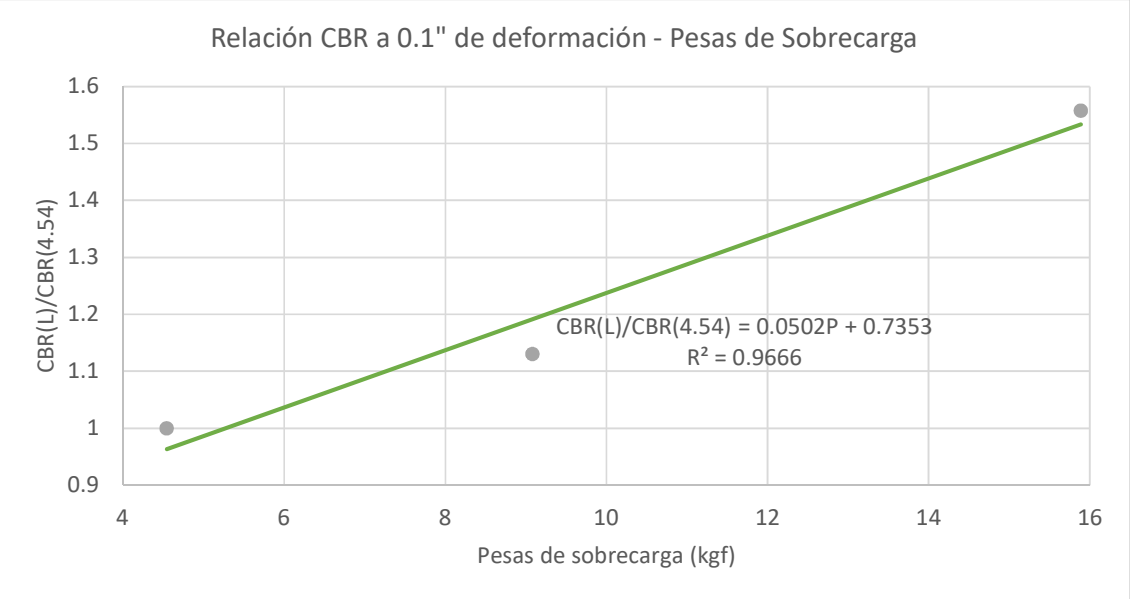
De la misma manera que realizaron la gráfica de relación CBR – Pesas de Sobrecarga (Figura 8) en el antecedente investigativo "Effects and observations of surcharge load on the laboratory CBR and resilient modulus values of roadbed soil (Efectos y observaciones de la carga de sobrecarga en el CBR de laboratorio y los valores de módulo resiliente del suelo de la calzada)" ubicado en el Capítulo 2 de la presente tesis, las siguientes graficas muestran esta comparación realizada para el material subrasante de pavimento urbano, rural y aeroportuario.

### 7.2.1. Pavimentos urbano y rural.

De las siguientes graficas se puede observar la relación CBR a 0.1" y 0.2" de deformación al 95% del máximo peso unitario seco para subrasante de pavimento urbano y rural. Donde CBR(L) significa el valor de CBR para cualquier pesa de sobrecarga y CBR(4.54) significa el valor de CBR usando 2 pesas de sobrecarga equivalente a 4.54 kgf.

| Pesa de Sobrecarga (kgf) | 4.54 | 9.08 | 15.89 |
|---|---|---|---|
| CBR (%) | 52.5 | 59.4 | 81.8 |
| $CBR_L/CBR_{4.54}$ | 1 | 1.130 | 1.558 |

*Tabla 83 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.1" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*




*Gráfica 31 Comparación de la relación CBR a 0.1" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*



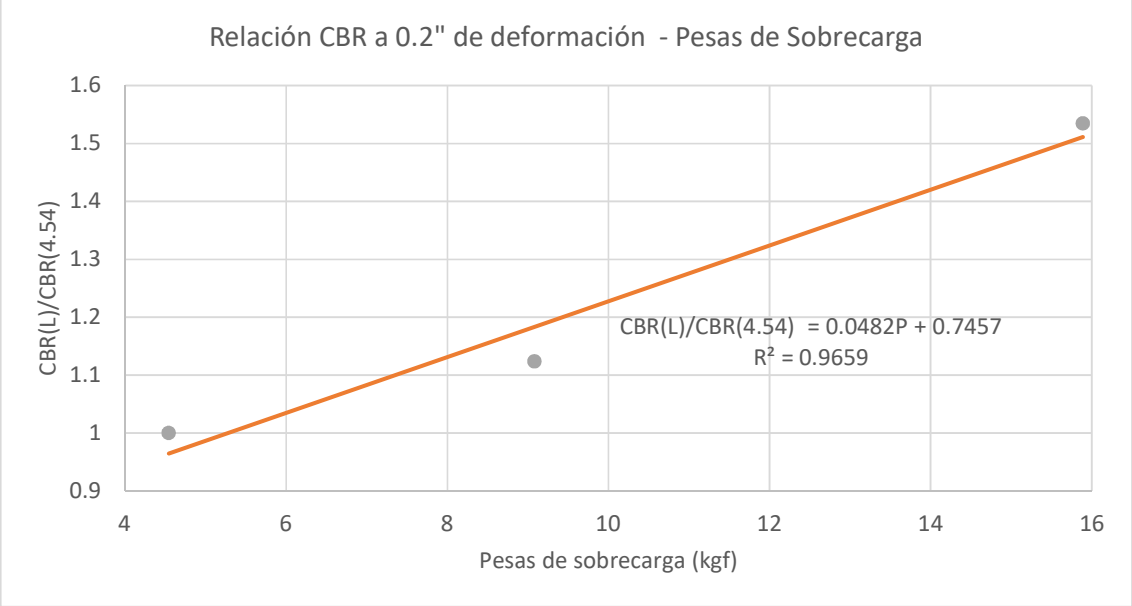
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pesa de Sobrecarga (kgf) | 4.54 | 9.08 | 15.89 |
| CBR (%) | 65.2 | 73.3 | 100.1 |
| $CBR_L/CBR_{4.54}$ | 1 | 1.124 | 1.535 |

*Tabla 84 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.2" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*




*Gráfica 32 Comparación de la relación CBR a 0.2" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2, 4 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*

### 7.2.2. Pavimento aeroportuario.

De las siguientes graficas se puede observar la relación CBR a 0.1" y 0.2" de deformación al 95% del máximo peso unitario seco para subrasante de pavimento aeroportuario. Donde CBR(L) significa el valor de CBR para cualquier pesa de sobrecarga y CBR(4.54) significa el valor de CBR usando 2 pesas de sobrecarga equivalente a 4.54 kgf.

| | | |
|---|---|---|
| Pesa de Sobrecarga (kgf) | 4.54 | 15.89 |
| CBR (%) | 22.9 | 34.3 |
| $CBR_L/CBR_{4.54}$ | 1 | 1.501 |

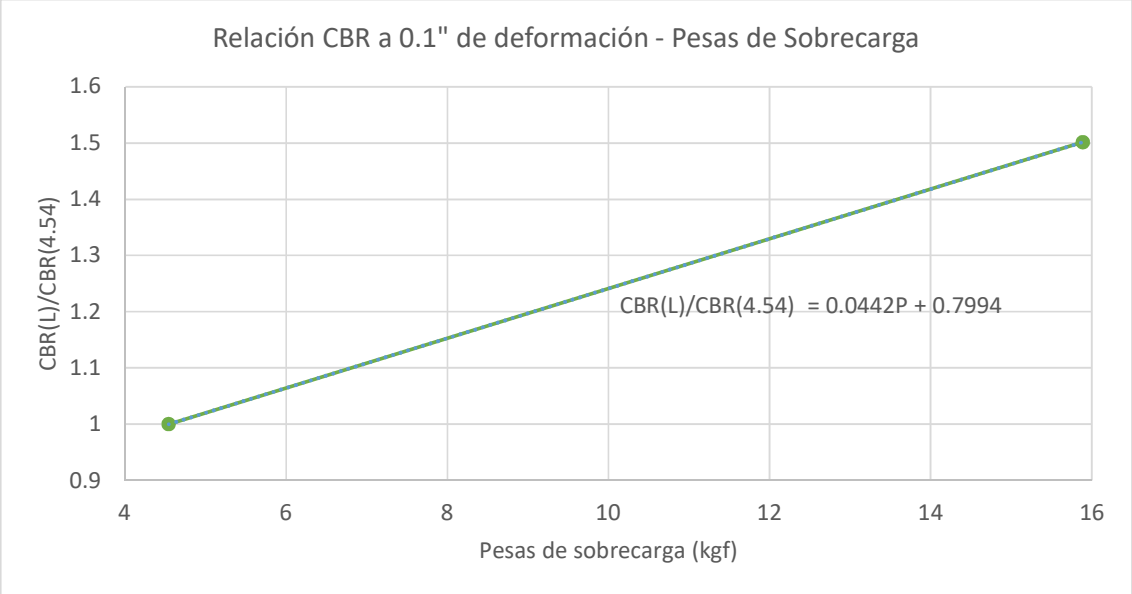
*Tabla 85 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.1" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

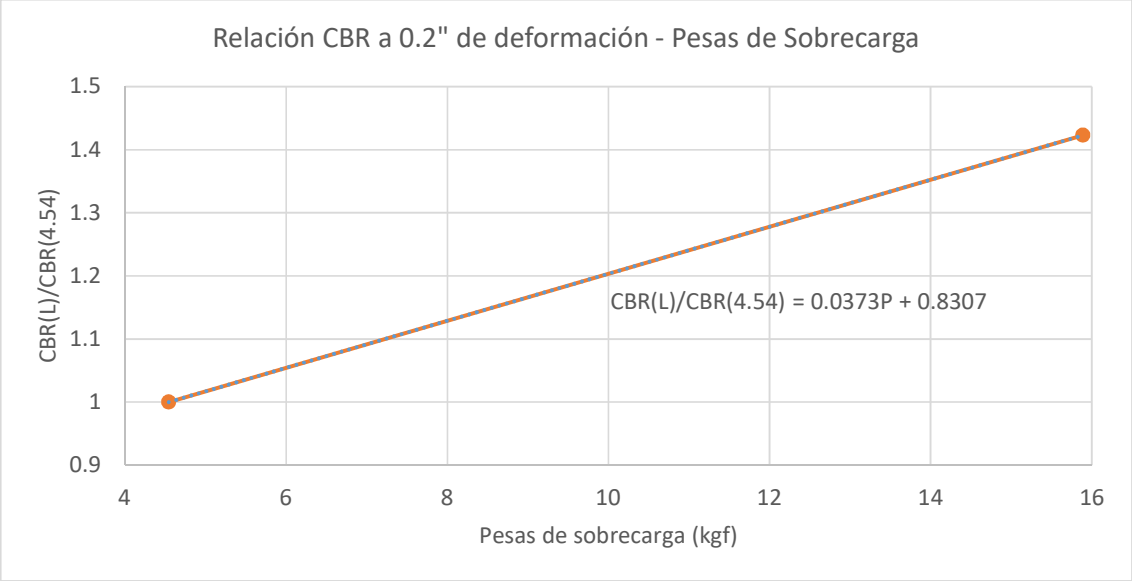
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA




*Gráfica 33 Comparación de la relación CBR a 0.1" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*

| Pesa de Sobrecarga (kgf) | 4.54 | 15.89 |
|---|---|---|
| CBR (%) | 31.3 | 44.5 |
| $CBR_L/CBR_{4.54}$ | 1 | 1.423 |

*Tabla 86 Cuadro resumen de la gráfica comparación de la relación CBR a 0.2" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*




*Gráfica 34 Comparación de la relación CBR a 0.2" de deformación – Pesas de sobrecarga entre 2 y 7 pesas de sobrecarga*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 7.3. ANÁLISIS DE VARIACIÓN DE ESPESORES DE PAVIMENTO

| Variable | Und. | Pavimento urbano | | Pavimento rural | | Pavimento aeroportuario | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tradicional | Rediseñado | Tradicional | Rediseñado | Tradicional | Rediseñado |
| N° pesas de sobrecarga | - | 2 | 4 | 2 | 7 | 2 | 7 |
| Carpeta asfáltica | cm | 9 | 8 | 16 | 14 | 15 | 12.5 |
| Base | cm | 20 | 20 | 15 | 15 | 25 | 20 |
| Subbase | cm | 0 | 0 | 15 | 15 | 0 | 0 |
| CBR Subrasante | % | 52.5 | 59.4 | 52.5 | 81.8 | 22.9 | 34.3 |

*Tabla 87 Comparación de espesores de pavimentos flexibles vial y aeroportuario*
*Fuente: Elaboración propia*

Existe mayor diferencia de espesores cuando el espesor de pavimento es mayor.

Al realizar la equivalencia de las 2 pesas de sobrecarga (ensayo de CBR comúnmente realizado) en la altura de las capas de pavimento usando para esto su peso unitario de cada material, tiene como resultado la siguiente tabla:

| | | |
|---|---|---|
| Peso de 2 pesas de sobrecarga | 4,540.00 | gf |
| Área de molde de CBR | 182.24 | cm² |
| **Variable** | **Peso unitario / densidad (gf/cm³)** | **Altura equivalente (cm)** |
| Carpeta asfáltica | 2.44 | 10.20 |
| Base | 2.01 | 12.41 |
| Subbase | 1.97 | 12.67 |

*Tabla 88 Equivalencia de 2 pesas de sobrecarga en espesores de pavimento*
*Fuente: Elaboración propia*



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

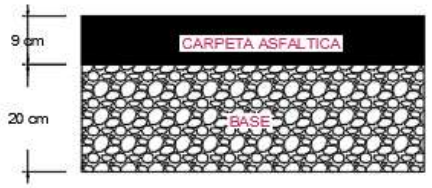
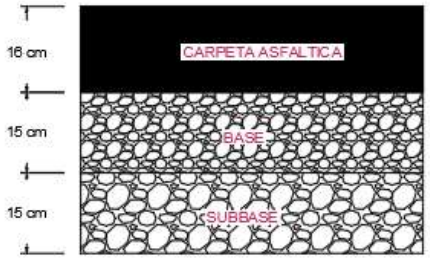
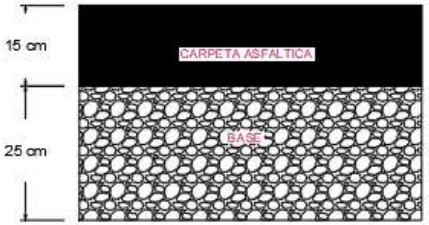
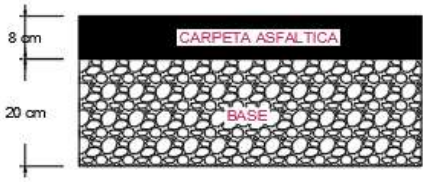
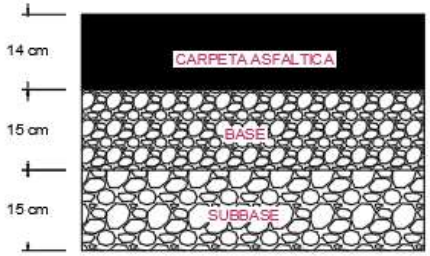
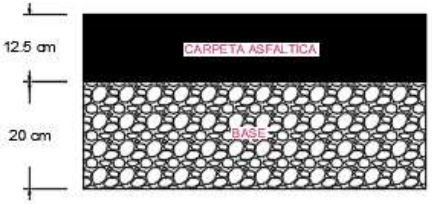
| | Pavimento Urbano | | Pavimento Rural | | Pavimento Aeroportuario | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diseño tradicional | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 22.9% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 |
| |  | |  | |  | |
| Diseño rediseñado | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 59.4% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 81.8% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 34.3% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 4 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 |
| |  | |  | |  | |

*Tabla 89 Resumen de espesor de pavimentos urbana, rural y aeroportuario*
*Fuente: Elaboración propia*

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# CONCLUSIONES

1. La relación existente entre la variación de sobrecargas es de 2/4 para pavimento urbano, 2/7 para pavimento rural y 2/7 para pavimento aeroportuario. Donde 2 significa la cantidad de pesas de sobrecarga tradicionales y 4, 7 y 7 significa la cantidad de pesas de sobrecarga equivalente al espesor real del pavimento urbano, rural y aeroportuario respectivamente.
2. Existe una diferencia física y económica entre el uso de pesas de sobrecarga tradicionales y el uso de sobrecarga obtenida mediante un rediseño de los espesores de pavimento.
   2.1. La diferencia física entre el ensayo de CBR tradicional (2 pesas de sobrecarga) y el ensayo optimizado de CBR para pavimento urbano, rural y aeroportuario fue que, al hallar la equivalencia en peso de los espesores de pavimento, se colocó como sobrecarga durante el periodo de saturación 4, 7 y 7 pesas de sobrecarga respectivamente.
   2.2. La diferencia económica es variada (calculada por metro cuadrado), siendo así: para pista del pavimento urbano el ahorro fue de 8.7% del presupuesto base, para pista del pavimento rural el ahorro fue de 10.5% del presupuesto base y en pista de pavimento aeroportuario el ahorro fue de 15.8% del presupuesto base.
3. Las normas analizadas (ASTM D1883, MTC E132 y NTP 339.145) mencionan que:
   3.1. Debería realizarse el ensayo de CBR en función a los espesores de pavimento, sin embargo, en nuestra realidad esto no es muy comúnmente practicado.
   3.2. En relación a la penetración de carga a la que debería tomarse el valor de CBR, ya sea 0.1" o 0.2" las tres normas comparadas del ensayo de CBR afirman que si el valor de CBR a 0.2" de penetración es mayor que el valor de CBR a 0.1" de penetración, debe repetirse el ensayo; en caso el resultado siga siendo el mismo debería usarse el valor de CBR mayor.
      - El Manual de Carreteras EG-2013 usado en pavimento rural en la sección de base y subbase granular menciona que el valor de CBR debe ser tomado a una penetración de carga de 0.1" (2.5mm).
      - La norma CE.010 usado en pavimentos urbanos, así como la norma de la FAA AC N° 150/5370-10H, no menciona nada acerca de la penetración a la cual debería tomarse el valor de CBR. Por lo tanto, da por entendido que, en ambos casos, debe seguirse las instrucciones de las normas NTP 339.145 y ASTM D1883 respectivamente.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3. Para el desarrollo de la presente tesis, se tomó en cuenta el valor de CBR a 0.1" de penetración, lo cual, en todos los casos representaba el menor valor en comparación al valor de CBR a 0.2" de penetración. Se tomó en cuenta esto debido que al ser el menor valor existe un mayor Factor de Seguridad.

4. Con respecto al antecedente internacional "Efectos y observaciones de la carga de sobrecarga en el CBR de laboratorio y los valores de módulo resiliente del suelo de la calzada", se llegó a la misma conclusión general, a mayor cantidad de pesas de sobrecarga, el valor de CBR incrementa.

5. Sobre los ensayos de mecánica de suelos se concluyó:

5.1. Los materiales usados para el diseño de pavimentos tienen la siguiente clasificación:

- Subrasante: Según el Sistema de Clasificación SUCS es una arena mal graduada con grava (SP) y según el Sistema de Clasificación AASHTO está en un rango de excelente a bueno (A-1-b (0)).
- Subbase: Según el Sistema de Clasificación SUCS es una grava mal graduada con arena (GP).
- Base: Según el Sistema de Clasificación SUCS es una grava mal graduada con limo y arena (GP-GM).

5.2. El parámetro establecido por la norma AC N° 150-5370-10H para el ensayo de Determinación del Porcentaje de Partículas Fracturadas es más estricto en comparación con el parámetro establecido por las normas o manuales para pavimentos urbanos y rurales. Siendo así, para pavimento aeroportuario pide que el 100% del material tenga por lo menos 1 cara fracturada y que por lo menos el 90% del material tenga dos a más caras fracturadas, en el caso de normas peruanas estos porcentajes son 80% y 40% respectivamente. Esto quiere decir que el material usado como base para pavimento aeroportuario debe ser material chancado en su totalidad.

5.3. Los materiales para base y subbase usados para el diseño de pavimentos de la presente tesis cumplen con los parámetros o requisitos establecidos según sea el tipo de pavimento, EXCEPTO el ensayo citado en el anterior párrafo, el material base no cumple con el parámetro establecido por la norma AC N° 150-5370-10H, ya que presenta 92% de material con 1 a más caras fracturadas y 81% de material con 2 a más caras fracturadas.

5.4. Sobre el ensayo de Partículas Chatas y Alargadas. Según el Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones EG-2013 menciona que la relación a emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud) en el dispositivo calibrador proporcional,



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

mientras que en el manual de pavimentos aeroportuarios AC No 150/5370-10H menciona que la relación a emplearse será de 1/5 en el dispositivo calibrador proporcional. Esta diferencia significa que en el pavimento aeroportuario tiene mayor tolerancia en cuanto a las relaciones, ya que si una partícula tiene la relación 1/3 sería aceptable para pavimentos aeroportuarios, mientras que para pavimentos rurales esta partícula tendría que cumplir un porcentaje mínimo especificado por el manual.

6. Al diseñar los espesores tradicionales de pavimento se observó que:

5.1. Sobre el Programa FAARFIELD de la FAA usado en el diseño de pavimentos aeroportuarios, este programa tiene como limitante el valor de CBR, ya que, si el valor de CBR de la subrasante es mayor que 33.3% no se podría hacer una optimización del espesor del pavimento. Por lo que, al dar como resultado de la subrasante un valor de CBR de 52.5%, es imposible probar la hipótesis de la presente tesis, por lo que, se procedió a modificar el material extraído de la calicata solo para efectos del diseño de pavimento aeroportuario, se eliminó todo el material retenido en el tamiz ¼", obteniendo así según el Sistema de Clasificación SUCS una arena bien graduada (SW) y según Sistema de Clasificación AASHTO un material que va de excelente a bueno (A-1-b (0)).

5.2. De la misma forma, al diseñar el pavimento urbano en base a la norma CE.010 presenta rangos de valores para el valor de CBR, no permitiendo así que se cumpla con el propósito de esta investigación, es decir, si el valor de CBR inicial se encuentra dentro de los mismos rangos de valores que el valor de CBR optimizado, entonces no habría diferencia física ni económica. Sin embargo, dicha norma permite usar el diseño por el método AASHTO 93 para diseñar el pavimento urbano, por lo que, para la presente tesis se diseñó el pavimento urbano en base al método AASHTO 93 que se encuentra en el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos del MTC.

7. El valor de CBR incremento de la siguiente manera:

7.1. Para pavimentos urbanos; el valor de CBR inicial (2 pesas de sobrecarga) fue de 52.5%, después de realizar el ensayo con 4 pesas de sobrecarga se obtuvo un valor de CBR de 59.4%.

7.2. Para pavimentos rurales; el valor de CBR inicial (2 pesas de sobrecarga) fue de 52.5%, después de realizar el ensayo con 7 pesas de sobrecarga se obtuvo un valor de CBR de 81.8%.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7.3. Para pavimentos aeroportuarios; el valor de CBR inicial (2 pesas de sobrecarga) fue de 22.9%, después de realizar el ensayo con 7 pesas de sobrecarga se obtuvo un valor de CBR de 34.3%.

7.4. De los anteriores resultados mostrados se puede concluir que el valor de CBR incrementa de manera directamente proporcional con el incremento de pesas de sobrecarga, haciéndose esto mucho más notorio cuando el espesor del paquete de pavimento es mayor.

8. La diferencia de espesores que se tuvo como resultado fue:

8.1. Para pavimento urbano; su diseño inicial fue de 9 cm de carpeta asfáltica y 20 cm de capa base, siendo su equivalente 4 pesas de sobrecarga. Con el nuevo valor de CBR se tuvo 8 cm de carpeta asfáltica y 20 cm de capa base.

8.2. Para pavimento rural; su diseño inicial fue de 16 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de capa base y 15 cm de capa subbase, siendo su equivalente 7 pesas de sobrecarga. Con el nuevo valor de CBR se tuvo 14 cm de carpeta asfáltica, 15 cm de capa base y 15 cm de capa subbase.

8.3. Para pavimento aeroportuario; su diseño inicial fue de 15 cm de carpeta asfáltica y 25 cm de capa base, siendo su equivalente 7 pesas de sobrecarga. Con el nuevo valor de CBR se tuvo 12.5 cm de carpeta asfáltica y 20 cm de capa base.

9. Al calcularse la equivalencia que existe entre 2 pesas de sobrecarga (cantidad de pesas comúnmente usadas en el ensayo de CBR) y el espesor de materiales usados en pavimento (teniendo como guía su peso unitario), se observa que:

9.1. Peso de 2 pesas de sobrecarga = 10 cm de carpeta asfáltica.

9.2. Peso de 2 pesas de sobrecarga = 12 cm de base.

9.3. Peso de 2 pesas de sobrecarga = 12.5 cm de subbase.

Con esas equivalencias es una muestra clara de que al realizar el ensayo con 2 pesas de sobrecarga se está sobredimensionando espesores.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# RECOMENDACIONES

1. Para obtener espesores de pavimentos óptimos se recomienda hacer un pre-dimensionamiento de los espesores del pavimento, esto se puede hacer tomando en cuenta los espesores mínimos recomendados por las normas, de manera que al realizar el ensayo de CBR se pueda ensayar con la cantidad de pesas de sobrecarga aproximadamente equivalente a los espesores que se colocaran en el pavimento real.
2. Los materiales a ser usados como base o subbase según lo requiera el pavimento, deben cumplir con los requerimiento o requisitos establecidos por las normas según sea el tipo de pavimento requerido. Esto con el fin de tener pavimentos bien diseñados.
3. Después de compactar la muestra en los moldes de CBR, se deben sumergir los moldes teniendo cuidado de que la base del molde se encuentre sobre una zona plana sin interferencia de algún material por debajo de este. Además, las muestras con los moldes deben permanecer en proceso de saturación los días requeridos por la norma según sea el tipo de suelo, de forma que al realizar en ensayo de penetración la muestra se encuentre en su estado limite en valor de CBR.
4. Al momento de realizar en ensayo de penetración:
   4.1. Tener cuidado al colocar la muestra en el equipo de CBR, ya que la dirección del pistón de penetración debe estar libre con el objetivo que este no roce con algún elemento cercano, ya sea la misma pesa de sobrecarga o algún otro propio del equipo de CBR ya que, esto podría impedir su libre penetración en la muestra, dando como resultado un valor de CBR alto e incorrecto.
   4.2. En el equipo de CBR, colocar la misma cantidad de pesas de sobrecarga con las que fue sumergida la muestra, ya que, es posible que se detecte cambios en los resultados de CBR.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN

- Variación en los periodos de saturación de las muestras de CBR usando Mapas de Resistencia de RAMCODES.
- Comparación de las normas Internacional y Nacional en los ensayos de CBR, tomando en cuenta la variación de golpes en el proceso de preparación de moldes.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society for Testing and Materials. (1999). ASTM D1883 – 99 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory- Compacted Soils. Recuperado de https://www.astm.org/Standards/D1883.

Instituto Nacional de Calidad. (1999). NTP 339.145:1999 SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. Recuperado de https://es.scribd.com/document/335415163/NTP-339-145-CBR.

National Cooperative Highway Research Program (Marzo 2001). Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures. Illinois. AEA, Inc., ERES Division 505 west University Avenue Champaign.

Razouki, S. S., Al-Shefi, A. M. (Feb 2002). Effects and observations of surcharge load on the laboratory CBR and resilient modulus values of roadbed soil. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 35(1), 89-95.* doi: 10.1144/qjegh.35.1.89.

Montejo, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. Colombia. Universidad Católica de Colombia.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones SUTRAN (2003). Reglamento Nacional de Vehículos. Recuperado de http://www.sutran.gob.pe/reglamento-nacional-de-vehiculos/

American Society for Testing and Materials. (2007). ASTM D1883 – 07 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory- Compacted Soils. Recuperado de https://www.astm.org/Standards/D1883.

American Society for Testing and Materials. (2007). ASTM D1883 e2– 07 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory- Compacted Soils. Recuperado de https://www.astm.org/Standards/D1883.

Cal y Mayor R. y Cárdenas J. (2007). Ingeniería de transito Fundamentos y aplicaciones. México: Alfaomega Grupo Editor.

Galindez, D., Solorio, A., Ocampo, M. y Arellano, M. (2007). Aeropuertos Modernos Ingeniería y Certificación. México, D.F. Instituto Politécnico Nacional.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Recuperado de https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182.

Ibáñez, W. (2011). Costos y Tiempos en Carreteras. Perú: Macro.

Delgado, F., & Quispe, C. (2012). Diseño del pavimento de un aeropuerto (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad católica del Perú, Perú.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Das, B. M. (2013). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México: Cengage Learning.

Federal Aviation Administration (Agosto 2013). Airport Drainage Design AC N° 150/5320-5D Federal Aviation Administration (2013). Recuperado de https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.current/documentNumber/150_5320-5

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf

American Society for Testing and Materials. (2014). ASTM D1883 - 14 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory- Compacted Soils. Recuperado de https://www.astm.org/Standards/D1883.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones Sección Suelos y Pavimentos (2014). ‘’Manual de Carreteras’’ Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Recuperado de http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras.pdf.

Instituto Nacional de Calidad. (2014). NTP 339.134:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS. Recuperado de https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas.

Instituto Nacional de Calidad. (2014). NTP 339.135:1999 SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. Recuperado de https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas.

Instituto Nacional de Calidad. (2014). NTP 339.145:1999 SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. Recuperado de https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas.

Instituto Nacional de Calidad. (2015). NTP 339.150 SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual. Recuperado de https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas.

American Society for Testing and Materials. (2016). ASTM D1883 – 16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory- Compacted Soils. Recuperado de https://www.astm.org/Standards/D1883.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Federal Aviation Administration (noviembre de 2016). Airport Pavement Design and Evaluation AC N° 150/5320-6F.– Federal Aviation Administration (2009). Recuperado de https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.current/documentNumber/150_5320-6.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (May. 2016). Manual de Ensayo de Materiales. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf.

Brill, D. (diciembre de 2016). Updates to FAA Advisory Circular 150/5320-6. Conferencia llevada a cabo en el congreso XIII ALACPA Seminar on Airport Pavements Panama City. Federal Aviation Administration, Panama.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). Ficha Técnica Estándar para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas. Recuperado de mef.gob.pe/es/inversion-privada-sp-21801/789-inversion-publica/fichas-tecnicas/5514-fichas-tecnicas-transporte.

Montalvo, M (2017). Diseño Estructural de Pavimentos Hidráulicos y Asfalticos. Conferencia llevada a cabo en la Maestría en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles. Universidad Ricardo Palma, Perú.

HOB Consultores S.A. (2018). Estudio de Factibilidad y Definitivo del Proyecto: Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera EMP.PE-1NJ (Dv. Huancabamba) Buenos Aires – Salitral – D. Canchaque – EMP.PE-3N – Huancabamba, Tramo: 71+600 – Huancabamba. Análisis de Precios Unitarios. Recuperado de http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2018/pec0001_2018/EXPEDIENTE_TECNICO/43%20An%C3%A1lisis%20de%20precios%20unitarios.pdf.

Brill, D. (mayo de 2018). Introducing FAARFIELD 1.42: Latest Updates to FAA Airport Pavement Design Procedures. Flexible Pavement Examples. Conferencia llevada a cabo en el congreso IX ALACPA Seminar on Airport Pavements. Federal Aviation Administration, Quito, Ecuador.

Federal Aviation Administration (diciembre de 2018). Standard specifications for Construction of Airports AC N° 150/5370-10H. Recuperado de https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.current/documentnumber/150_5370-10.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

Roel, K. (2018). Diseño del pavimento de un aeropuerto Internacional de Pisco (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad católica del Perú, Perú.

Albitres, J. (2019). Estudio de Tráfico para su mejoramiento de la carretera Yura – Peaje Patahuasi, parte de la ruta nacional PE-34A, Arequipa (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# ANEXOS

Anexo 1: Resultados de ensayos de laboratorio de estrato superior de calicata

Anexo 2: Resultados de ensayos de laboratorio de materiales de pavimento urbano

Anexo 3: Resultados de ensayos de laboratorio de materiales de pavimento rural

Anexo 4: Resultados de ensayos de laboratorio de materiales de pavimento aeroportuario

Anexo 5: Ensayo de CBR con incremento de sobrecarga

Anexo 6: Constancia de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Universidad Católica de Santa Maria

Anexo 7: Metrados y Análisis de Precios Unitarios

Anexo 8: Resultados del diseño de pavimentos aeroportuarios usando el Programa FAARFIELD v.142

Anexo 9: Conteo de vehículos para el diseño de pavimento urbano

Anexo 10: Conteo de aeronaves para el diseño de pavimento aeroportuario



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 1:

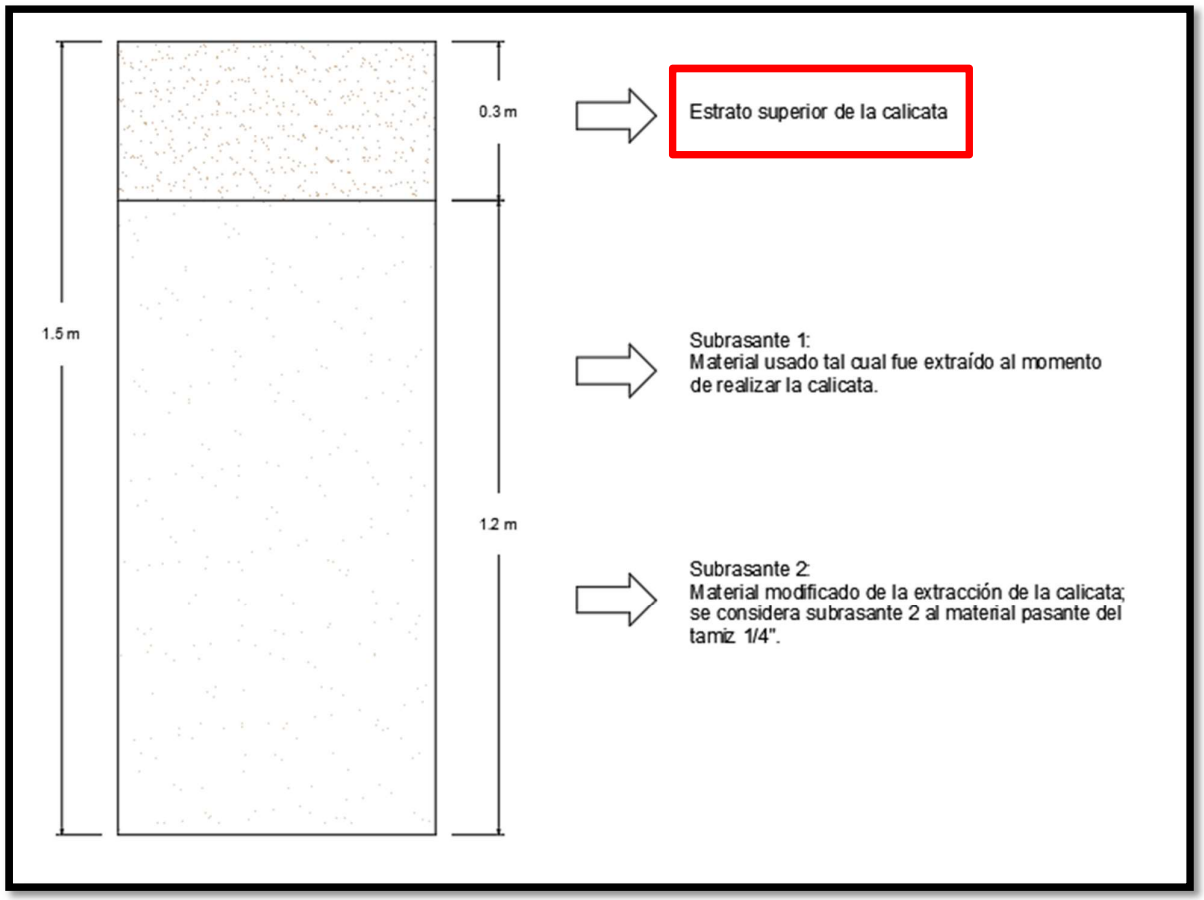
# RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE ESTRATO SUPERIOR DE CALICATA



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA





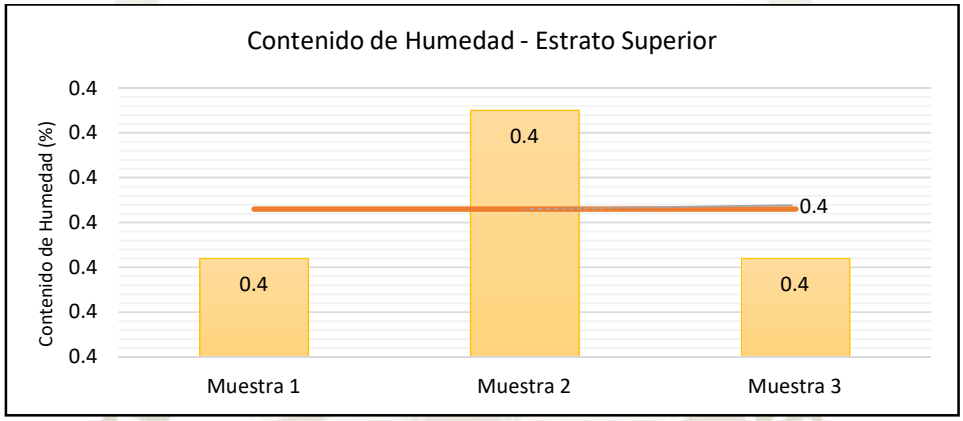

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 1. Contenido de Humedad Natural

| Contenido de Humedad - Estrato Superior | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **Und.** | **Muestra 1** | **Muestra 2** | **Muestra 3** |
| **Masa bandeja** | g | 123.4 | 118.1 | 117.9 |
| **Masa muestra húmeda + bandeja** | g | 622.2 | 618.7 | 619.2 |
| **Masa muestra seca + bandeja** | g | 620.3 | 616.8 | 617.3 |
| **Contenido de Humedad** | % | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| **Promedio de Contenido Humedad** | % | | 0.4 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

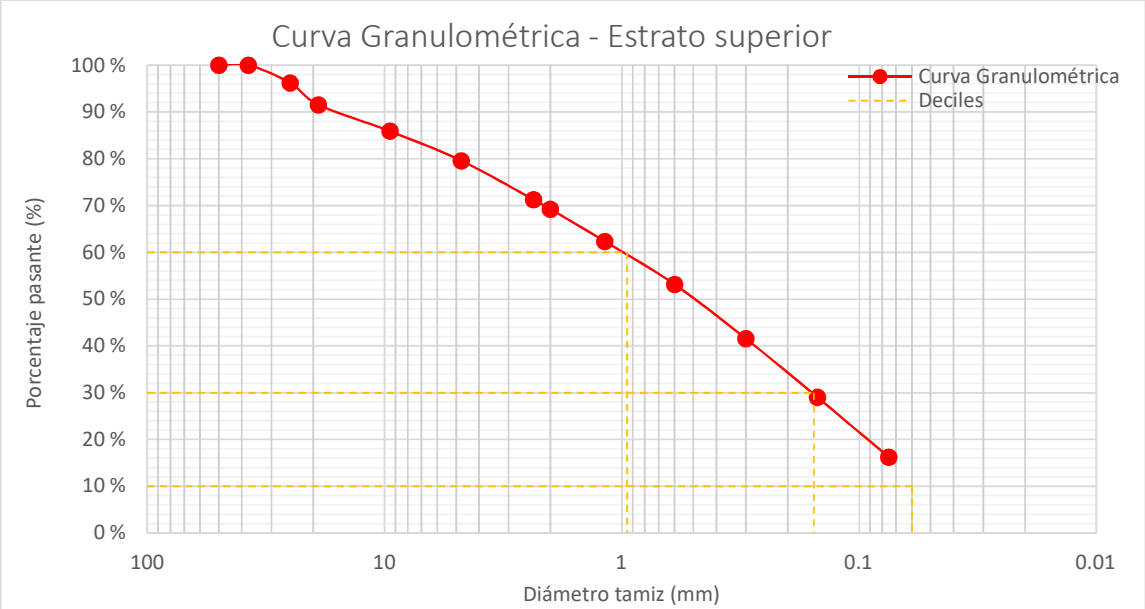
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2. Análisis Granulométrico

### Análisis Granulométrico - Estrato Superior

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 401.10 | 1,558.50 | 115.35 | 0.27 | 0.31 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1" | 25 | 74.00 | 3.78 | 3.78 | 96.22 | 20.42 |
| 3/4" | 19 | 92.00 | 4.70 | 8.48 | 91.52 | |
| 3/8" | 9.5 | 110.50 | 5.64 | 14.12 | 85.88 | |
| N° 4 | 4.75 | 123.50 | 6.31 | 20.42 | 79.58 | |
| N° 8 | 2.36 | 162.91 | 8.32 | 28.74 | 71.26 | |
| N° 10 | 2 | 39.85 | 2.03 | 30.78 | 69.22 | |
| N° 16 | 1.18 | 134.99 | 6.89 | 37.67 | 62.33 | |
| N° 30 | 0.6 | 179.85 | 9.18 | 46.85 | 53.15 | 63.36 |
| N° 50 | 0.3 | 227.43 | 11.61 | 58.46 | 41.54 | |
| N° 100 | 0.15 | 244.77 | 12.50 | 70.96 | 29.04 | |
| N° 200 | 0.075 | 251.01 | 12.82 | 83.78 | 16.22 | |
| Fondo | | 317.69 | 16.22 | 100.00 | 0.00 | 16.22 |
| | | 1,958.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.06 | | |
| **30** | 0.16 | 0.42 | 15.83 |
| **60** | 0.95 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

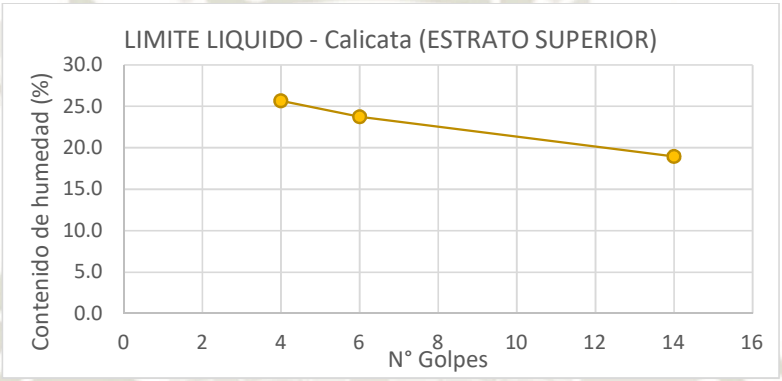
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 3. Determinación del límite liquido

**Límite Líquido - Calicata (Estrato Superior)**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **N° Golpes** | - | 4 | 6 | 14 |
| **Masa bandeja** | g | 120.90 | 117.86 | 120.81 |
| **Masa muestra húmeda + bandeja** | g | 144.16 | 136.66 | 145.10 |
| **Masa muestra seco + bandeja** | g | 139.41 | 133.05 | 141.23 |
| **Contenido de Humedad** | % | 25.7 | 23.8 | 19.0 |

No se puede determinar






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

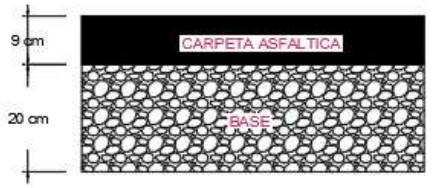
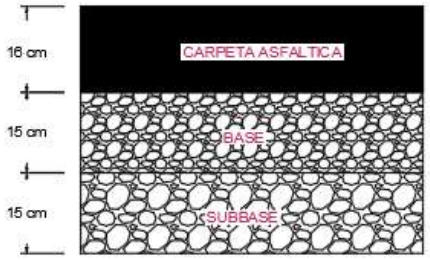
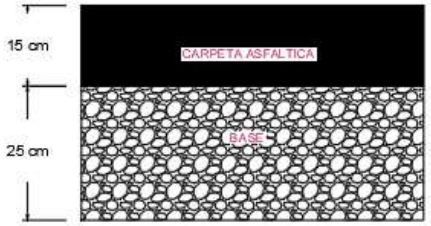
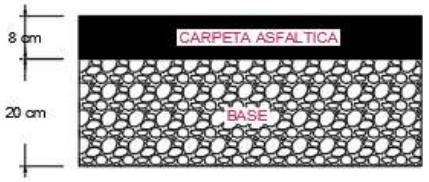
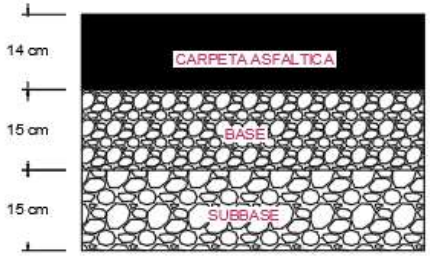
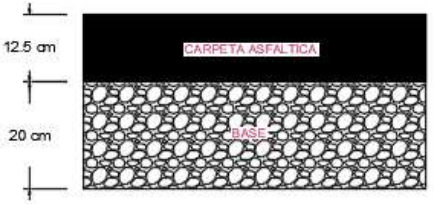
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 2:

# Resultados de Ensayos de Laboratorio de Materiales de Pavimento Urbano



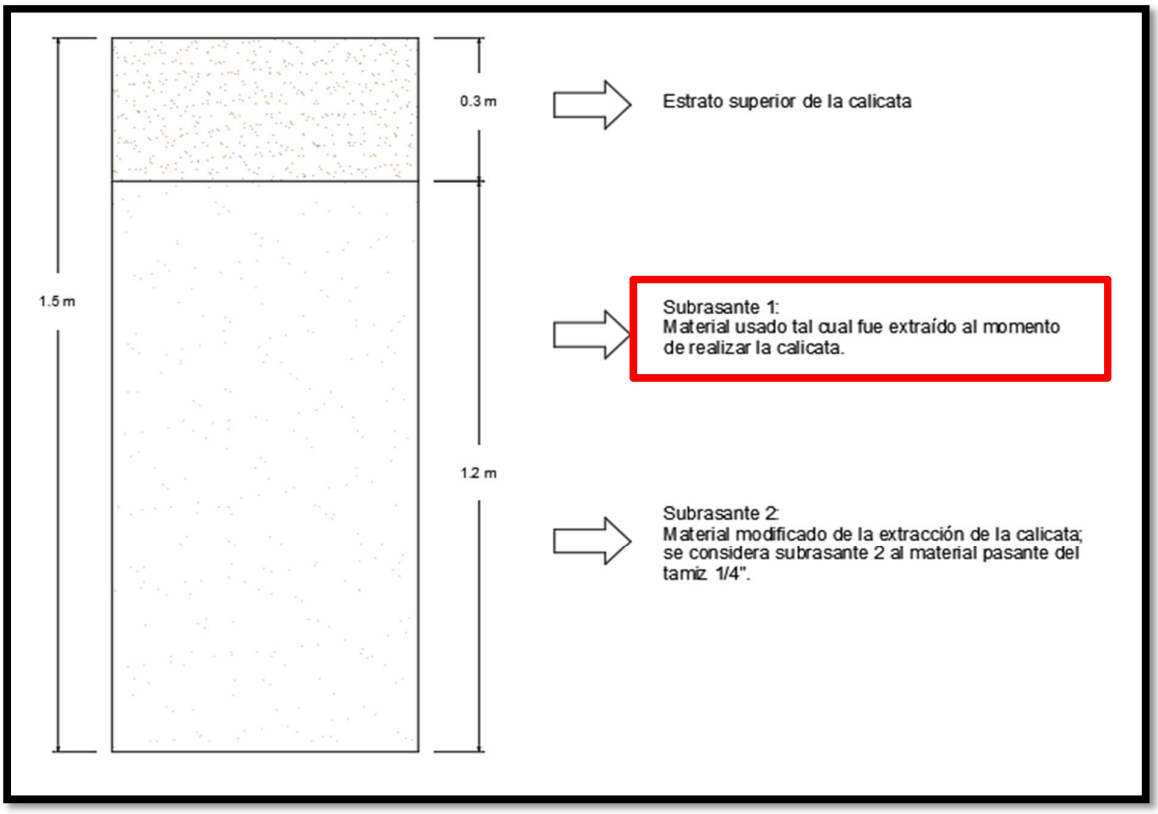
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| | Pavimento Urbano | | Pavimento Rural | | Pavimento Aeroportuario | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diseño tradicional | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 22.9% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 |
| |  | |  | |  | |
| Diseño rediseñado | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 59.4% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 81.8% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 34.3% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 4 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 |
| |  | |  | |  | |

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

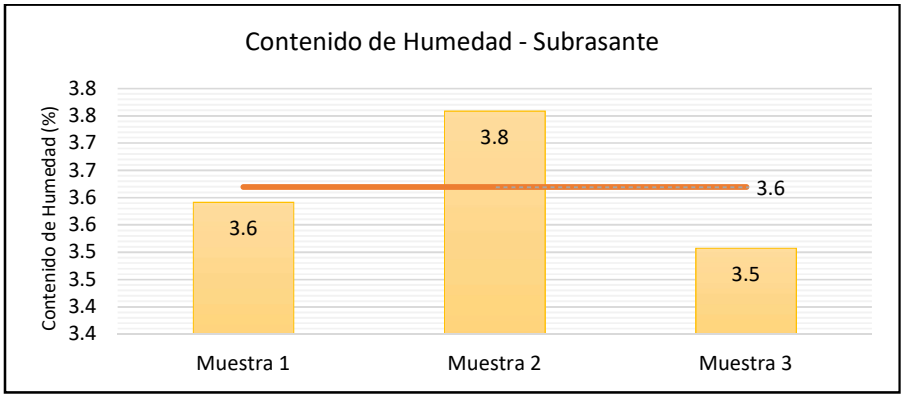
## 1. Material subrasante para pavimento urbano




### 1.1. Contenido de Humedad Natural

**Contenido de Humedad - Subrasante**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa bandeja** | g | 369.6 | 370.8 | 340.8 |
| **Masa muestra húmeda + bandeja** | g | 1,399.9 | 1,385.3 | 1,393.2 |
| **Masa muestra seca + bandeja** | g | 1,364.2 | 1,348.6 | 1,357.6 |
| **Contenido de Humedad** | % | 3.6 | 3.8 | 3.5 |
| **Promedio de Contenido Humedad** | % | | 3.6 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

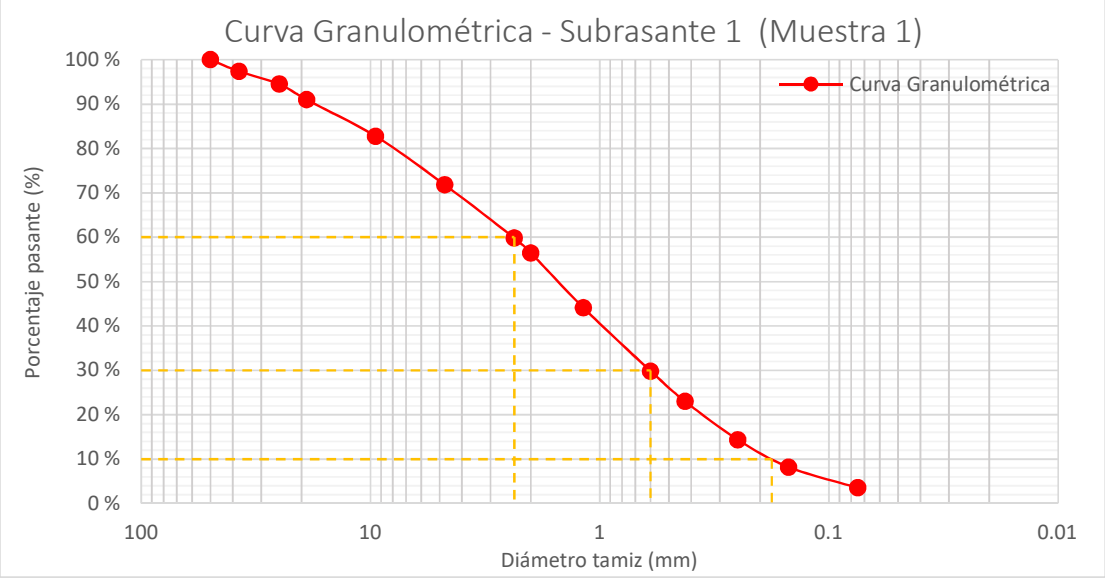
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.2.Análisis Granulométrico

### Análisis Granulométrico - Subrasante 1 (Muestra 1)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 3,003.50 | 7,641.50 | 115.80 | 0.02 | 0.44 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 280.00 | 2.63 | 2.63 | 97.37 | |
| 1" | 25 | 307.50 | 2.89 | 5.52 | 94.48 | 28.21 |
| 3/4" | 19 | 373.50 | 3.51 | 9.03 | 90.97 | |
| 3/8" | 9.5 | 877.50 | 8.24 | 17.27 | 82.73 | |
| N° 4 | 4.75 | 1,164.50 | 10.94 | 28.21 | 71.79 | |
| N° 8 | 2.36 | 1,279.22 | 12.02 | 40.23 | 59.77 | |
| N° 10 | 2 | 357.25 | 3.36 | 43.59 | 56.41 | |
| N° 16 | 1.18 | 1,311.69 | 12.32 | 55.91 | 44.09 | |
| N° 30 | 0.6 | 1,521.80 | 14.30 | 70.20 | 29.80 | 68.27 |
| N° 40 | 0.425 | 724.45 | 6.81 | 77.01 | 22.99 | |
| N° 60 | 0.25 | 923.29 | 8.67 | 85.68 | 14.32 | |
| N° 100 | 0.15 | 654.85 | 6.15 | 91.84 | 8.16 | |
| N° 200 | 0.075 | 494.45 | 4.65 | 96.48 | 3.52 | |
| Fondo | | 374.49 | 3.52 | 100.00 | 0.00 | 3.52 |
| | | 10,644.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.18 | | |
| **30** | 0.60 | 0.86 | 13.26 |
| **60** | 2.36 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

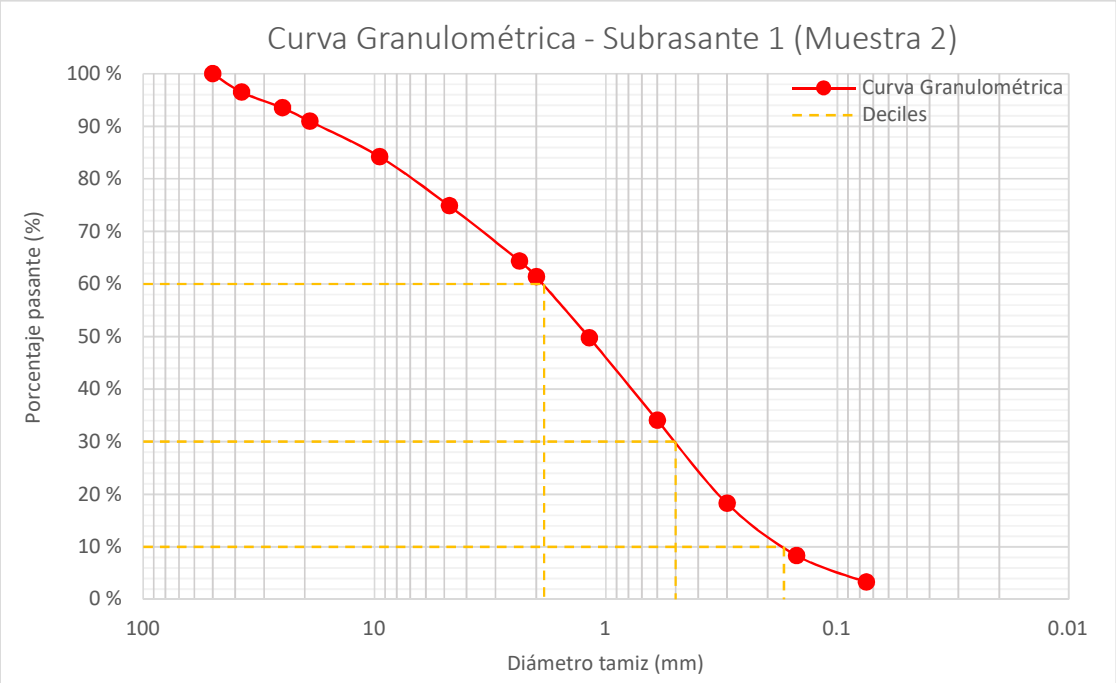
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subrasante 1 (Muestra 2)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 2,965.00 | 8,832.50 | 120.16 | 0.00 | 0.85 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 413.00 | 3.50 | 3.50 | 96.50 | |
| 1" | 25 | 351.00 | 2.98 | 6.48 | 93.52 | 25.13 |
| 3/4" | 19 | 303.00 | 2.57 | 9.04 | 90.96 | |
| 3/8" | 9.5 | 795.50 | 6.74 | 15.79 | 84.21 | |
| N° 4 | 4.75 | 1,102.50 | 9.35 | 25.13 | 74.87 | |
| N° 8 | 2.36 | 1,242.51 | 10.53 | 35.66 | 64.34 | |
| N° 10 | 2 | 352.14 | 2.98 | 38.65 | 61.35 | |
| N° 16 | 1.18 | 1,365.58 | 11.58 | 50.22 | 49.78 | |
| N° 30 | 0.6 | 1,851.90 | 15.70 | 65.92 | 34.08 | 71.59 |
| N° 50 | 0.3 | 1,865.99 | 15.82 | 81.74 | 18.26 | |
| N° 100 | 0.15 | 1,171.34 | 9.93 | 91.67 | 8.33 | |
| N° 200 | 0.075 | 596.05 | 5.05 | 96.72 | 3.28 | |
| Fondo | | 386.99 | 3.28 | 100.00 | 0.00 | 3.28 |
| | | 11,797.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.17 | | |
| **30** | 0.50 | 0.79 | 10.88 |
| **60** | 1.85 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

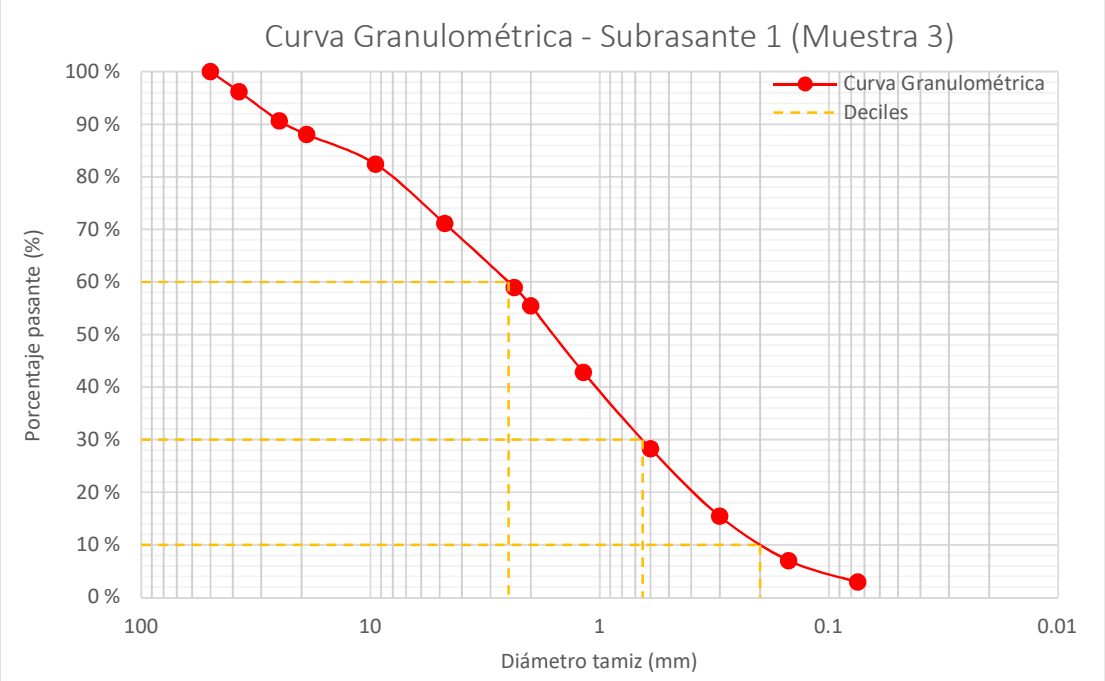
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subrasante 1 (Muestra 3)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 2,903.00 | 7,125.00 | 117.42 | 0.21 | 0.99 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 381.50 | 3.81 | 3.81 | 96.19 | |
| 1" | 25 | 558.50 | 5.57 | 9.38 | 90.62 | 28.91 |
| 3/4" | 19 | 258.00 | 2.57 | 11.95 | 88.05 | |
| 3/8" | 9.5 | 568.00 | 5.67 | 17.62 | 82.38 | |
| N° 4 | 4.75 | 1,131.00 | 11.29 | 28.91 | 71.09 | |
| N° 8 | 2.36 | 1,220.80 | 12.18 | 41.09 | 58.91 | |
| N° 10 | 2 | 351.16 | 3.50 | 44.59 | 55.41 | |
| N° 16 | 1.18 | 1,263.70 | 12.61 | 57.20 | 42.80 | |
| N° 30 | 0.6 | 1,458.58 | 14.55 | 71.75 | 28.25 | 68.21 |
| N° 50 | 0.3 | 1,286.37 | 12.84 | 84.59 | 15.41 | |
| N° 100 | 0.15 | 845.12 | 8.43 | 93.02 | 6.98 | |
| N° 200 | 0.075 | 410.61 | 4.10 | 97.12 | 2.88 | |
| Fondo | | 288.65 | 2.88 | 100.00 | 0.00 | 2.88 |
| | | 10,022.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.20 | | |
| **30** | 0.65 | 0.85 | 12.50 |
| **60** | 2.50 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

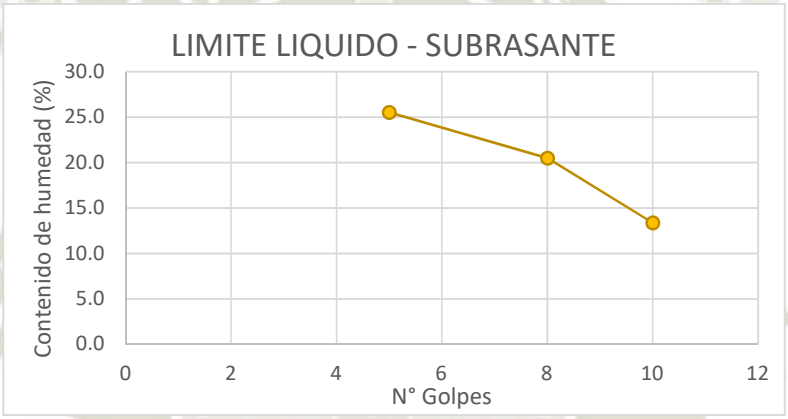
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 1.3.Determinación del límite liquido

| Límite Líquido - Subrasante | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **Und.** | **Muestra 1** | **Muestra 2** | **Muestra 3** |
| **N° Golpes** | **-** | 5 | 8 | 10 |
| **Masa bandeja** | **g** | 120.29 | 116.28 | 117.16 |
| **Masa muestra húmeda + bandeja** | **g** | 149.19 | 139.97 | 139.96 |
| **Masa muestra seco + bandeja** | **g** | 143.31 | 135.94 | 137.27 |
| **Contenido de Humedad** | **%** | 25.5 | 20.5 | 13.4 |

No se puede determinar






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 1.4.Gravedad especifica de solidos de suelos mediante picnómetro de agua

**Calibración de Fiolas para Gravedad Específica de Solidos de Suelos**

| N° Fiola | Masa Fiola | Masa fiola + agua | Temperatura | $\rho_{w,c}$ | Vp | Promedio Vp |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | g | g | °C | g/ml | ml | ml |
| 1 | 167.26 | 663.74 | 29.6 | 0.99577 | 498.59 | 498.78 |
| | | 663.7 | 29 | 0.99595 | 498.46 | |
| | | 663.7 | 28.4 | 0.99612 | 498.37 | |
| | | 664.06 | 27.4 | 0.99641 | 498.59 | |
| | | 664.05 | 26.3 | 0.99671 | 498.43 | |
| | | 665.7 | 18.6 | 0.99848 | 499.20 | |
| | | 665.73 | 18.4 | 0.99852 | 499.21 | |
| | | 665.76 | 17.5 | 0.99869 | 499.15 | |
| | | 665.75 | 16.2 | 0.99891 | 499.03 | |
| 2 | 157.85 | 653.89 | 30.7 | 0.99544 | 498.31 | 498.50 |
| | | 653.88 | 30 | 0.99565 | 498.20 | |
| | | 654.19 | 29 | 0.99595 | 498.36 | |
| | | 654.49 | 28.6 | 0.99607 | 498.60 | |
| | | 654.48 | 27.7 | 0.99632 | 498.46 | |
| | | 655.78 | 18.8 | 0.99845 | 498.70 | |
| | | 655.8 | 18.7 | 0.99847 | 498.71 | |
| | | 655.79 | 18 | 0.99860 | 498.64 | |
| | | 655.81 | 16.7 | 0.99883 | 498.54 | |
| 3 | 156.13 | 652.18 | 30.9 | 0.99538 | 498.35 | 498.50 |
| | | 652.17 | 29.7 | 0.99574 | 498.16 | |
| | | 654.05 | 19.2 | 0.99837 | 498.73 | |
| | | 654.03 | 19 | 0.99841 | 498.69 | |
| | | 654.03 | 18 | 0.99860 | 498.60 | |
| | | 654.06 | 16.4 | 0.99888 | 498.49 | |



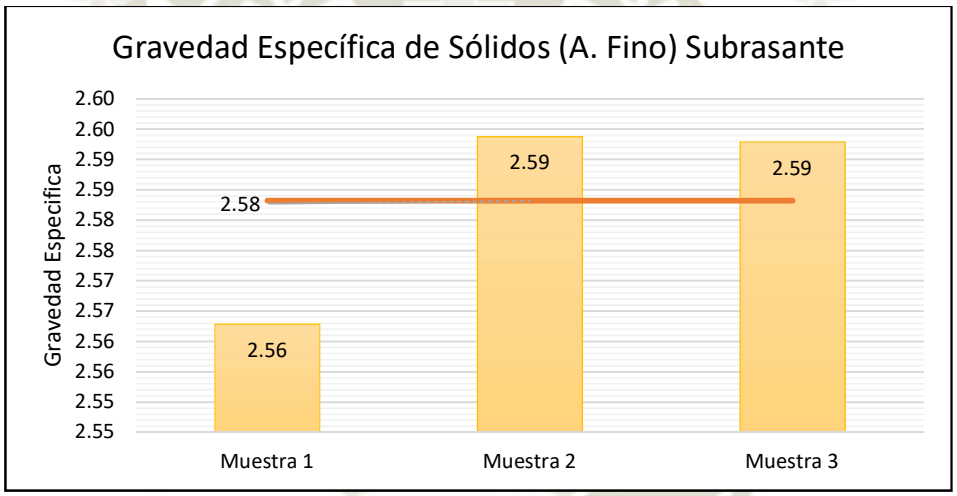
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

**Gravedad Específica de Sólidos (A. Fino) - Subrasante**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa del suelo seco** | g | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| **Fiola usada** | - | 1 | 2 | 3 |
| **Masa fiola + suelo + agua** | g | 725.88 | 716.68 | 715.38 |
| **Temperatura** | °C | 22.40 | 22.70 | 22.90 |
| **Masa bandeja** | g | 166.50 | 164.50 | 164.50 |
| **Masa bandeja + muestra seca** | g | 266.49 | 264.58 | 265.32 |
| $M_{pw,t}$ | g | 664.88 | 655.16 | 653.42 |
| $G_t$ | | 2.56 | 2.60 | 2.59 |
| **Coeficiente Temperatura (K)** | | 0.99947 | 0.99940 | 0.99936 |
| $G_{20°C}$ | | 2.56 | 2.59 | 2.59 |
| **Gravedad específica promedio** | | | 2.58 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

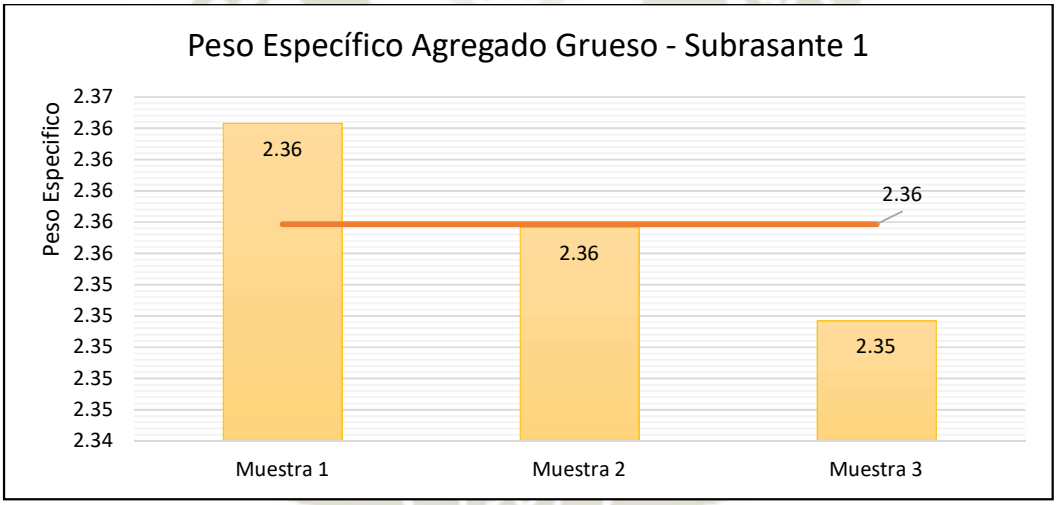
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.5.Peso específico y absorción de agregados gruesos

**Peso Específico Agregado Grueso -Subrasante 1**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| Masa muestra superficialmente seca | g | 3,318.00 | 3,605.50 | 3,092.50 |
| Masa canastilla sumergida + gancho | g | 912.5 | 922.5 | 912.5 |
| Masa muestra sumergida + canastilla + gan. | g | 2,866.50 | 3,048.50 | 2,732.00 |
| Masa bandeja | g | 320.00 | 583.00 | 239.00 |
| Masa muestra seca + bandeja | g | 3,542.00 | 4,068.00 | 3,230.00 |
| Peso específico de masa | | 2.36 | 2.36 | 2.35 |
| Coeficiente Temperatura (K) | | 1.00090 | 1.00090 | 1.00090 |
| $G_{20°C}$ | | 2.36 | 2.36 | 2.35 |
| Peso específico de masa promedio | | | 2.36 | |
| Peso específico de masa saturada con superficie seca | | 2.43 | 2.44 | 2.43 |
| Peso específico aparente | | 2.54 | 2.57 | 2.56 |
| Absorción | % | 3.0 | 3.5 | 3.4 |
| Promedio de Absorción | % | | 3.3 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

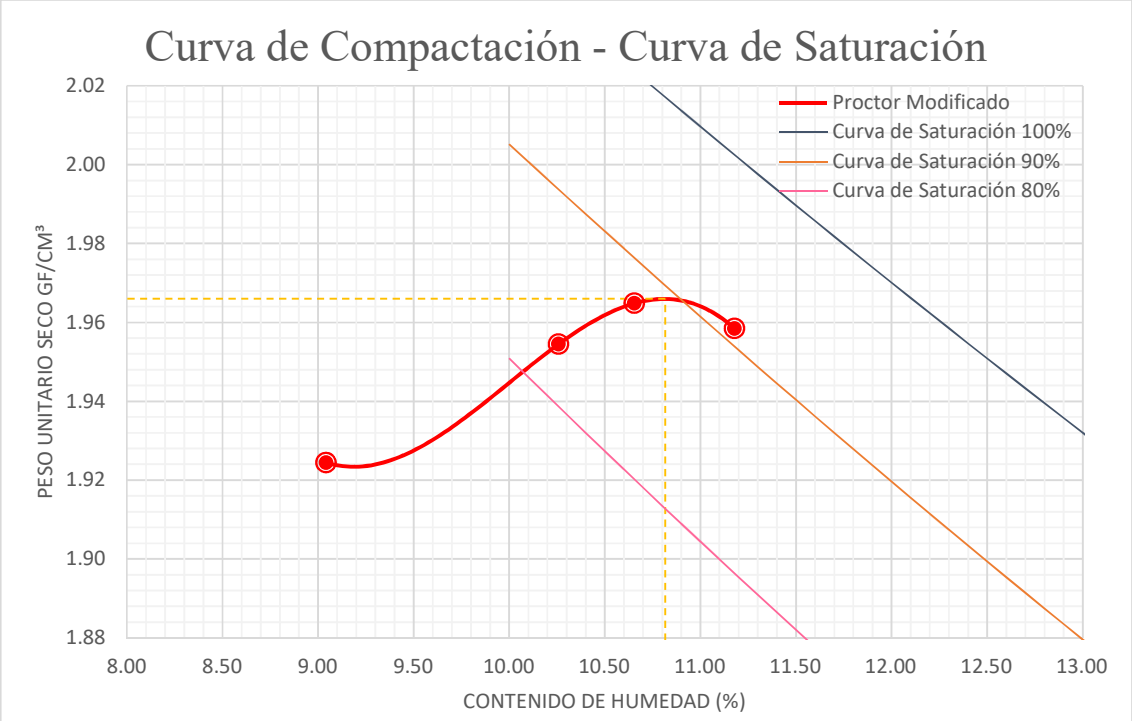
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.6.Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 4")

**Proctor Modificado - Subrasante 1 (Muestra 1)**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 5,809.50 | 371.00 | 877.50 | 835.50 | 4 |
| 5,719.00 | 374.00 | 1,459.50 | 1,358.50 | 3 |
| 5,880.50 | 340.50 | 932.50 | 875.50 | 4 |
| 5,883.50 | 334.00 | 1,428.00 | 1,318.00 | 4 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 10.0% | 42.00 | 464.50 | 9.04 | 1,967.50 | 2.10 | 1.92 |
| 11.0% | 101.00 | 984.50 | 10.26 | 2,017.75 | 2.16 | 1.95 |
| 11.5% | 57.00 | 535.00 | 10.65 | 2,038.50 | 2.17 | 1.96 |
| 13.0% | 110.00 | 984.00 | 11.18 | 2,041.50 | 2.18 | 1.96 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 10.8 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.97 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

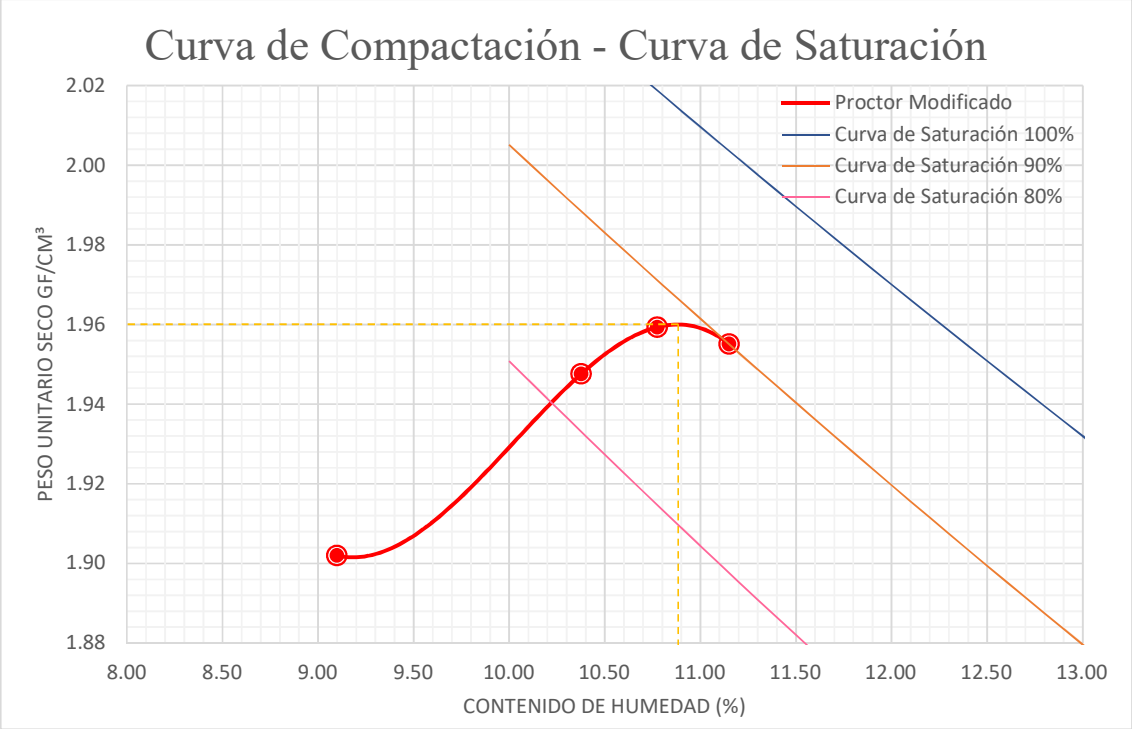
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado - Subrasante 1 (Muestra 2)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 5,787.50 | 375.00 | 980.50 | 930.00 | 4 |
| 5,857.50 | 374.50 | 1,417.00 | 1,319.00 | 4 |
| 5,877.00 | 336.50 | 1,359.50 | 1,260.00 | 4 |
| 5,879.50 | 375.00 | 1,466.50 | 1,357.00 | 4 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 9.5% | 50.50 | 555.00 | 9.10 | 1,945.50 | 2.08 | 1.90 |
| 10.5% | 98.00 | 944.50 | 10.38 | 2,015.50 | 2.15 | 1.95 |
| 11.0% | 99.50 | 923.50 | 10.77 | 2,035.00 | 2.17 | 1.96 |
| 13.0% | 109.50 | 982.00 | 11.15 | 2,037.50 | 2.17 | 1.96 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 10.9 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.96 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

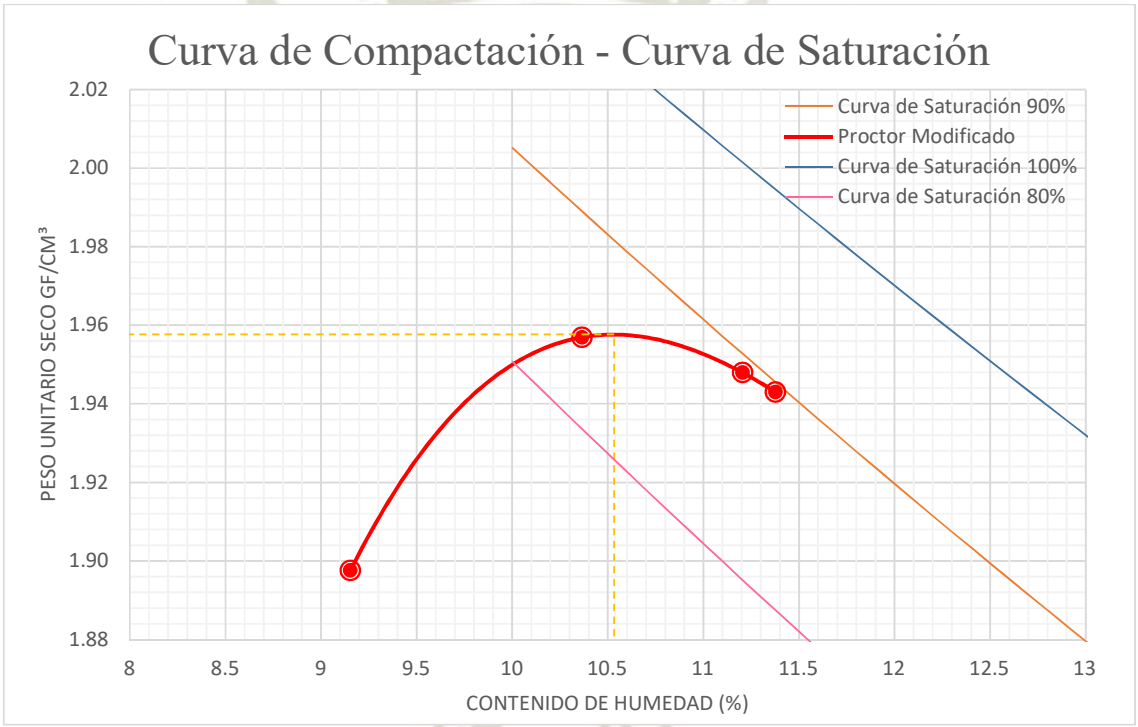
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado - Subrasante 1 (Muestra 3)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 5,784.00 | 378.00 | 1,016.00 | 962.50 | 4 |
| 5,867.00 | 372.50 | 1,006.00 | 946.50 | 4 |
| 5,873.00 | 334.50 | 1,386.50 | 1,280.50 | 4 |
| 5,871.00 | 375.00 | 1,466.50 | 1,355.00 | 4 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 9.5% | 53.50 | 584.50 | 9.15 | 1,942.00 | 2.07 | 1.90 |
| 10.5% | 59.50 | 574.00 | 10.37 | 2,025.00 | 2.16 | 1.96 |
| 12.0% | 106.00 | 946.00 | 11.21 | 2,031.00 | 2.17 | 1.95 |
| 13.0% | 111.50 | 980.00 | 11.38 | 2,029.00 | 2.16 | 1.94 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| Contenido Óptimo de Agua | % | 10.5 |
| Peso Unitario Seco Máximo | gf/cm³ | 1.96 |
| Gravedad Específica | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

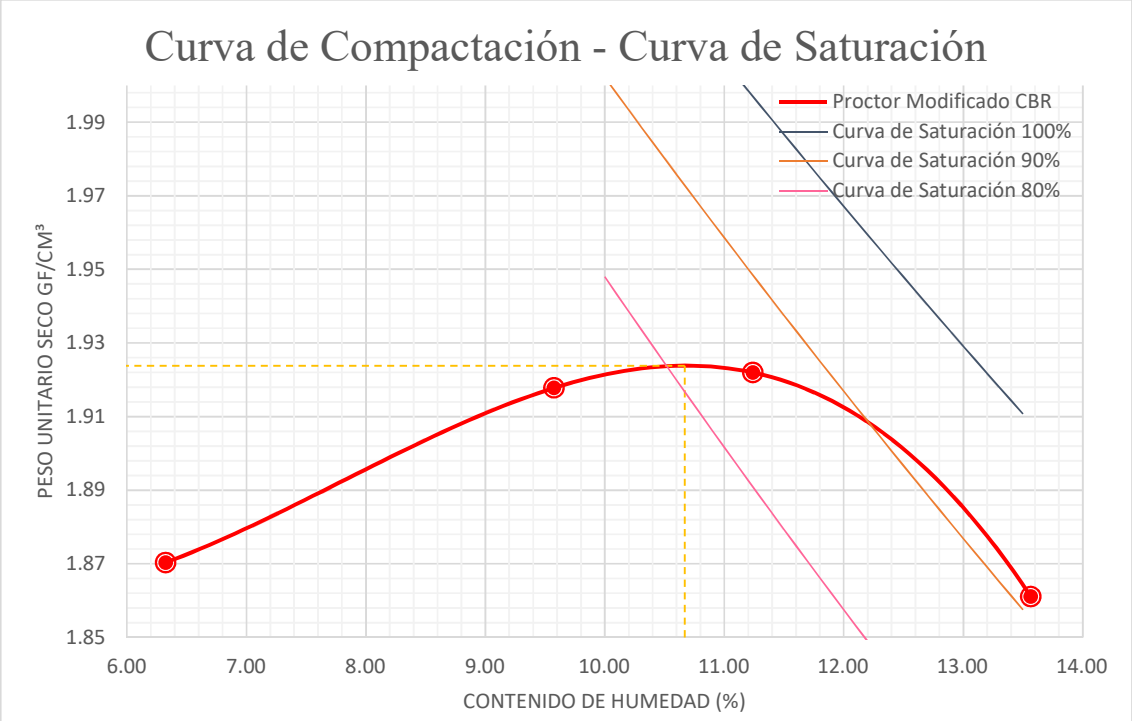
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.7.Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")

**Proctor Modificado CBR - Subrasante 1(Muestra 1)**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,707.50 | 374.50 | 685.50 | 667.00 | 1 |
| 11,144.00 | 371.50 | 772.00 | 737.00 | 2 |
| 11,023.00 | 336.50 | 579.00 | 554.50 | 1 |
| 11,169.50 | 333.50 | 593.00 | 562.00 | 2 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 6.0% | 18.50 | 292.50 | 6.32 | 4,201.00 | 1.99 | 1.87 |
| 8.0% | 35.00 | 365.50 | 9.58 | 4,425.50 | 2.10 | 1.92 |
| 10.0% | 24.50 | 218.00 | 11.24 | 4,516.50 | 2.14 | 1.92 |
| 12.0% | 31.00 | 228.50 | 13.57 | 4,451.00 | 2.11 | 1.86 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| Contenido Óptimo de Agua | % | 10.7 |
| Peso Unitario Seco Máximo | gf/cm³ | 1.92 |
| Gravedad Específica | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

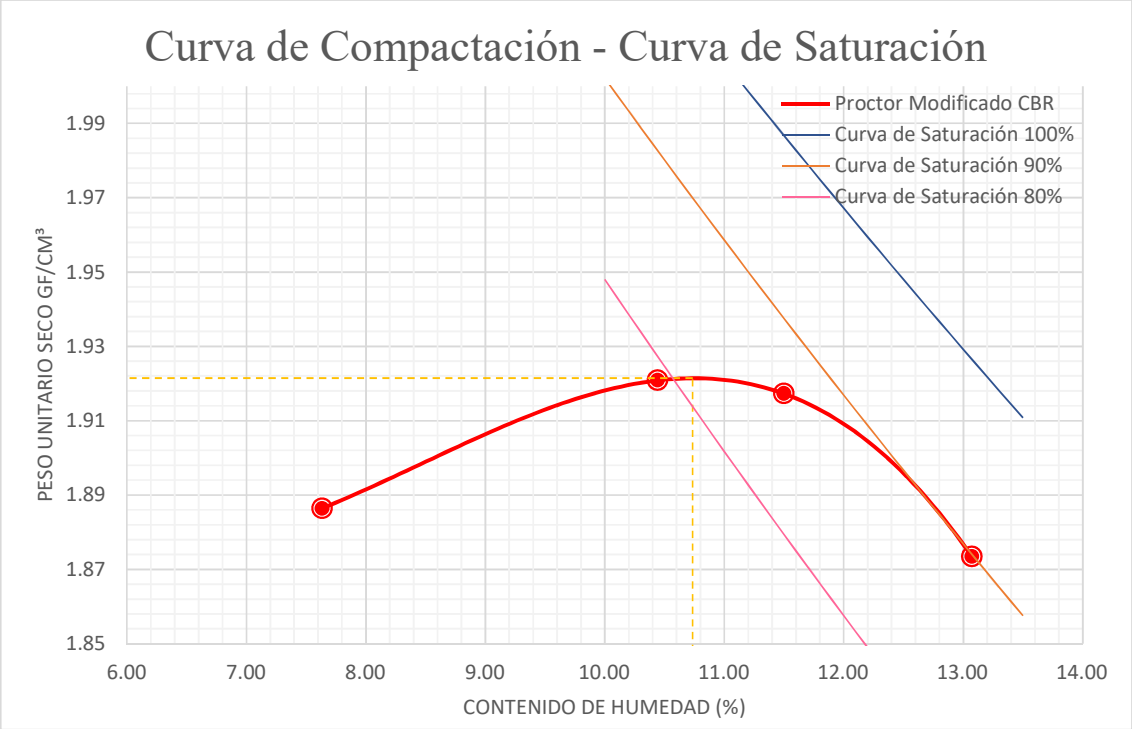
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Subrasante 1 (Muestra 2)

| Cantidad de Agua | Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | Molde Usado |
|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | |
| 7.0% | 10,994.50 | 375.00 | 593.50 | 578.00 | 2 |
| 9.0% | 10,988.00 | 372.00 | 610.00 | 587.50 | 1 |
| 11.0% | 11,220.50 | 338.00 | 609.50 | 581.50 | 2 |
| 12.5% | 11,179.50 | 333.50 | 593.00 | 563.00 | 2 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 7.0% | 15.50 | 203.00 | 7.64 | 4,276.00 | 2.03 | 1.89 |
| 9.0% | 22.50 | 215.50 | 10.44 | 4,481.50 | 2.12 | 1.92 |
| 11.0% | 28.00 | 243.50 | 11.50 | 4,502.00 | 2.14 | 1.92 |
| 12.5% | 30.00 | 229.50 | 13.07 | 4,461.00 | 2.12 | 1.87 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 10.7 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.92 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

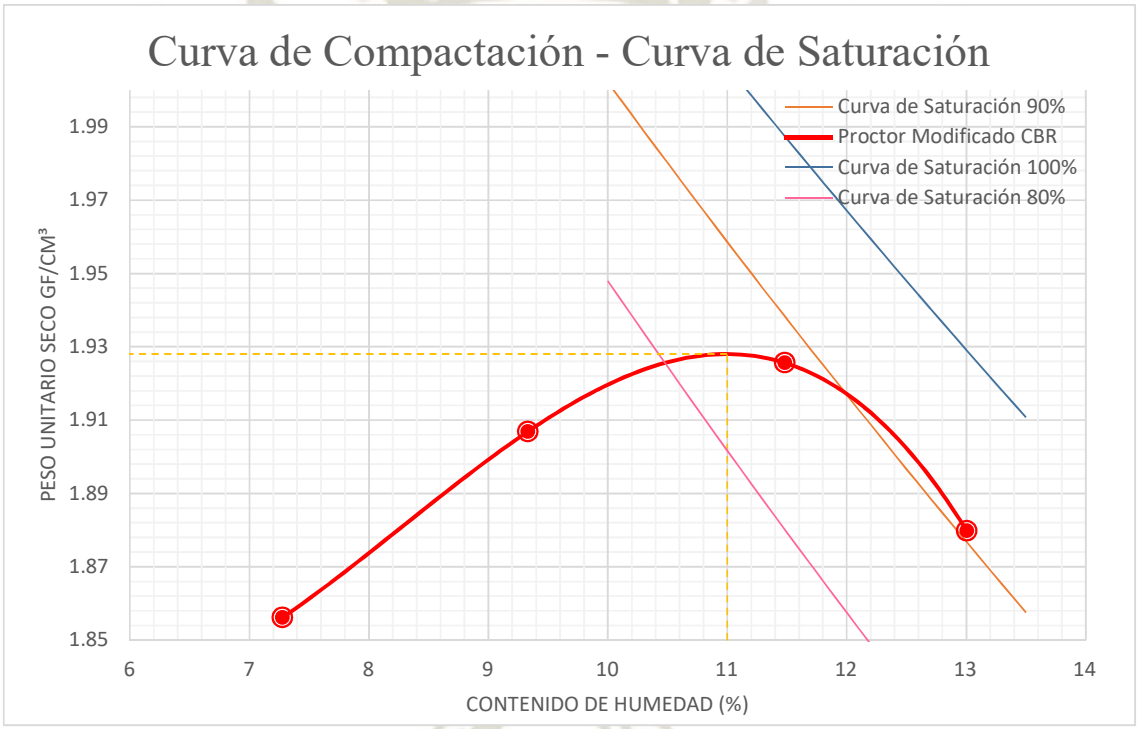
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Subrasante 1 (Muestra 3)

| Cantidad de Agua | Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | Molde Usado |
|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | |
| 6.5% | 10,713.00 | 119.50 | 318.50 | 305.00 | 1 |
| 7.5% | 11,109.00 | 375.00 | 603.50 | 584.00 | 2 |
| 9.5% | 11,041.50 | 233.00 | 500.00 | 472.50 | 1 |
| 11.5% | 11,192.00 | 115.00 | 423.50 | 388.00 | 2 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 6.5% | 13.50 | 185.50 | 7.28 | 4,206.50 | 1.99 | 1.86 |
| 7.5% | 19.50 | 209.00 | 9.33 | 4,390.50 | 2.08 | 1.91 |
| 9.5% | 27.50 | 239.50 | 11.48 | 4,535.00 | 2.15 | 1.93 |
| 11.5% | 35.50 | 273.00 | 13.00 | 4,473.50 | 2.12 | 1.88 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 11.0 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.93 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.8.Ensayo de CBR

| CBR - Subrasante 1 Muestra N°1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.23 | 15.22 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.57 | 17.80 | 17.82 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 8,963.00 | 7,991.50 | 7,661.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.13 | 6.13 | 6.17 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,084.00 | 12,396.00 | 12,131.50 |
| | | Masa del envase | g | 372.50 | 337.00 | 372.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 597.50 | 504.00 | 929.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 575.00 | 488.00 | 878.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 8.51 | 6.00 | 9.23 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 8.15 | 6.02 | 9.00 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,184.00 | 12,481.00 | 12,200.50 |
| | | Masa del envase | g | 372.50 | 336.50 | 372.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,031.50 | 1,057.00 | 1,078.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 961.00 | 984.50 | 1,008.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,084.77 | 2,126.25 | 2,119.42 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,078.21 | 2,126.62 | 2,115.24 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 225.00 | 167.00 | 556.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 202.50 | 151.00 | 505.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.1 | 10.6 | 10.1 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | -2.8 | 1.9 | 7.0 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.98 | 2.07 | 2.11 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.78 | 1.87 | 1.92 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 659.00 | 720.50 | 705.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 588.50 | 648.00 | 635.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 12.0 | 11.2 | 11.0 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.03 | 2.11 | 2.15 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.81 | 1.90 | 1.93 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 114.40 | 116.73 | 116.49 |
| | | Expansión | % | -0.31 | 0.02 | -0.20 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 114.04 | 116.75 | 116.26 |

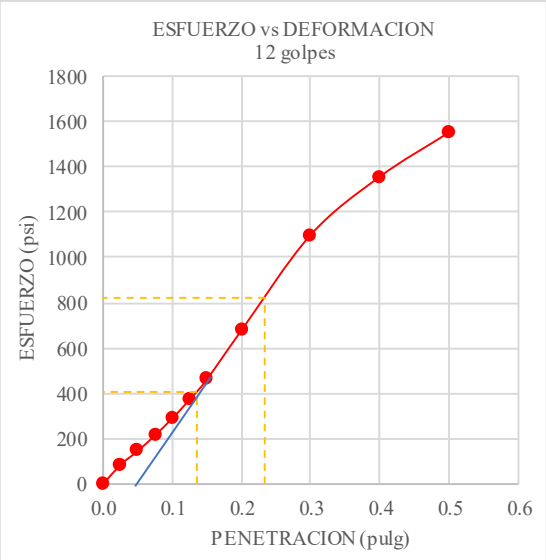
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 12 | 10 | 38 | 1.12 | 1.03 | 2.31 | 251.48 | 230.93 | 518.60 | 83.83 | 76.98 | 172.87 |
| 1.27 | 0.050 | 30 | 45 | 94 | 1.94 | 2.63 | 4.87 | 436.41 | 590.51 | 1093.92 | 145.47 | 196.84 | 364.64 |
| 1.9 | 0.075 | 50 | 95 | 157 | 2.86 | 4.91 | 7.75 | 641.88 | 1104.19 | 1741.16 | 213.96 | 368.06 | 580.39 |
| 2.54 | 0.100 | 72 | 145 | 230 | 3.86 | 7.20 | 11.08 | 867.90 | 1617.87 | 2491.13 | 289.30 | 539.29 | 830.38 |
| 3.17 | 0.125 | 96 | 195 | 300 | 4.96 | 9.48 | 14.28 | 1114.47 | 2131.56 | 3210.29 | 371.49 | 710.52 | 1070.10 |
| 3.81 | 0.150 | 122 | 250 | 368 | 6.15 | 12.00 | 17.39 | 1381.58 | 2696.61 | 3908.89 | 460.53 | 898.87 | 1302.96 |
| 5.08 | 0.200 | 185 | 338 | 480 | 9.03 | 16.02 | 22.51 | 2028.82 | 3600.69 | 5059.54 | 676.27 | 1200.23 | 1686.51 |
| 7.62 | 0.300 | 308 | 485 | 650 | 14.65 | 22.74 | 30.29 | 3292.48 | 5110.91 | 6806.06 | 1097.49 | 1703.64 | 2268.69 |
| 10.16 | 0.400 | 383 | | | 18.08 | | | 4063.00 | | | 1354.33 | | |
| 12.7 | 0.500 | 440 | | | 20.69 | | | 4648.60 | | | 1549.53 | | |

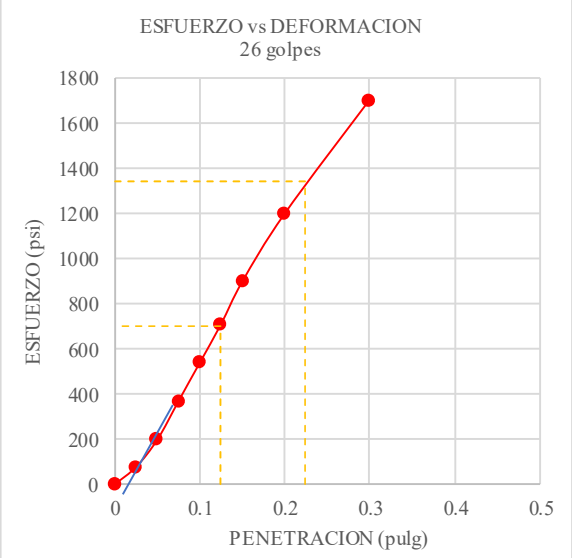


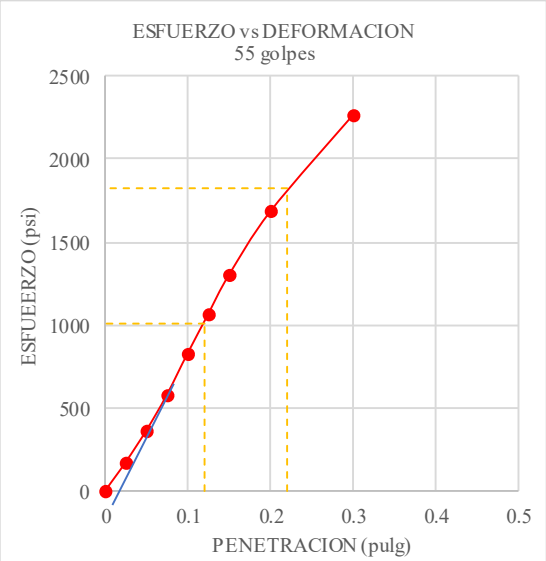
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

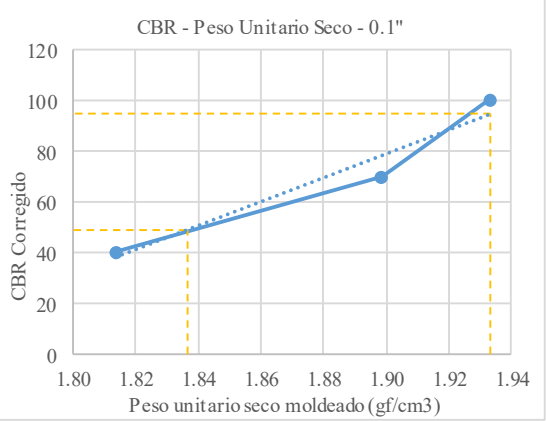
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

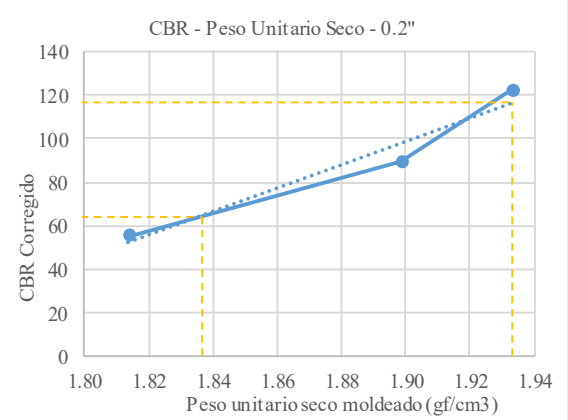



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.81 | 1.90 | 1.93 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.84 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 405.00 | 700.00 | 1,005.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 825.00 | 1,338.00 | 1,830.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 40.50 | 70.00 | 100.50 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 55.00 | 89.20 | 122.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 95.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 49.1% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 116.5% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 63.7% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante 1 Muestra N°2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.21 | 15.22 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.78 | 17.80 | 17.82 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,134.00 | 9,211.00 | 8,089.50 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.17 | 6.17 | 6.13 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,309.00 | 13,642.50 | 12,677.00 |
| | | Masa del envase | g | 338.50 | 372.00 | 375.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 576.50 | 542.50 | 609.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 554.00 | 525.00 | 585.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 5.67 | 6.33 | 5.31 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 4.82 | 6.14 | 5.29 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,425.50 | 13,686.00 | 12,631.50 |
| | | Masa del envase | g | 338.00 | 372.50 | 375.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,052.50 | 1,150.00 | 1,084.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 975.50 | 1,074.00 | 1,018.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,114.65 | 2,114.03 | 2,125.91 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,099.16 | 2,110.57 | 2,125.55 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 238.00 | 170.50 | 234.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 215.50 | 153.00 | 210.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.4 | 11.4 | 11.7 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | 3.4 | -5.6 | -7.4 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.97 | 2.10 | 2.16 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.79 | 1.88 | 1.93 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 714.50 | 777.50 | 709.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 637.50 | 701.50 | 643.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 12.1 | 10.8 | 10.3 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.04 | 2.12 | 2.14 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.82 | 1.91 | 1.94 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.07 | 116.28 | 116.88 |
| | | Expansión | % | -0.73 | -0.16 | -0.02 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 115.22 | 116.09 | 116.86 |

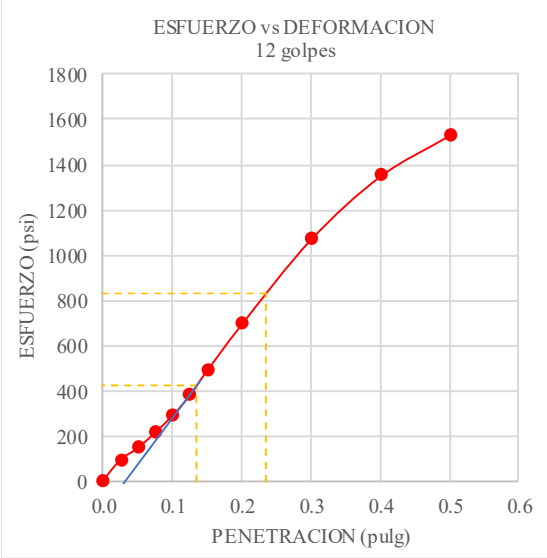
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 15 | 45.1 | 15 | 1.26 | 0.44 | 1.26 | 282.30 | 99.43 | 282.30 | 94.10 | 33.14 | 94.10 |
| 1.27 | 0.050 | 30 | 200 | 60 | 1.94 | 1.96 | 3.31 | 436.41 | 440.92 | 744.62 | 145.47 | 146.97 | 248.21 |
| 1.9 | 0.075 | 50 | 387 | 135 | 2.86 | 3.80 | 6.74 | 641.88 | 853.19 | 1515.14 | 213.96 | 284.40 | 505.05 |
| 2.54 | 0.100 | 72 | 625 | 222 | 3.86 | 6.13 | 10.72 | 867.90 | 1377.89 | 2408.94 | 289.30 | 459.30 | 802.98 |
| 3.17 | 0.125 | 98 | 950 | 308 | 5.05 | 9.32 | 14.65 | 1135.01 | 2094.39 | 3292.48 | 378.34 | 698.13 | 1097.49 |
| 3.81 | 0.150 | 130 | 1295 | 390 | 6.51 | 12.70 | 18.40 | 1463.77 | 2854.98 | 4134.91 | 487.92 | 951.66 | 1378.30 |
| 5.08 | 0.200 | 190 | 1812 | 525 | 9.26 | 17.78 | 24.57 | 2080.19 | 3994.77 | 5521.86 | 693.40 | 1331.59 | 1840.62 |
| 7.62 | 0.300 | 300 | 2400 | 645 | 14.28 | 23.54 | 30.06 | 3210.29 | 5291.09 | 6754.69 | 1070.10 | 1763.70 | 2251.56 |
| 10.16 | 0.400 | 382 | | | 18.03 | | | 4052.73 | | | 1350.91 | | |
| 12.7 | 0.500 | 435 | | | 20.46 | | | 4597.23 | | | 1532.41 | | |

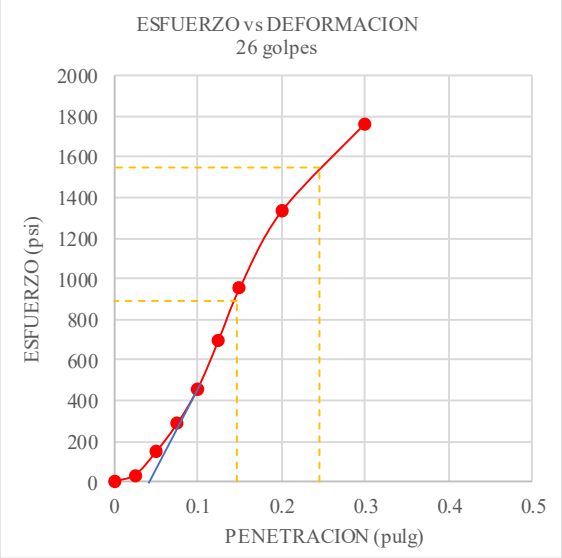


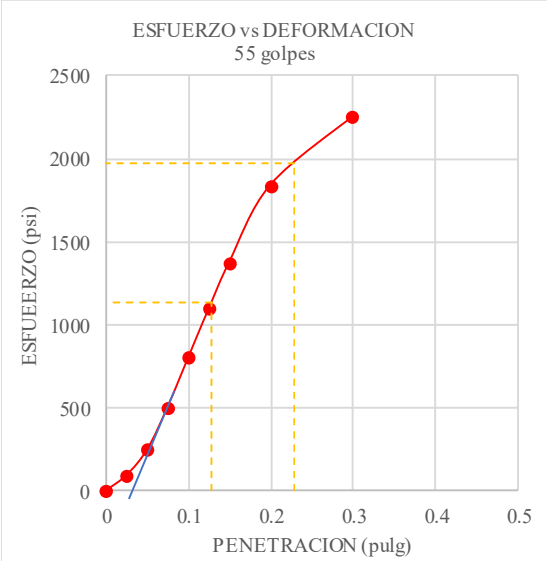
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

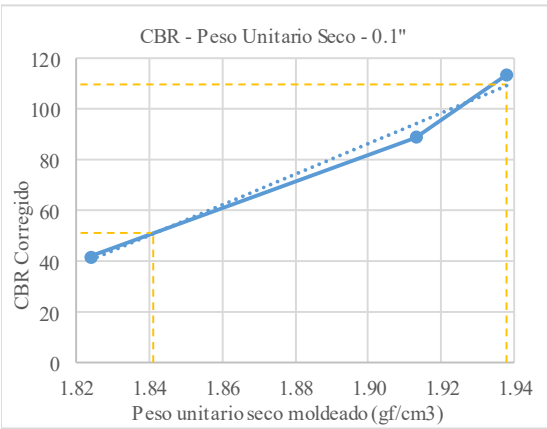
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

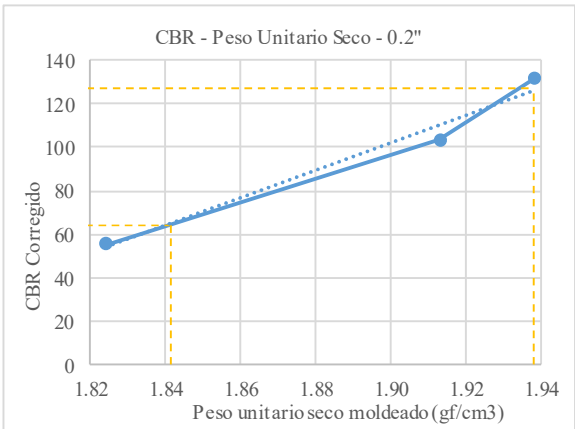



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.82 | 1.91 | 1.94 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.84 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 420.00 | 890.00 | 1,140.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 827.00 | 1,550.00 | 1,970.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 42.00 | 89.00 | 114.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 55.13 | 103.33 | 131.33 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 110.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 51.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 127.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 64.4% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante 1 Muestra N°3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.22 | 15.20 | 15.23 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.81 | 17.86 | 17.58 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 9,040.00 | 7,742.00 | 8,953.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.13 | 6.17 | 6.13 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,207.50 | 12,168.00 | 13,361.00 |
| | | Masa del envase | g | 119.00 | 375.00 | 373.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 368.00 | 579.00 | 807.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 345.00 | 558.00 | 765.50 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 7.89 | 8.71 | 5.73 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 6.59 | 8.08 | 5.69 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,356.00 | 12,189.00 | 13,451.00 |
| | | Masa del envase | g | 373.50 | 374.50 | 373.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 950.50 | 1,045.50 | 1,111.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 881.50 | 978.00 | 1,036.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,125.12 | 2,120.96 | 2,087.41 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,101.46 | 2,109.53 | 2,086.68 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 249.00 | 204.00 | 433.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 226.00 | 183.00 | 392.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.2 | 11.5 | 10.6 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | 6.1 | -5.9 | 2.0 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.96 | 2.09 | 2.11 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.78 | 1.87 | 1.91 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 577.00 | 671.00 | 737.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 508.00 | 603.50 | 662.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 13.6 | 11.2 | 11.3 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.05 | 2.11 | 2.16 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.81 | 1.90 | 1.94 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.76 | 116.93 | 114.53 |
| | | Expansión | % | -1.11 | -0.54 | -0.03 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 115.46 | 116.30 | 114.49 |

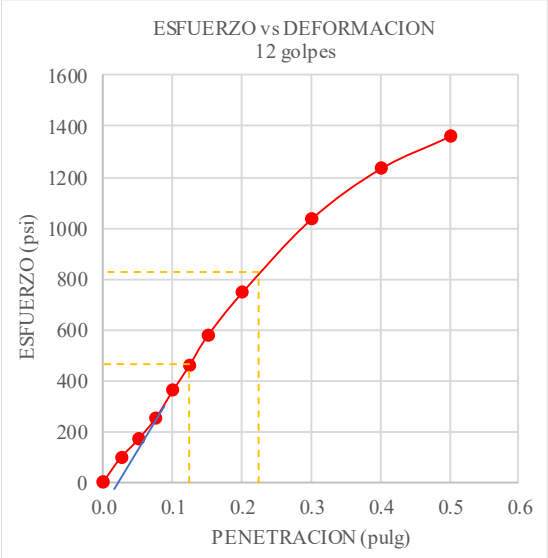
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 15 | 19 | 54 | 1.26 | 1.44 | 3.04 | 282.30 | 323.40 | 682.97 | 94.10 | 107.80 | 227.66 |
| 1.27 | 0.050 | 36 | 48 | 138 | 2.22 | 2.76 | 6.88 | 498.05 | 621.33 | 1545.96 | 166.02 | 207.11 | 515.32 |
| 1.9 | 0.075 | 60 | 85 | 224 | 3.31 | 4.46 | 10.81 | 744.62 | 1001.46 | 2429.49 | 248.21 | 333.82 | 809.83 |
| 2.54 | 0.100 | 92 | 138 | 306 | 4.78 | 6.88 | 14.56 | 1073.37 | 1545.96 | 3271.93 | 357.79 | 515.32 | 1090.64 |
| 3.17 | 0.125 | 122 | 190 | 381 | 6.15 | 9.26 | 17.99 | 1381.58 | 2080.19 | 4042.45 | 460.53 | 693.40 | 1347.48 |
| 3.81 | 0.150 | 155 | 240 | 446 | 7.66 | 11.54 | 20.96 | 1720.61 | 2593.87 | 4710.24 | 573.54 | 864.62 | 1570.08 |
| 5.08 | 0.200 | 205 | 324 | 546 | 9.94 | 15.38 | 25.53 | 2234.29 | 3456.85 | 5737.60 | 744.76 | 1152.28 | 1912.53 |
| 7.62 | 0.300 | 290 | 445 | 687 | 13.83 | 20.91 | 31.98 | 3107.55 | 4699.96 | 7186.18 | 1035.85 | 1566.65 | 2395.39 |
| 10.16 | 0.400 | 348 | | | 16.48 | | | 3703.42 | | | 1234.47 | | |
| 12.7 | 0.500 | 385 | | | 18.17 | | | 4083.55 | | | 1361.18 | | |

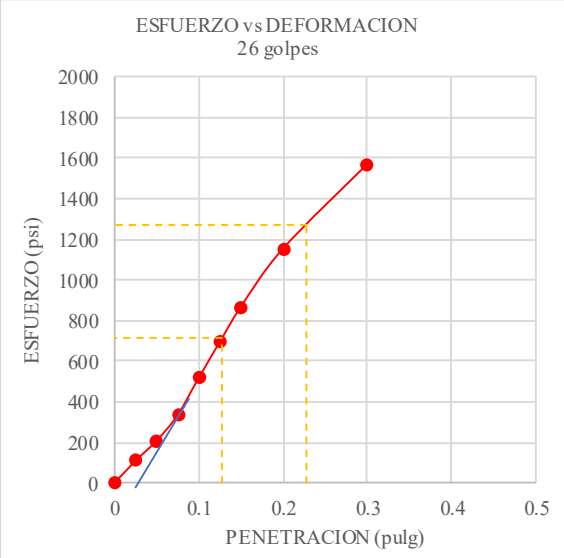


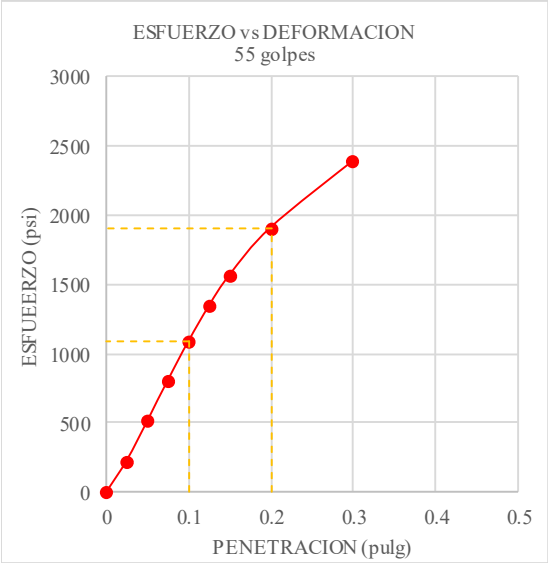
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

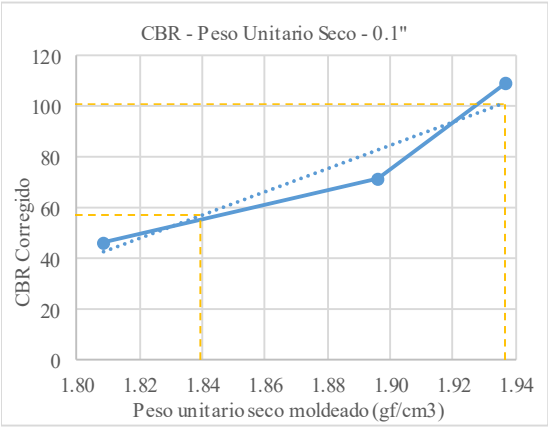
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

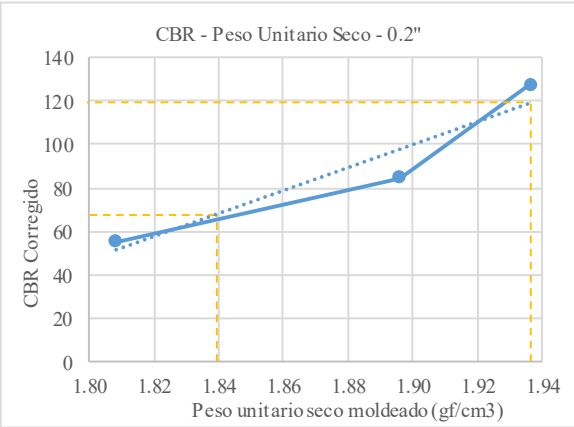



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.81 | 1.90 | 1.94 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.84 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 465.00 | 715.00 | 1,090.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 830.00 | 1,270.00 | 1,912.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 46.50 | 71.50 | 109.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 55.33 | 84.67 | 127.47 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 101.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 57.2% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 119.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 67.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

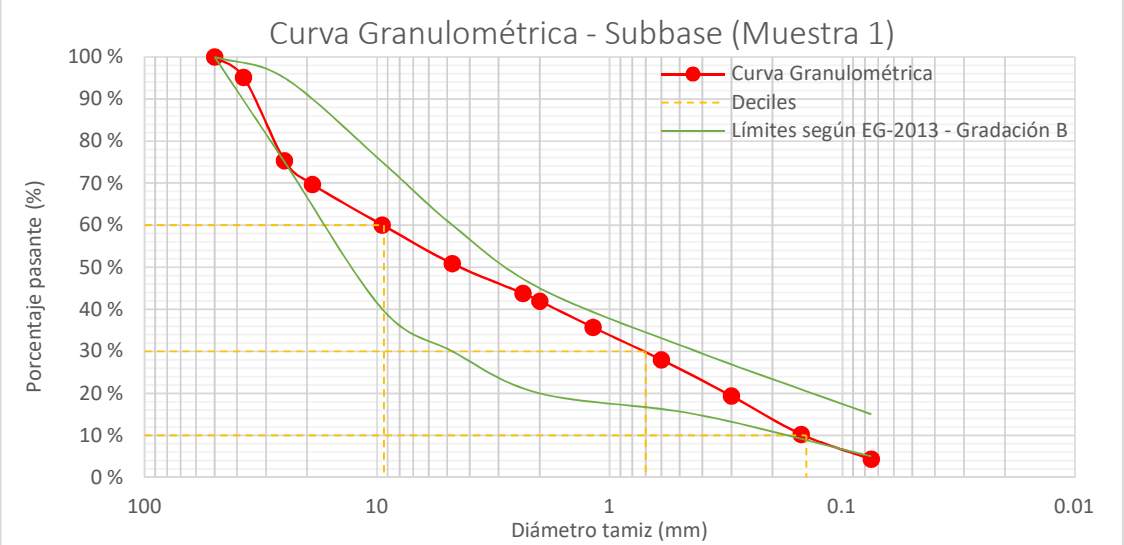
## 2. Material subbase para pavimento urbano

### 2.1.Análisis granulométrico

**Análisis Granulométrico - Subbase (Muestra 1)**

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,238.00 | 4,378.00 | 137.72 | 0.12 | 0.39 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 420.00 | 4.88 | 4.88 | 95.12 | |
| 1" | 25 | 1,703.50 | 19.78 | 24.66 | 75.34 | 49.16 |
| 3/4" | 19 | 486.00 | 5.64 | 30.30 | 69.70 | |
| 3/8" | 9.5 | 831.00 | 9.65 | 39.95 | 60.05 | |
| N° 4 | 4.75 | 792.50 | 9.20 | 49.16 | 50.84 | |
| N° 8 | 2.36 | 607.65 | 7.06 | 56.21 | 43.79 | |
| N° 10 | 2 | 159.89 | 1.86 | 58.07 | 41.93 | |
| N° 16 | 1.18 | 535.84 | 6.22 | 64.29 | 35.71 | |
| N° 30 | 0.6 | 663.82 | 7.71 | 72.00 | 28.00 | 46.49 |
| N° 50 | 0.3 | 738.82 | 8.58 | 80.58 | 19.42 | |
| N° 100 | 0.15 | 789.88 | 9.17 | 89.76 | 10.24 | |
| N° 200 | 0.075 | 507.12 | 5.89 | 95.65 | 4.35 | |
| Fondo | | 374.99 | 4.35 | 100.00 | 0.00 | 4.35 |
| | | 8,611.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.14 | | |
| **30** | 0.70 | 0.37 | 65.38 |
| **60** | 9.35 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

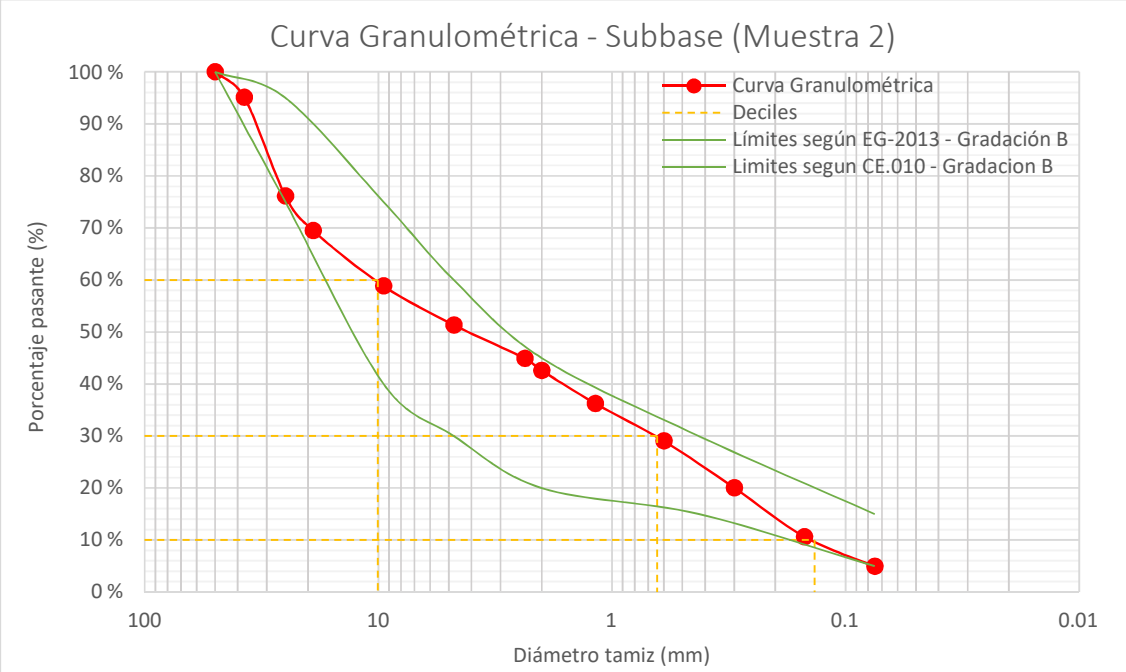
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subbase (Muestra 2)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,131.50 | 4,347.00 | 121.22 | 0.19 | 0.26 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 415.50 | 4.91 | 4.91 | 95.09 | |
| 1" | 25 | 1,608.00 | 18.98 | 23.89 | 76.11 | 48.68 |
| 3/4" | 19 | 563.50 | 6.65 | 30.54 | 69.46 | |
| 3/8" | 9.5 | 901.50 | 10.64 | 41.18 | 58.82 | |
| N° 4 | 4.75 | 635.00 | 7.50 | 48.68 | 51.32 | |
| N° 8 | 2.36 | 545.04 | 6.43 | 55.12 | 44.88 | |
| N° 10 | 2 | 196.30 | 2.32 | 57.43 | 42.57 | |
| N° 16 | 1.18 | 536.05 | 6.33 | 63.76 | 36.24 | |
| N° 30 | 0.6 | 612.27 | 7.23 | 70.99 | 29.01 | 46.43 |
| N° 50 | 0.3 | 762.19 | 9.00 | 79.99 | 20.01 | |
| N° 100 | 0.15 | 798.14 | 9.42 | 89.41 | 10.59 | |
| N° 200 | 0.075 | 482.48 | 5.70 | 95.11 | 4.89 | |
| Fondo | | 414.53 | 4.89 | 100.00 | 0.00 | 4.89 |
| | | 8,470.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.14 | | |
| **30** | 0.64 | 0.30 | 73.90 |
| **60** | 10.05 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

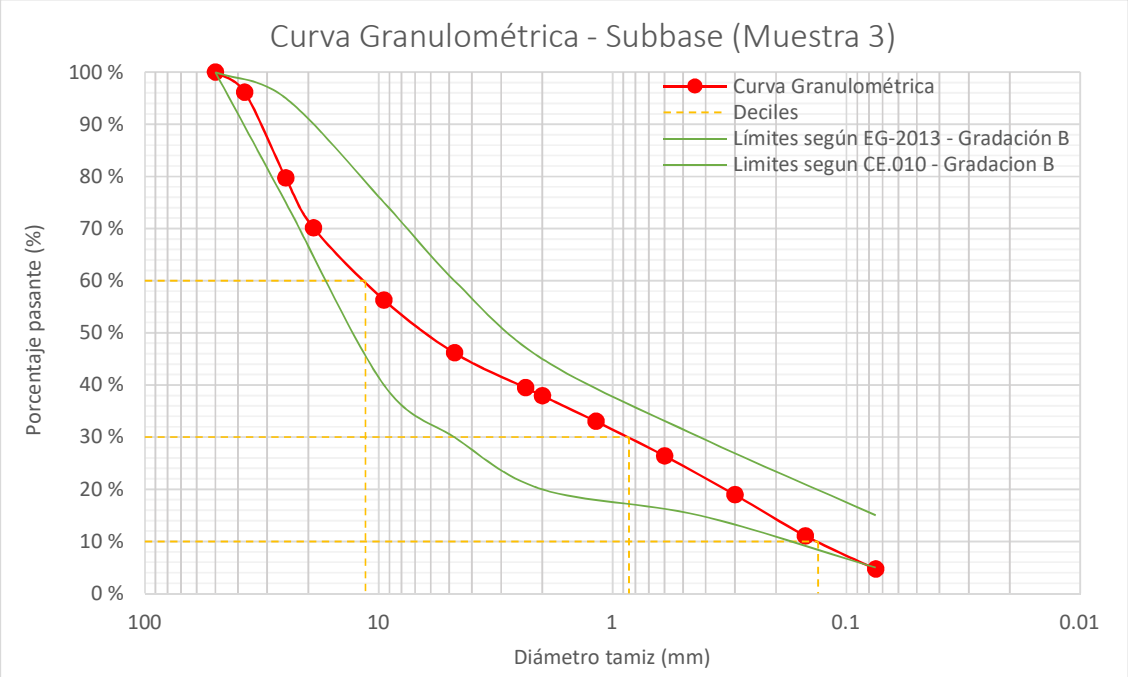
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subbase (Muestra 3)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,229.00 | 3,620.00 | 131.15 | 0.11 | 0.81 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 302.00 | 3.85 | 3.85 | 96.15 | |
| 1" | 25 | 1,290.00 | 16.44 | 20.29 | 79.71 | 53.85 |
| 3/4" | 19 | 753.00 | 9.60 | 29.89 | 70.11 | |
| 3/8" | 9.5 | 1,083.50 | 13.81 | 43.71 | 56.29 | |
| N° 4 | 4.75 | 796.00 | 10.15 | 53.85 | 46.15 | |
| N° 8 | 2.36 | 523.42 | 6.67 | 60.53 | 39.47 | |
| N° 10 | 2 | 120.77 | 1.54 | 62.07 | 37.93 | |
| N° 16 | 1.18 | 386.24 | 4.92 | 66.99 | 33.01 | |
| N° 30 | 0.6 | 517.86 | 6.60 | 73.59 | 26.41 | 41.46 |
| N° 50 | 0.3 | 586.03 | 7.47 | 81.06 | 18.94 | |
| N° 100 | 0.15 | 617.20 | 7.87 | 88.93 | 11.07 | |
| N° 200 | 0.075 | 500.88 | 6.39 | 95.31 | 4.69 | |
| Fondo | | 367.59 | 4.69 | 100.00 | 0.00 | 4.69 |
| | | 7,844.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.13 | | |
| **30** | 0.85 | 0.48 | 86.36 |
| **60** | 11.40 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

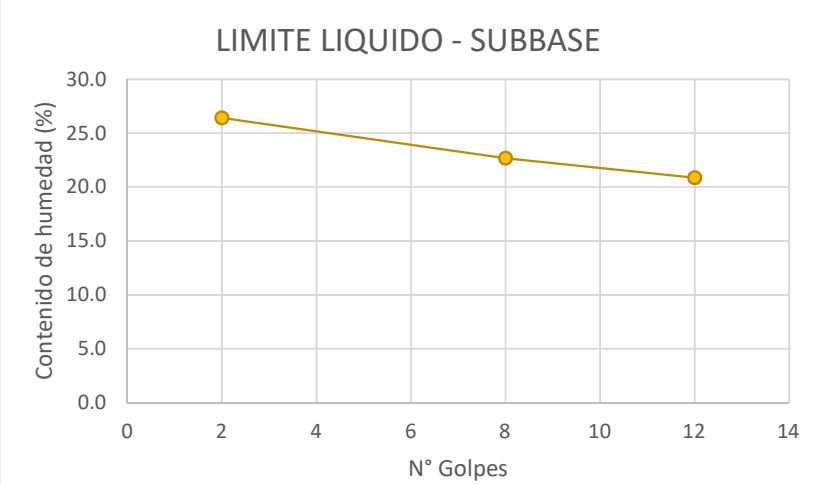
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.2.Determinación del límite liquido

**Límite Líquido - Subbase**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **N° Golpes** | - | 2 | 8 | 12 |
| **Masa bandeja** | g | 120.82 | 120.29 | 120.28 |
| **Masa muestra húmeda + bandeja** | g | 145.69 | 146.36 | 156.76 |
| **Masa muestra seco + bandeja** | g | 140.49 | 141.54 | 150.46 |
| **Contenido de Humedad** | % | 26.4 | 22.7 | 20.9 |

No se puede determinar






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 2.3.Gravedad especifica de solidos de suelo mediante picnómetro de agua

**Calibración de Fiolas para Gravedad Específica de Solidos de Suelos**

| N° Fiola | Masa Fiola | Masa fiola + agua | Temperatura | $\rho_{w,c}$ | Vp | Promedio Vp |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | g | g | °C | g/ml | ml | ml |
| 1 | 167.26 | 663.74 | 29.6 | 0.99577 | 498.59 | 498.78 |
| | | 663.7 | 29 | 0.99595 | 498.46 | |
| | | 663.7 | 28.4 | 0.99612 | 498.37 | |
| | | 664.06 | 27.4 | 0.99641 | 498.59 | |
| | | 664.05 | 26.3 | 0.99671 | 498.43 | |
| | | 665.7 | 18.6 | 0.99848 | 499.20 | |
| | | 665.73 | 18.4 | 0.99852 | 499.21 | |
| | | 665.76 | 17.5 | 0.99869 | 499.15 | |
| | | 665.75 | 16.2 | 0.99891 | 499.03 | |
| 2 | 157.85 | 653.89 | 30.7 | 0.99544 | 498.31 | 498.50 |
| | | 653.88 | 30 | 0.99565 | 498.20 | |
| | | 654.19 | 29 | 0.99595 | 498.36 | |
| | | 654.49 | 28.6 | 0.99607 | 498.60 | |
| | | 654.48 | 27.7 | 0.99632 | 498.46 | |
| | | 655.78 | 18.8 | 0.99845 | 498.70 | |
| | | 655.8 | 18.7 | 0.99847 | 498.71 | |
| | | 655.79 | 18 | 0.99860 | 498.64 | |
| | | 655.81 | 16.7 | 0.99883 | 498.54 | |
| 3 | 156.13 | 652.18 | 30.9 | 0.99538 | 498.35 | 498.50 |
| | | 652.17 | 29.7 | 0.99574 | 498.16 | |
| | | 654.05 | 19.2 | 0.99837 | 498.73 | |
| | | 654.03 | 19 | 0.99841 | 498.69 | |
| | | 654.03 | 18 | 0.99860 | 498.60 | |
| | | 654.06 | 16.4 | 0.99888 | 498.49 | |



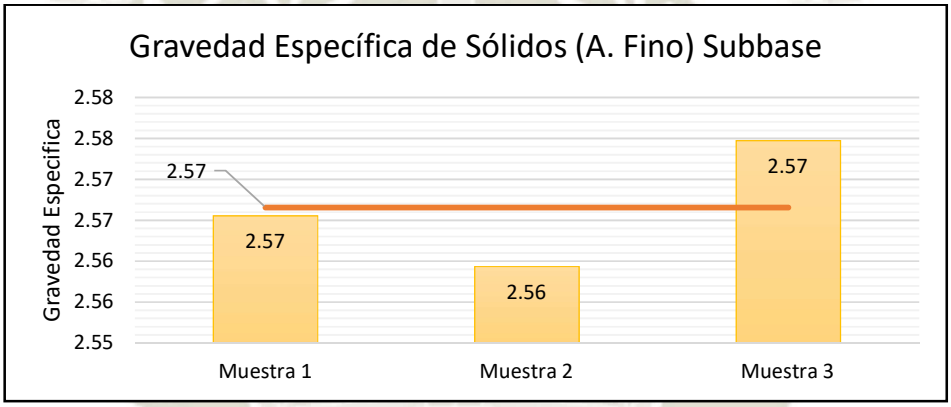
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

**Gravedad Específica de Sólidos (A. Fino) - Subbase**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa del suelo seco** | g | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| **Fiola usada** | - | 1 | 2 | 3 |
| **Masa fiola + suelo + agua** | g | 725.84 | 715.95 | 714.82 |
| **Temperatura** | °C | 22.00 | 22.40 | 21.00 |
| **Masa bandeja** | g | 166.50 | 164.50 | 164.50 |
| **Masa bandeja + muestra seca** | g | 266.29 | 264.18 | 264.53 |
| $M_{pw,t}$ | g | 664.93 | 655.20 | 653.63 |
| $G_t$ | | 2.57 | 2.56 | 2.58 |
| **Coeficiente Temperatura (K)** | | 0.99957 | 0.99947 | 0.99979 |
| $G_{20°C}$ | | 2.57 | 2.56 | 2.57 |
| **Gravedad específica promedio** | | | 2.57 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

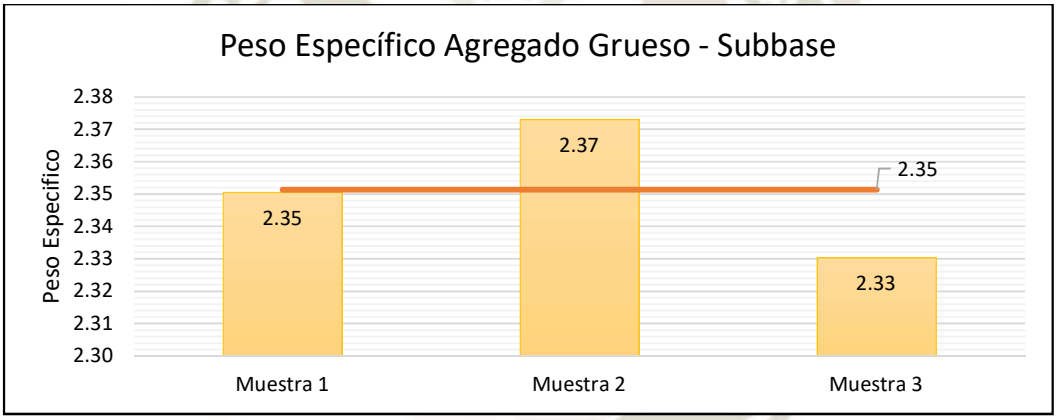
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.4.Peso específico y absorción de agregados gruesos

**Peso Específico Agregado Grueso -Subbase**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| Masa muestra superficial mente seca | g | 5,233.00 | 5,197.50 | 5,294.50 |
| Masa canastilla sumergida + gancho | g | 912.5 | 912.5 | 912.5 |
| Masa muestra sumergida + canastilla + gan. | g | 3,972.80 | 3,972.00 | 3,990.50 |
| Masa bandeja | g | 444.00 | 622.50 | 374.00 |
| Masa muestra seca + bandeja | g | 5,546.50 | 5,691.50 | 5,534.50 |
| Peso específico de masa | | 2.35 | 2.37 | 2.33 |
| Coeficiente Temperatura (K) | | 1.00090 | 1.00090 | 1.00090 |
| $G_{20°C}$ | | 2.35 | 2.37 | 2.33 |
| Peso específico de masa promedio | | | 2.35 | |
| Peso específico de masa saturada con superficie seca | | 2.41 | 2.43 | 2.39 |
| Peso específico aparente | | 2.50 | 2.52 | 2.48 |
| Absorción | % | 2.6 | 2.5 | 2.6 |
| Promedio de Absorción | % | | 2.6 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

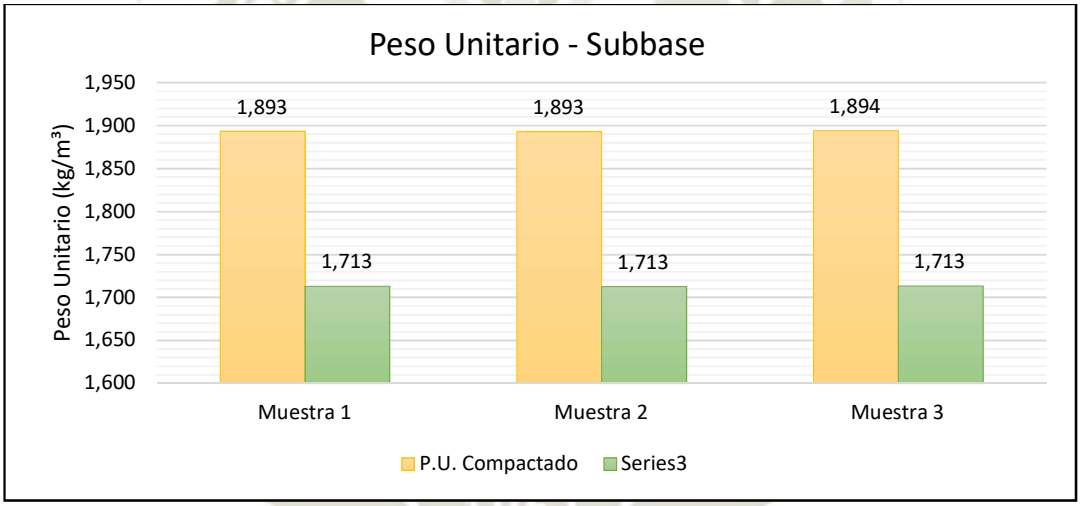
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.5.Peso unitario suelto y compactado

**Peso Unitario - Subbase**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa recipiente** | **kg** | | 5.20 | |
| **Masa recipiente + muestra suelta seca** | **kg** | 21.34 | 21.34 | 21.34 |
| **Masa recipiente + muestra compactada seca** | **kg** | 23.04 | 23.04 | 23.05 |
| **Volumen del recipiente** | **m³** | | 0.0094 | |
| **Peso unitario suelto seco** | **g/cm³** | 1.71 | 1.71 | 1.71 |
| **Peso unitario suelto seco** | **kg/m³** | 1,713 | 1,713 | 1,713 |
| **Promedio peso unitario suelto seco** | **kg/m³** | | 1,713 | |
| **Peso unitario compactado seco** | **g/cm³** | 1.89 | 1.89 | 1.89 |
| **Peso unitario compactado seco** | **kg/m³** | 1,893 | 1,893 | 1,894 |
| **Promedio peso unitario compactado seco** | **kg/m³** | | 1,893 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

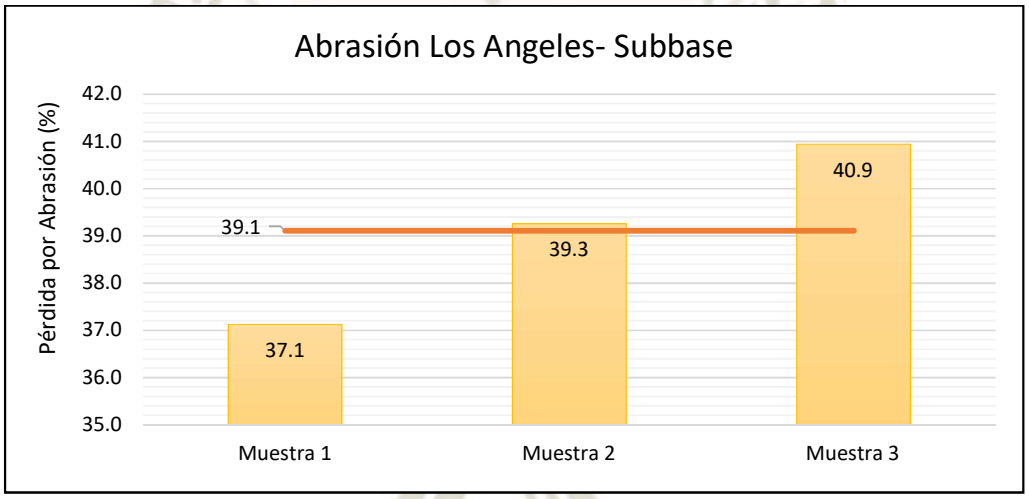
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 2.6.Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados

**Ensayo de Abrasión de Los Ángeles - Subbase**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa de la carga (esferas)** | **g** | 4,584.00 | 4,584.00 | 4,584.00 |
| **Masa material entre mallas 3/4" - 1/2"** | **g** | 2,494.00 | 2,501.00 | 2,500.50 |
| **Masa material entre mallas 1/2" - 3/8"** | **g** | 2500 | 2500.5 | 2499.5 |
| **Masa seco de la muestra** | **g** | 4,994.00 | 5,001.50 | 5,000.00 |
| **Masa material pasante tamiz N°12** | **g** | 1,816.50 | 1,959.50 | 2,030.50 |
| **Masa material retenido tamiz N°12** | **g** | 3,140.00 | 3,039.00 | 2,953.50 |
| **Masa envase** | **g** | 347.00 | 348.50 | 485.00 |
| **Masa seco retenido tamiz N°12 + envase** | **g** | 3,487.00 | 3,386.50 | 3,438.00 |
| **Porcentaje de perdida durante el ensayo** | **%** | 0.8 | 0.1 | 0.3 |
| **Porcentaje del peso retenido tamiz N°12** | **%** | 62.9 | 60.7 | 59.1 |
| **Perdida por abrasión** | **%** | 37.1 | 39.3 | 40.9 |
| **Promedio porcentaje perdido** | **%** | | 39.1 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 2.7.Partículas chatas y alargadas en agregados

**Partículas Chatas y Alargadas - Subbase (escala 1:3)**

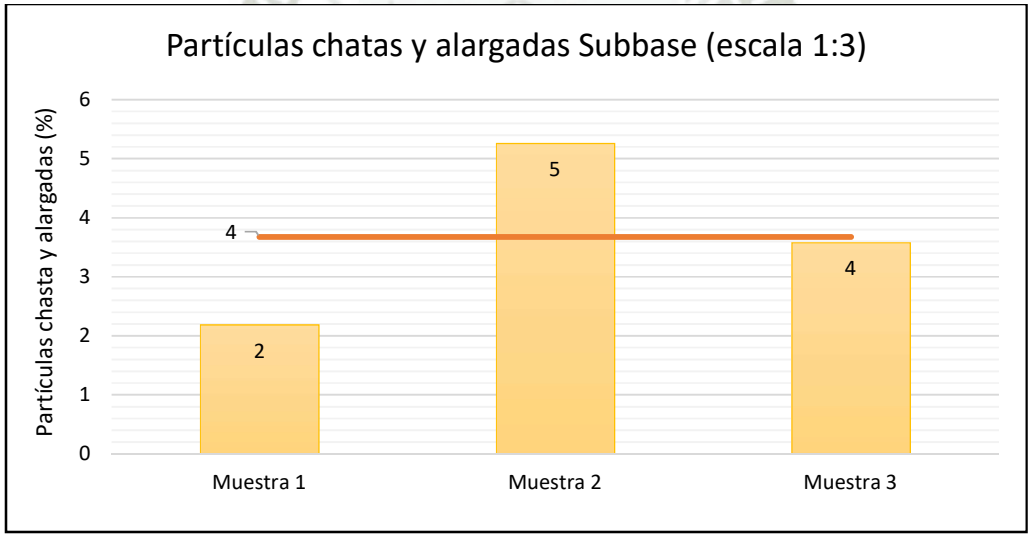
| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Partículas Chatas y Alargadas | conteo | - | 3 | 4 | 0 | 1 | - |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | conteo | - | 97 | 96 | 100 | 99 | - |
| Porcentaje Granulometría General | % | 4.54 | 18.40 | 7.30 | 7.96 | 3.41 | 8.95 |
| Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso | % | 8.99 | 36.40 | 14.43 | 15.74 | 6.74 | 17.70 |
| Partículas Chatas y Alargadas | % | 3 | 3 | 4 | 0 | 1 | 1 |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | % | 97 | 97 | 96 | 100 | 99 | 99 |
| Partículas chatas y alargadas general | % | | | 2 | | | |
| Partículas que no son chatas ni alargadas general | % | | | 98 | | | |

| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Partículas Chatas y Alargadas | conteo | - | 8 | 4 | 2 | 3 | - |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | conteo | - | 92 | 96 | 98 | 97 | - |
| Porcentaje Granulometría General | % | 4.54 | 18.40 | 7.30 | 7.96 | 3.41 | 8.95 |
| Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso | % | 8.99 | 36.40 | 14.43 | 15.74 | 6.74 | 17.70 |
| Partículas Chatas y Alargadas | % | 8 | 8 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | % | 92 | 92 | 96 | 98 | 97 | 97 |
| Partículas chatas y alargadas general | % | | | 5 | | | |
| Partículas que no son chatas ni alargadas general | % | | | 95 | | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **conteo** | - | 5 | 3 | 4 | 1 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **conteo** | - | 95 | 97 | 96 | 99 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 4.54 | 18.40 | 7.30 | 7.96 | 3.41 | 8.95 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 8.99 | 36.40 | 14.43 | 15.74 | 6.74 | 17.70 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 5 | 5 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 95 | 95 | 97 | 96 | 99 | 99 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | | | | 4 | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | | | | 96 | | |



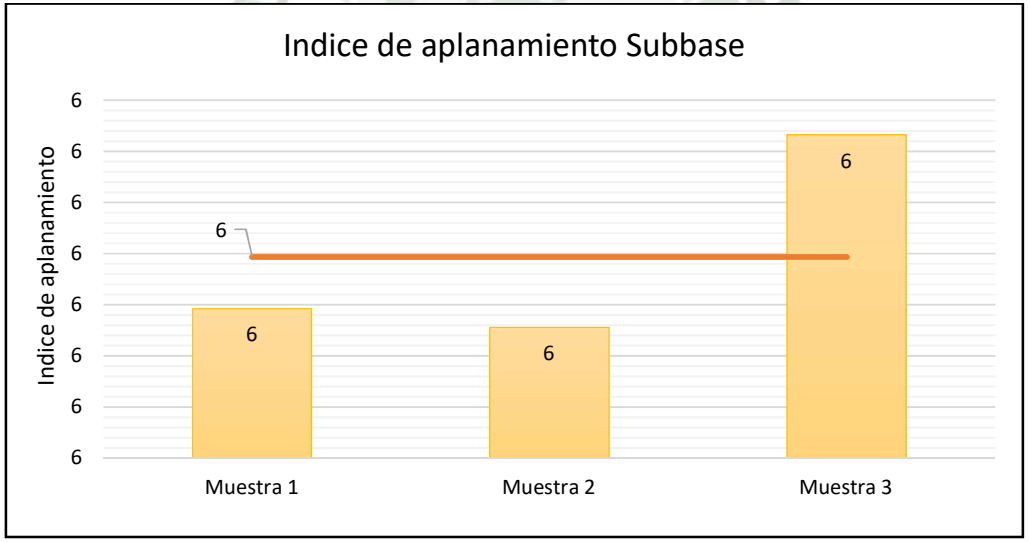
## 2.8.Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras

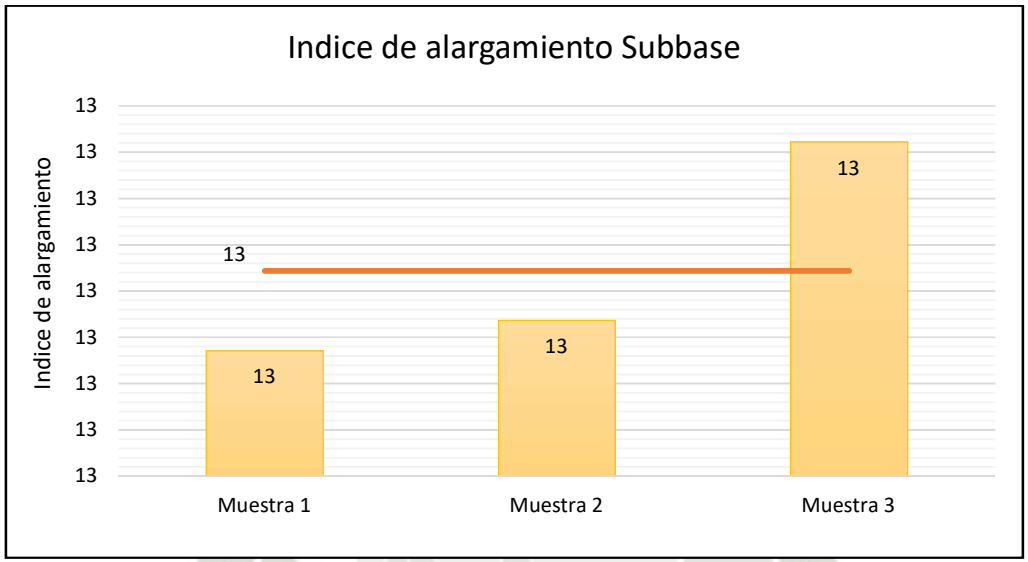
**Índice de Aplanamiento y Alargamiento - Subbase**

| Tamiz | Masa Inicial Seco | Porcentaje Retenidos | Calibrador de Espesores | | Calibrador de Longitudes | | Índice de Aplanamiento de la Fracción (Iai) | Índice de Alargamiento de la Fracción (Ili) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Part. Pasantes | Part. Retenidas | Part. Pasantes | Part. Retenidas | | |
| | g | % | g | g | g | g | | |
| 1 1/2" | 1,218.00 | 8.1 | 199.00 | 1,019.00 | 1,218.00 | 0.00 | 16 | 0 |
| 1" | 4,695.50 | 31.3 | 380.50 | 4,315.00 | 3,840.50 | 855.00 | 8 | 18 |
| 3/4" | 2,287.50 | 15.3 | 133.00 | 2,154.00 | 2,117.50 | 169.50 | 6 | 7 |
| 1/2" | 2,750.50 | 18.3 | 87.50 | 2,662.50 | 2,300.50 | 449.50 | 3 | 16 |
| 3/8" | 1,635.00 | 10.9 | 56.00 | 1,576.00 | 1,443.50 | 188.50 | 3 | 12 |
| 1/4" | 2,412.50 | 16.1 | 70.50 | 2,336.50 | 2,090.00 | 317.00 | 3 | 13 |
| | 14,999.00 | 100.00 | | | | | 6 | 13 |

| Tamiz | Masa Inicial Seco | Porcentaje Retenidos | Calibrador de Espesores | | Calibrador de Longitudes | | Índice de Aplanamiento de la Fracción (Iai) | Índice de Alargamiento de la Fracción (Ili) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Part. Pasantes | Part. Retenidas | Part. Pasantes | Part. Retenidas | | |
| | g | % | g | g | g | g | | |
| 1 1/2" | 1,256.00 | 8.3 | 206.50 | 1,049.50 | 1,237.00 | 19.00 | 16 | 2 |
| 1" | 4,586.00 | 30.3 | 371.00 | 4,215.00 | 3,750.00 | 836.00 | 8 | 18 |
| 3/4" | 2,394.00 | 15.8 | 139.00 | 2,255.00 | 2,217.00 | 176.00 | 6 | 7 |
| 1/2" | 2,659.00 | 17.6 | 82.00 | 2,577.00 | 2,224.00 | 434.00 | 3 | 16 |
| 3/8" | 1,693.00 | 11.2 | 58.50 | 1,634.00 | 1,495.00 | 196.00 | 3 | 12 |
| 1/4" | 2,533.00 | 16.8 | 74.00 | 2,454.00 | 2,195.00 | 334.00 | 3 | 13 |
| | 15,121.00 | 100.00 | | | | | 6 | 13 |

| Tamiz | Masa Inicial Seco | Porcentaje Retenidos | Calibrador de Espesores | | Calibrador de Longitudes | | Índice de Aplanamiento de la Fracción (Iai) | Índice de Alargamiento de la Fracción (Ili) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Part. Pasantes | Part. Retenidas | Part. Pasantes | Part. Retenidas | | |
| | g | % | g | g | g | g | | |
| 1 1/2" | 1,345.00 | 8.9 | 221.00 | 1,124.00 | 1,289.00 | 56.00 | 16 | 4 |
| 1" | 4,653.00 | 30.8 | 375.00 | 4,277.00 | 3,801.00 | 848.00 | 8 | 18 |
| 3/4" | 2,236.00 | 14.8 | 130.00 | 2,106.00 | 2,070.00 | 164.00 | 6 | 7 |
| 1/2" | 2,596.00 | 17.2 | 80.00 | 2,513.00 | 2,172.00 | 422.00 | 3 | 16 |
| 3/8" | 1,596.00 | 10.6 | 55.00 | 1,539.00 | 1,410.00 | 185.00 | 3 | 12 |
| 1/4" | 2,657.00 | 17.6 | 75.50 | 2,574.00 | 2,302.00 | 350.00 | 3 | 13 |
| | 15,083.00 | 100.00 | | | | | 6 | 13 |




Indice de alargamiento Subbase
Indice de alargamiento
13
13
13
13
13
13
13
13
13
13
13
13
Muestra 1
Muestra 2
Muestra 3

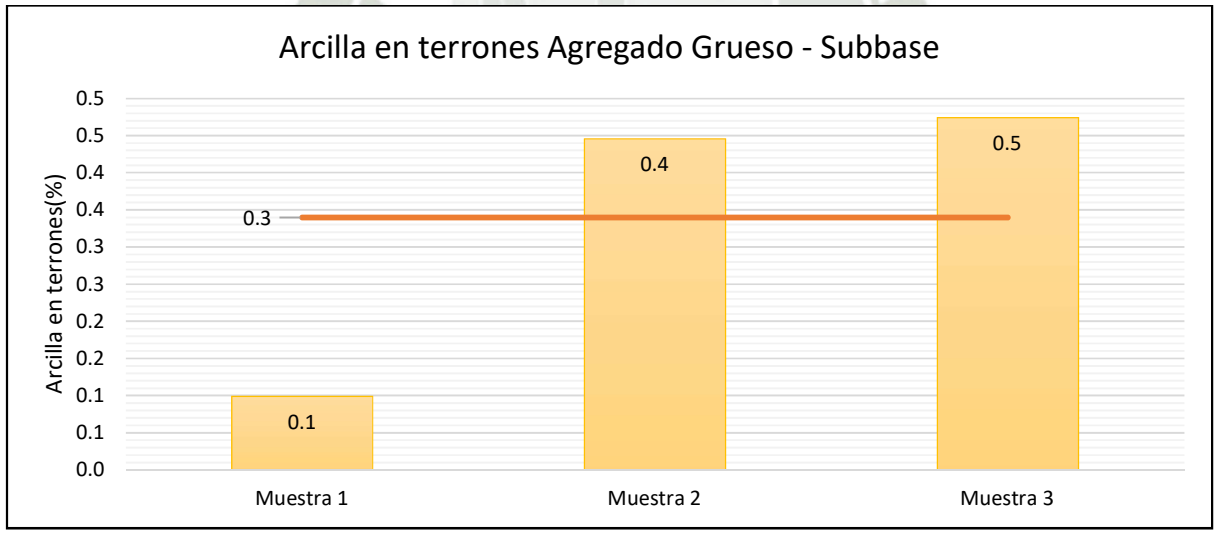
## 2.9.Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados

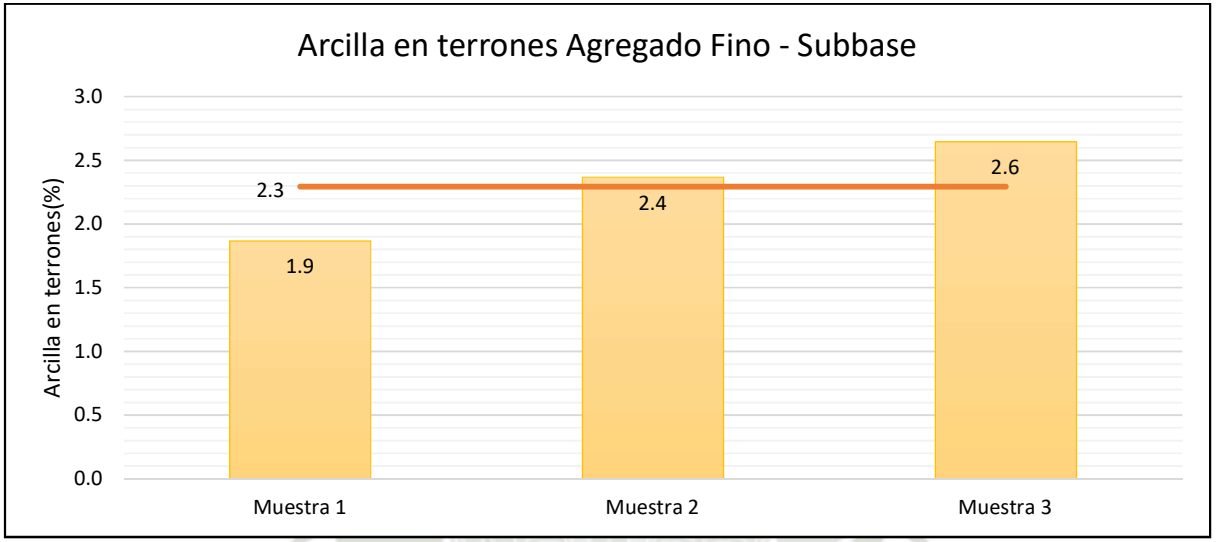
**Arcilla en terrones y Partículas Desmenuzables - Subbase**

| Muestra 1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **2" - 1 1/2"** | **1 1/2" - 3/4"** | **3/4" - 3/8"** | **3/8" - N°4** | **N°4 - N°16** |
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 3,003.50 | 2,002.00 | 1,000.00 | 38.56 |
| **Masa envase** | **g** | - | 381.00 | 239.00 | 119.50 | 118.50 |
| **Masa muestra + envase** | **g** | - | 3,383.00 | 2,238.00 | 1,117.50 | 156.34 |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 4.5 | 25.7 | 11.4 | 9.0 | 49.4 |
| **Porcentaje Granulometría A. Grueso y A. Fino** | **%** | 9.0 | 50.8 | 22.5 | 17.7 | 100.0 |
| **Masa final seco de la muestra** | **g** | - | 3,002.00 | 1,999.00 | 998.00 | 37.84 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla** | **%** | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 1.9 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Grueso** | **%** | | | 0.1 | | - |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Fino** | **%** | | | - | | 1.9 |

| Muestra 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **2" - 1 1/2"** | **1 1/2" - 3/4"** | **3/4" - 3/8"** | **3/8" - N°4** | **N°4 - N°16** |
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 3,003.00 | 2,004.50 | 1,020.50 | 35.89 |
| **Masa envase** | **g** | - | 189.00 | 134.50 | 336.00 | 261.83 |
| **Masa muestra + envase** | **g** | - | 3,182.50 | 2,128.50 | 1,348.50 | 296.87 |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 4.5 | 25.7 | 11.4 | 9.0 | 49.4 |
| **Porcentaje Granulometría A. Grueso y A. Fino** | **%** | 9.0 | 50.8 | 22.5 | 17.7 | 100.0 |
| **Masa final seco de la muestra** | **g** | - | 2,993.50 | 1,994.00 | 1,012.50 | 35.04 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla** | **%** | 0.3 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 2.4 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Grueso** | **%** | | | 0.4 | | - |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Fino** | **%** | | | - | | 2.4 |

| Variable | Und. | Muestra 3<br>2" - 1 1/2" | 1 1/2" - 3/4" | 3/4" - 3/8" | 3/8" - N°4 | N°4 - N°16 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 3,089.00 | 2,058.50 | 1,024.50 | 39.69 |
| **Masa envase** | **g** | - | 239.00 | 347.50 | 120.00 | 235.60 |
| **Masa muestra + envase** | **g** | - | 3,319.50 | 2,389.50 | 1,137.00 | 274.24 |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 4.5 | 25.7 | 11.4 | 9.0 | 49.4 |
| **Porcentaje Granulometría A. Grueso y A. Fino** | **%** | 9.0 | 50.8 | 22.5 | 17.7 | 100.0 |
| **Masa final seco de la muestra** | **g** | - | 3,080.50 | 2,042.00 | 1,017.00 | 38.64 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla** | **%** | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 0.7 | 2.6 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Grueso** | **%** | 0.5 | | | | - |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Fino** | **%** | - | | | | 2.6 |




Arcilla en terrones Agregado Fino - Subbase
Arcilla en terrones(%)
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
2.3
1.9
2.4
2.6
Muestra 1
Muestra 2
Muestra 3

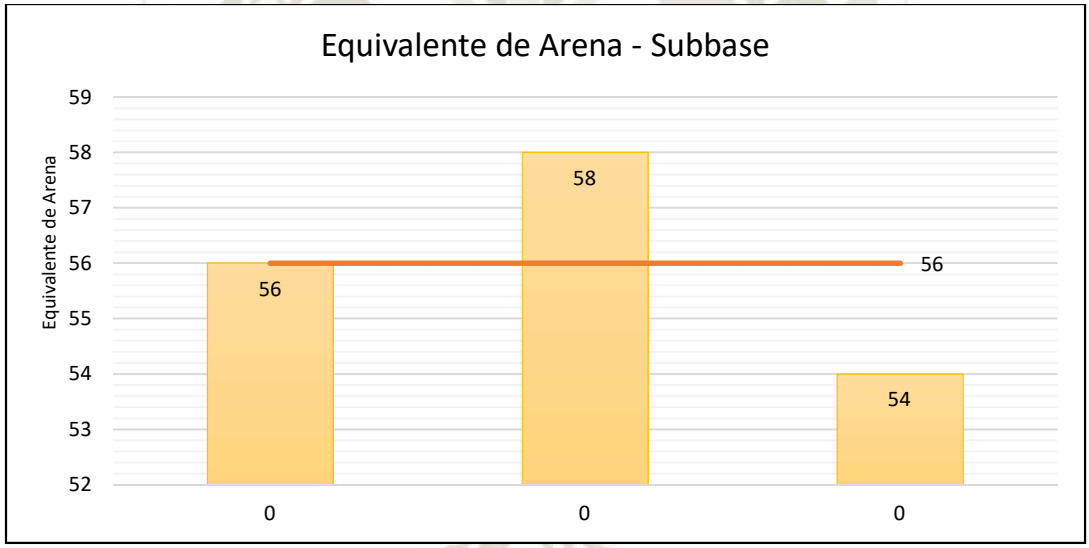
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 2.10. Valor equivalente de arena

**Valor Equivalente de Arena - Subbase**

| Variable | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa inicial muestra** | **g** | 146.16 | 146.16 | 146.16 |
| **Masa envase** | **g** | 123.00 | 117.17 | 117.85 |
| **Masa muestra seca + envase** | **g** | 267.60 | 261.86 | 262.60 |
| **Lectura de arcilla** | **pulg** | 7.60 | 7.50 | 7.45 |
| **Lectura de arena inicial** | **pulg** | 14.25 | 14.28 | 13.95 |
| **Masa muestra usada** | **g** | 144.60 | 144.69 | 144.75 |
| **Lectura de arena corregida** | **pulg** | 4.25 | 4.28 | 3.95 |
| **Equivalente de arena** | **%** | 55.9 | 57.1 | 53.0 |
| **Equivalente de arena corregido** | **%** | 56 | 58 | 54 |
| **Promedio de valores equivalente de arena** | **%** | | 56 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

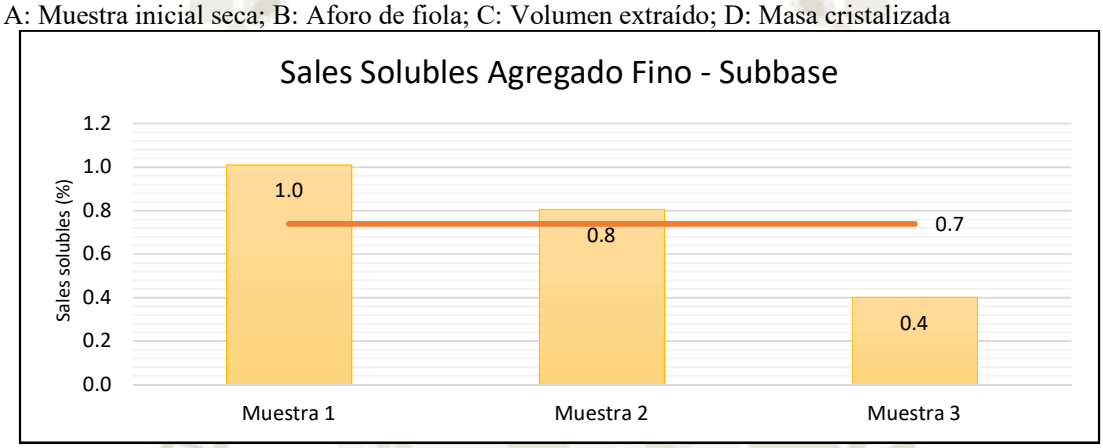
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.11. Sales solubles en agregados

**Sales Solubles Agregado Fino - Subbase**

| Variables | A g | B ml | C ml | D g | Sales Solubles % | Promedio Sales Solubles (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra 1 | 100 | 500 | 50 | 0.1 | 1.0 | |
| Muestra 2 | 100 | 500 | 50 | 0.08 | 0.8 | 0.7 |
| Muestra 3 | 100 | 500 | 50 | 0.04 | 0.4 | |

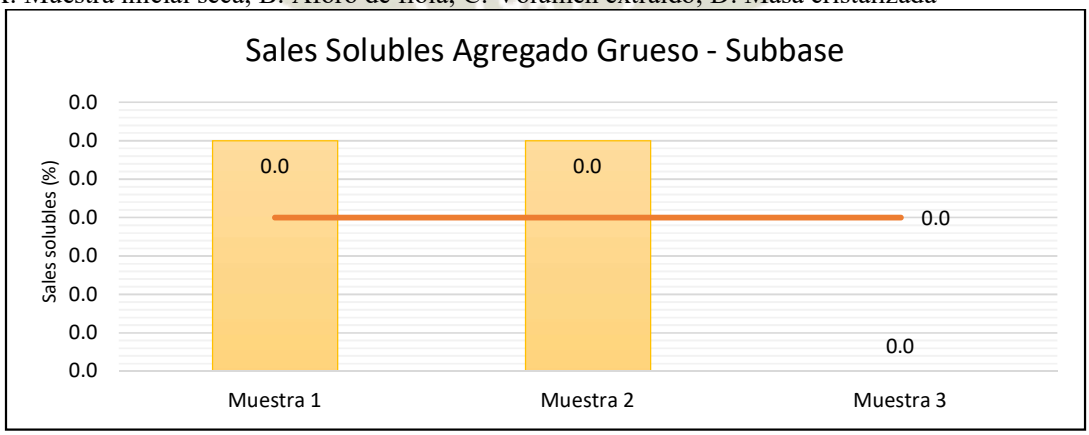
A: Muestra inicial seca; B: Aforo de fiola; C: Volumen extraído; D: Masa cristalizada




**Sales Solubles Agregado Grueso - Subbase**

| Variables | A g | B ml | C ml | D g | Sales Solubles % | Promedio Sales Solubles (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra 1 | 1000 | 500 | 50 | 0.03 | 0.0 | |
| Muestra 2 | 1000 | 500 | 50 | 0.03 | 0.0 | 0.0 |
| Muestra 3 | 1000 | 500 | 50 | 0.00 | 0.0 | |

A: Muestra inicial seca; B: Aforo de fiola; C: Volumen extraído; D: Masa cristalizada






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

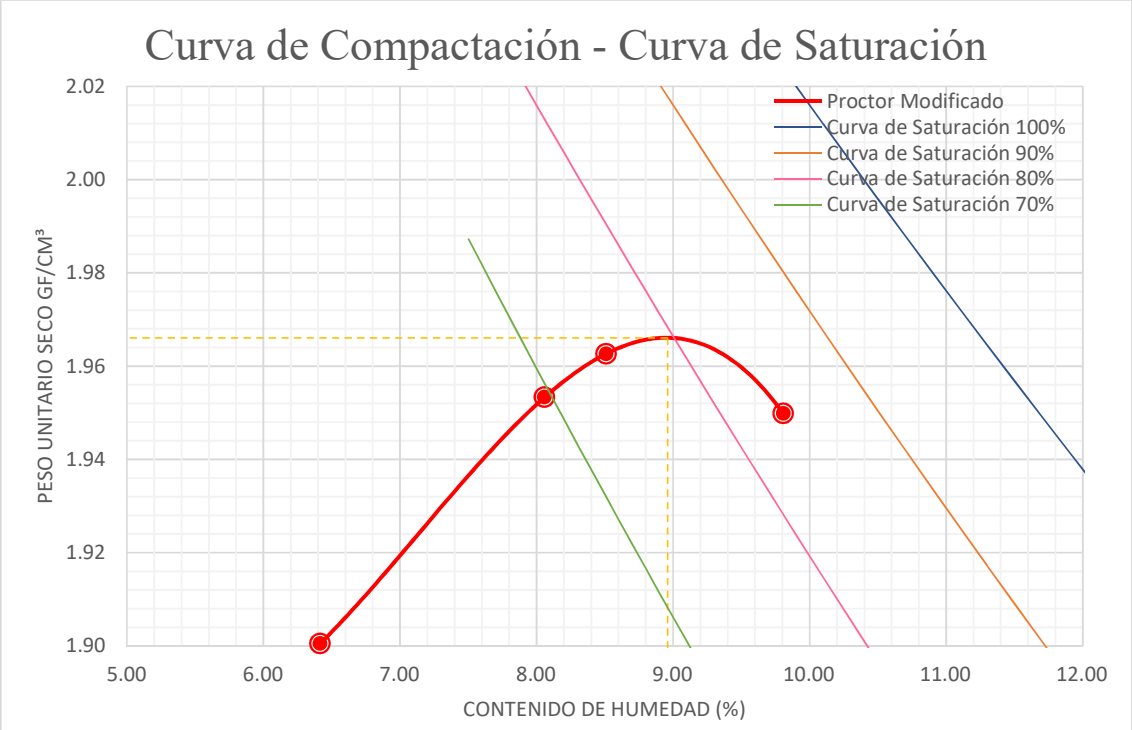
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.12. Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 6")

**Proctor Modificado - Subbase (Muestra 1)**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,770.00 | 372.00 | 1,143.50 | 1,097.00 | 3 |
| 10,956.00 | 377.50 | 1,048.00 | 998.00 | 3 |
| 10,996.00 | 374.00 | 1,011.50 | 961.50 | 3 |
| 11,020.00 | 370.00 | 941.00 | 890.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 6.5% | 46.50 | 725.00 | 6.41 | 4,261.00 | 2.02 | 1.90 |
| 7.5% | 50.00 | 620.50 | 8.06 | 4,447.00 | 2.11 | 1.95 |
| 8.5% | 50.00 | 587.50 | 8.51 | 4,487.00 | 2.13 | 1.96 |
| 9.5% | 51.00 | 520.00 | 9.81 | 4,511.00 | 2.14 | 1.95 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 9.0 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.97 |
| **Gravedad Específica** | | 2.53 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

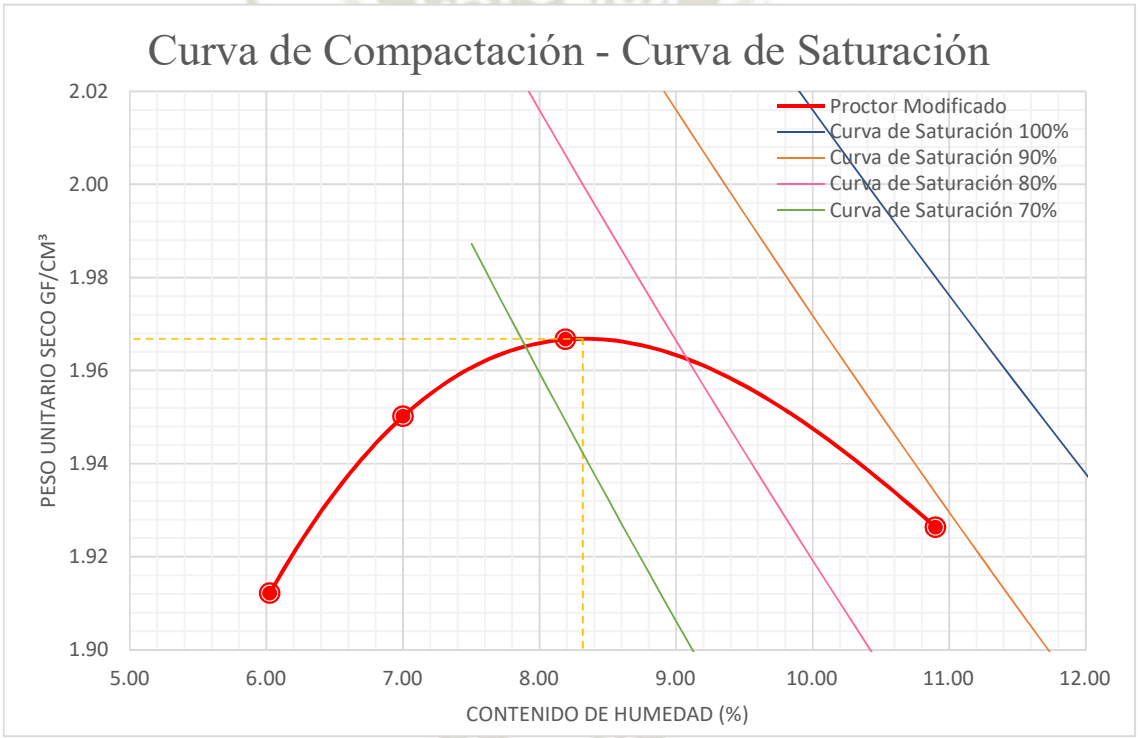
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado - Subbase (Muestra 2)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,780.50 | 374.00 | 1,227.50 | 1,179.00 | 3 |
| 10,905.50 | 340.00 | 1,096.50 | 1,047.00 | 3 |
| 10,992.00 | 376.00 | 1,201.50 | 1,139.00 | 3 |
| 11,010.00 | 374.50 | 1,453.00 | 1,347.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.0% | 48.50 | 805.00 | 6.02 | 4,271.50 | 2.03 | 1.91 |
| 6.5% | 49.50 | 707.00 | 7.00 | 4,396.50 | 2.09 | 1.95 |
| 8.0% | 62.50 | 763.00 | 8.19 | 4,483.00 | 2.13 | 1.97 |
| 9.5% | 106.00 | 972.50 | 10.90 | 4,501.00 | 2.14 | 1.93 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| Contenido Óptimo de Agua | % | 8.3 |
| Peso Unitario Seco Máximo | gf/cm³ | 1.97 |
| Gravedad Específica | | 2.53 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

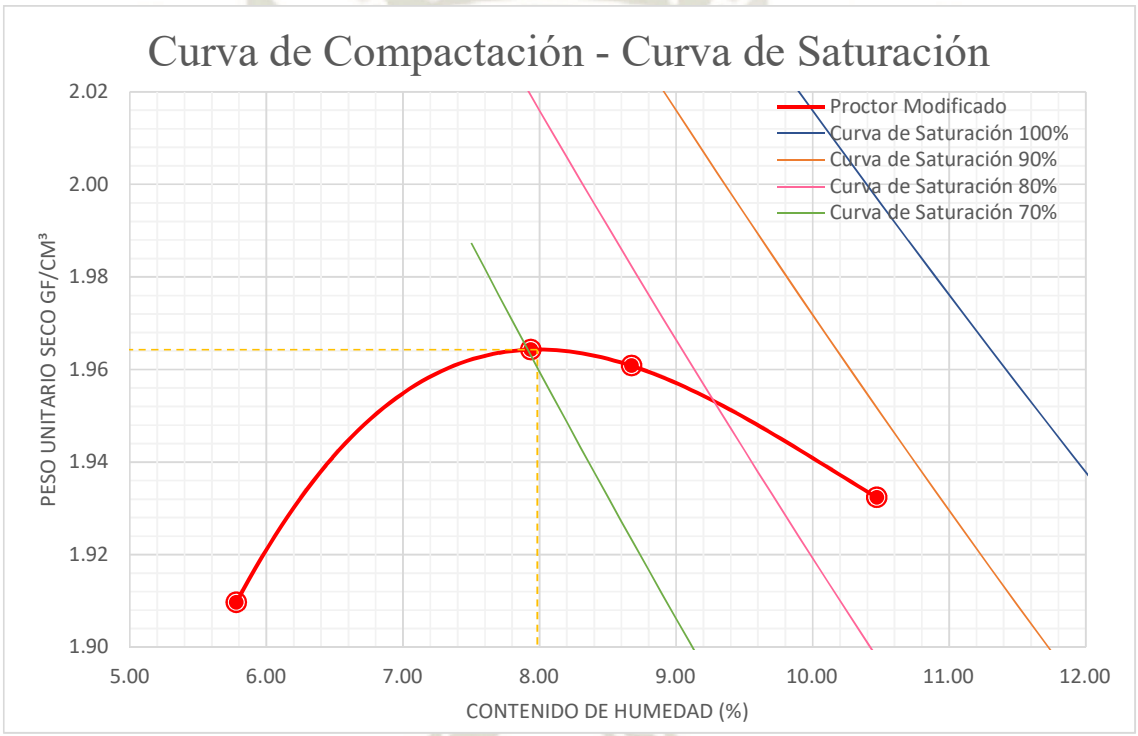
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado - Subbase (Muestra 3)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,765.00 | 375.00 | 1,235.00 | 1,188.00 | 3 |
| 10,976.00 | 342.50 | 1,036.00 | 985.00 | 3 |
| 10,998.50 | 119.00 | 996.00 | 926.00 | 3 |
| 11,006.50 | 375.50 | 1,325.00 | 1,235.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.0% | 47.00 | 813.00 | 5.78 | 4,256.00 | 2.02 | 1.91 |
| 6.5% | 51.00 | 642.50 | 7.94 | 4,467.00 | 2.12 | 1.96 |
| 8.0% | 70.00 | 807.00 | 8.67 | 4,489.50 | 2.13 | 1.96 |
| 9.5% | 90.00 | 859.50 | 10.47 | 4,497.50 | 2.13 | 1.93 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 8.0 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.96 |
| **Gravedad Específica** | | 2.53 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

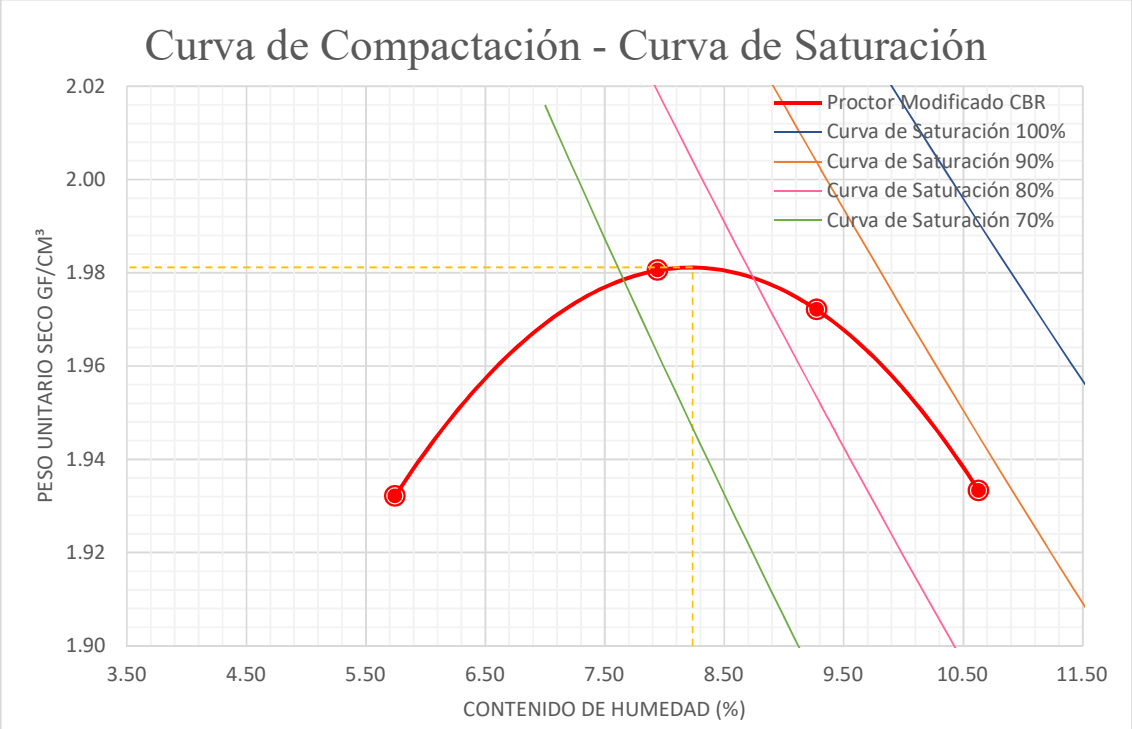
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.13. Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")

**Proctor Modificado CBR - Subbase (Muestra 1)**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,733.50 | 484.50 | 1,497.00 | 1,442.00 | 1 |
| 10,935.00 | 512.50 | 1,681.50 | 1,595.50 | 1 |
| 10,971.50 | 336.00 | 1,373.00 | 1,285.00 | 1 |
| 10,937.00 | 374.00 | 1,503.50 | 1,395.00 | 1 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.0% | 55.00 | 957.50 | 5.74 | 4,346.30 | 2.04 | 1.93 |
| 7.0% | 86.00 | 1,083.00 | 7.94 | 4,547.80 | 2.14 | 1.98 |
| 10.0% | 88.00 | 949.00 | 9.27 | 4,584.30 | 2.15 | 1.97 |
| 12.0% | 108.50 | 1,021.00 | 10.63 | 4,549.80 | 2.14 | 1.93 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 8.2 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.98 |
| **Gravedad Específica** | | 2.53 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

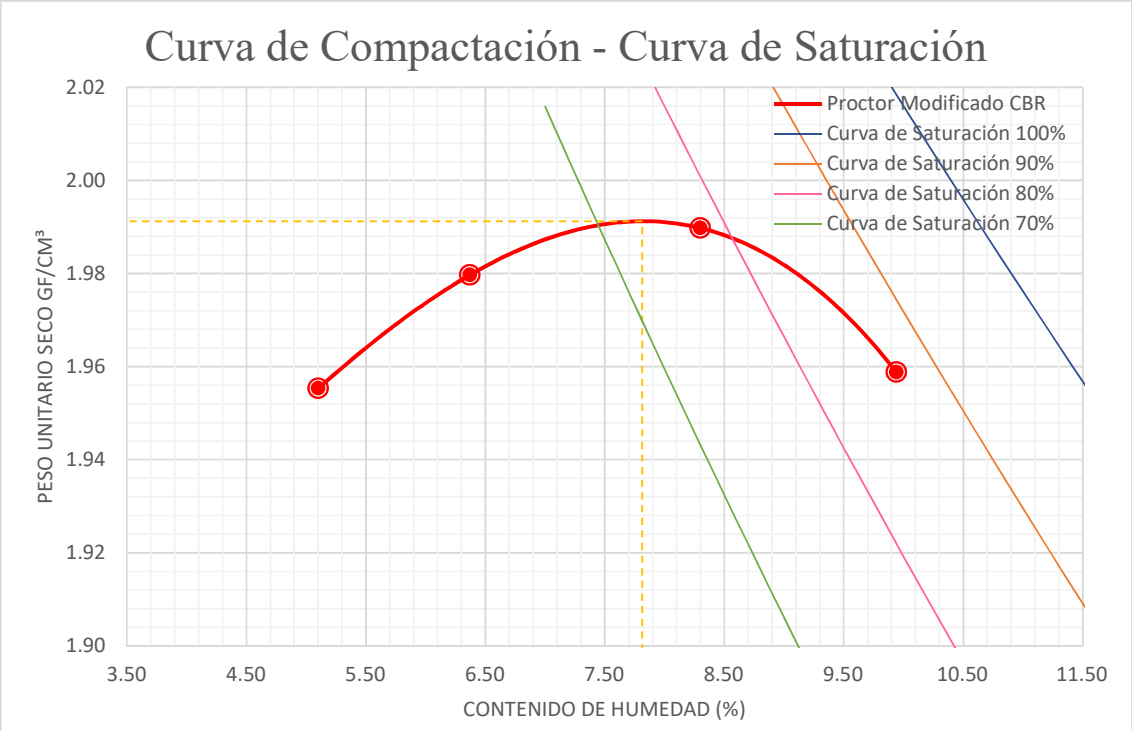
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Subbase (Muestra 2)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,759.00 | 374.00 | 1,416.50 | 1,365.90 | 1 |
| 10,867.00 | 375.00 | 1,469.00 | 1,403.48 | 1 |
| 11,106.00 | 337.50 | 1,414.00 | 1,331.50 | 2 |
| 11,103.00 | 374.50 | 1,491.50 | 1,390.50 | 2 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 4.0% | 50.60 | 991.90 | 5.10 | 4,371.80 | 2.06 | 1.96 |
| 5.5% | 65.52 | 1,028.48 | 6.37 | 4,479.80 | 2.11 | 1.98 |
| 9.0% | 82.50 | 994.00 | 8.30 | 4,566.00 | 2.15 | 1.99 |
| 11.0% | 101.00 | 1,016.00 | 9.94 | 4,563.00 | 2.15 | 1.96 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 7.8 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.99 |
| **Gravedad Específica** | | 2.53 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

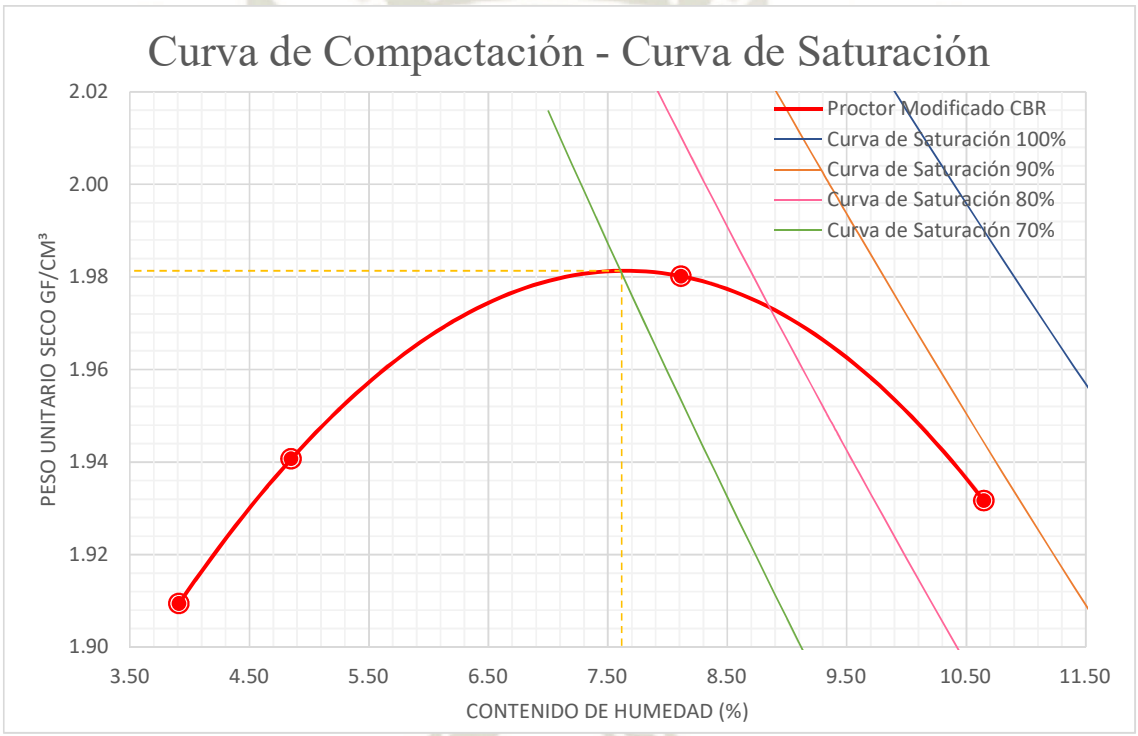
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Subbase (Muestra 3)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,744.00 | 374.00 | 1,592.00 | 1,546.16 | 2 |
| 10,716.00 | 119.00 | 1,199.50 | 1,149.51 | 1 |
| 11,076.00 | 336.50 | 1,396.00 | 1,316.50 | 2 |
| 11,012.00 | 347.50 | 1,501.00 | 1,390.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 3.5% | 45.84 | 1,172.16 | 3.91 | 4,204.00 | 1.98 | 1.91 |
| 5.0% | 49.99 | 1,030.51 | 4.85 | 4,328.80 | 2.03 | 1.94 |
| 8.5% | 79.50 | 980.00 | 8.11 | 4,536.00 | 2.14 | 1.98 |
| 12.0% | 111.00 | 1,042.50 | 10.65 | 4,503.00 | 2.14 | 1.93 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 7.6 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.98 |
| **Gravedad Específica** | | 2.53 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2.14. Ensayo de CBR

| CBR - Subbase Muestra N°1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.19 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.57 | 17.83 | 17.80 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 8,953.00 | 7,049.00 | 9,383.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.14 | 6.14 | 6.14 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,109.50 | 11,433.50 | 13,863.00 |
| | | Masa del envase | g | 118.50 | 373.50 | 374.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 822.00 | 869.00 | 676.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 770.50 | 835.00 | 655.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 4.58 | 5.79 | 6.18 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 4.62 | 5.52 | 6.32 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,316.00 | 11,629.00 | 14,040.00 |
| | | Masa del envase | g | 373.00 | 374.00 | 375.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,361.00 | 1,485.00 | 1,396.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 1,255.50 | 1,369.50 | 1,290.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,083.22 | 2,128.45 | 2,113.89 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,083.95 | 2,123.63 | 2,116.52 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 703.50 | 495.50 | 301.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 652.00 | 461.50 | 280.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 7.9 | 7.4 | 7.5 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 7.9 | |
| | | ERROR | % | -0.1 | 7.1 | 5.4 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.00 | 2.06 | 2.12 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.85 | 1.92 | 1.97 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 988.00 | 1,111.00 | 1,021.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 882.50 | 995.50 | 915.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 12.0 | 11.6 | 11.5 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.09 | 2.16 | 2.20 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.87 | 1.93 | 1.97 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 114.32 | 116.94 | 116.63 |
| | | Expansión | % | 0.03 | -0.23 | 0.12 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 114.36 | 116.67 | 116.77 |

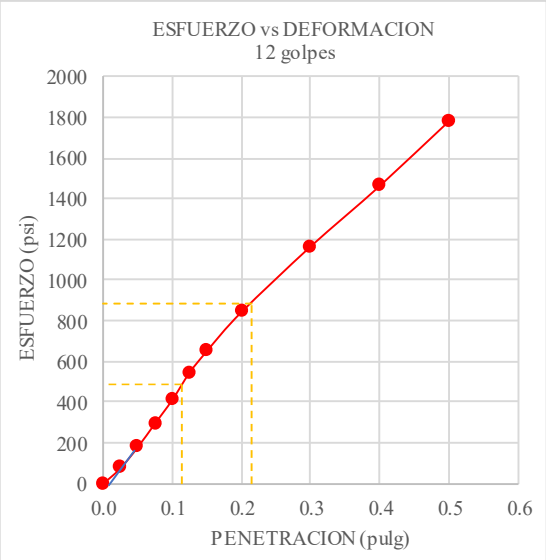
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 10 | 13 | 9 | 1.03 | 1.16 | 0.98 | 230.93 | 261.75 | 220.66 | 76.98 | 87.25 | 73.55 |
| 1.27 | 0.050 | 40 | 39 | 22 | 2.40 | 2.35 | 1.58 | 539.14 | 528.87 | 354.22 | 179.71 | 176.29 | 118.07 |
| 1.9 | 0.075 | 74 | 71 | 37 | 3.95 | 3.82 | 2.26 | 888.45 | 857.63 | 508.32 | 296.15 | 285.88 | 169.44 |
| 2.54 | 0.100 | 108 | 110 | 66 | 5.51 | 5.60 | 3.59 | 1237.75 | 1258.30 | 806.26 | 412.58 | 419.43 | 268.75 |
| 3.17 | 0.125 | 147 | 153 | 110 | 7.29 | 7.56 | 5.60 | 1638.42 | 1700.06 | 1258.30 | 546.14 | 566.69 | 419.43 |
| 3.81 | 0.150 | 178 | 197 | 165 | 8.71 | 9.58 | 8.11 | 1956.90 | 2152.10 | 1823.35 | 652.30 | 717.37 | 607.78 |
| 5.08 | 0.200 | 234 | 278 | 293 | 11.27 | 13.28 | 13.96 | 2532.23 | 2984.27 | 3138.37 | 844.08 | 994.76 | 1046.12 |
| 7.62 | 0.300 | 328 | 410 | 570 | 15.56 | 19.31 | 26.63 | 3497.95 | 4340.39 | 5984.17 | 1165.98 | 1446.80 | 1994.72 |
| 10.16 | 0.400 | 415 | 524 | 827 | 19.54 | 24.53 | 38.38 | 4391.76 | 5511.58 | 8624.49 | 1463.92 | 1837.19 | 2874.83 |
| 12.7 | 0.500 | 508 | | | 23.79 | | | 5347.20 | | | 1782.40 | | |

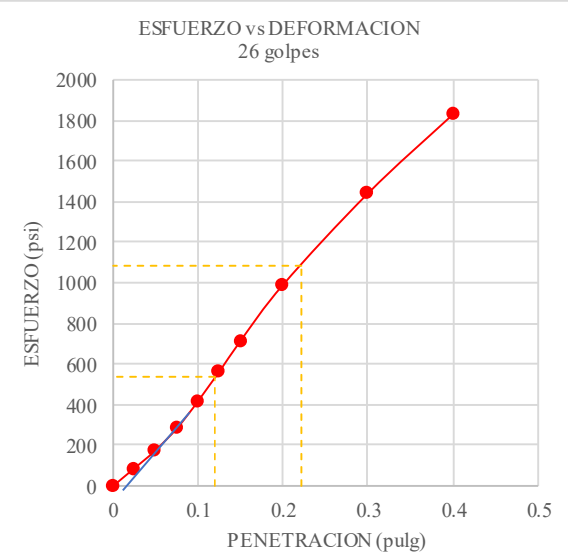


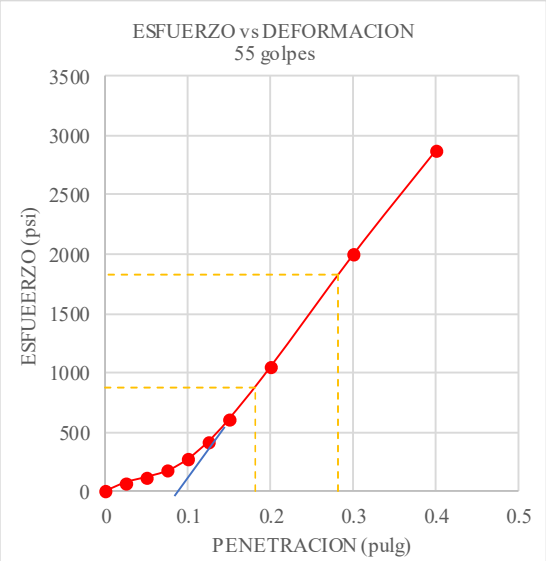
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

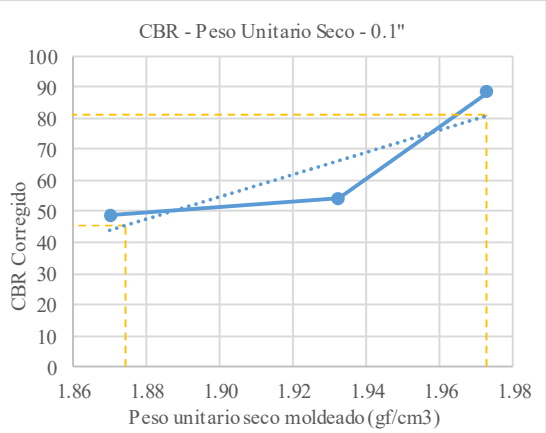
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

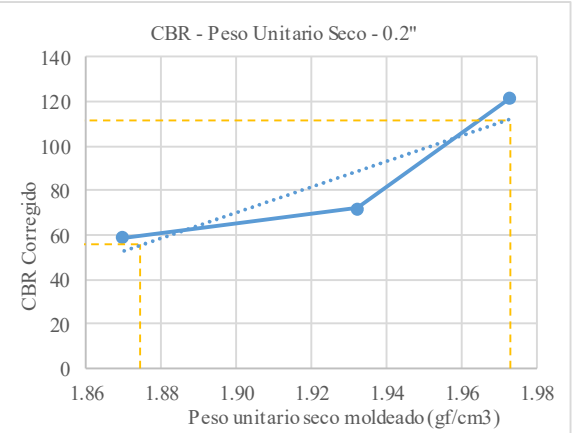



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.87 | 1.93 | 1.97 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.87 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 485.00 | 540.00 | 882.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 885.00 | 1,080.00 | 1,825.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 48.50 | 54.00 | 88.20 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 59.00 | 72.00 | 121.67 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 81.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 45.5% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 112.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 55.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subbase Muestra N°2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.21 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.78 | 17.82 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,136.50 | 8,081.50 | 9,202.50 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.14 | 6.14 | 6.14 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,258.50 | 12,442.50 | 13,682.00 |
| | | Masa del envase | g | 337.00 | 374.00 | 333.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 938.50 | 933.50 | 738.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 898.00 | 895.50 | 710.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 6.65 | 2.37 | 8.46 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 6.86 | 2.11 | 8.79 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,560.00 | 12,619.00 | 13,813.00 |
| | | Masa del envase | g | 338.00 | 375.00 | 335.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,351.00 | 1,530.00 | 1,403.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 1,239.00 | 1,412.00 | 1,304.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,120.39 | 2,124.37 | 2,116.02 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,124.12 | 2,119.55 | 2,122.02 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 601.50 | 559.50 | 405.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 561.00 | 521.50 | 376.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 7.2 | 7.3 | 7.6 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 7.9 | |
| | | ERROR | % | 9.3 | 8.3 | 4.2 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.94 | 2.05 | 2.12 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.81 | 1.91 | 1.97 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 1,013.00 | 1,155.00 | 1,068.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 901.00 | 1,037.00 | 969.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 12.4 | 11.4 | 10.2 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.08 | 2.14 | 2.17 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.85 | 1.92 | 1.97 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.39 | 116.80 | 116.41 |
| | | Expansión | % | 0.18 | -0.23 | 0.28 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.59 | 116.53 | 116.74 |

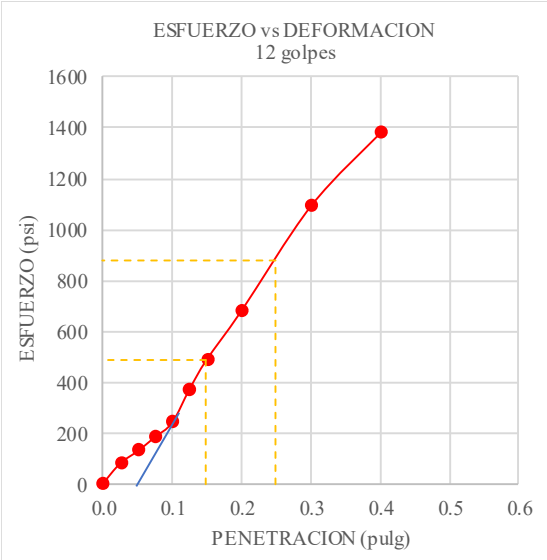
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 11 | 17 | 25 | 1.07 | 1.35 | 1.71 | 241.21 | 302.85 | 385.04 | 80.40 | 100.95 | 128.35 |
| 1.27 | 0.050 | 25 | 49 | 94 | 1.71 | 2.81 | 4.87 | 385.04 | 631.61 | 1093.92 | 128.35 | 210.54 | 364.64 |
| 1.9 | 0.075 | 41 | 90 | 164 | 2.44 | 4.68 | 8.07 | 549.42 | 1052.82 | 1813.07 | 183.14 | 350.94 | 604.36 |
| 2.54 | 0.100 | 58 | 136 | 235 | 3.22 | 6.79 | 11.31 | 724.07 | 1525.41 | 2542.50 | 241.36 | 508.47 | 847.50 |
| 3.17 | 0.125 | 96 | 180 | 317 | 4.96 | 8.80 | 15.06 | 1114.47 | 1977.45 | 3384.94 | 371.49 | 659.15 | 1128.31 |
| 3.81 | 0.150 | 130 | 220 | 391 | 6.51 | 10.63 | 18.45 | 1463.77 | 2388.40 | 4145.19 | 487.92 | 796.13 | 1381.73 |
| 5.08 | 0.200 | 186 | 299 | 525 | 9.07 | 14.24 | 24.57 | 2039.09 | 3200.01 | 5521.86 | 679.70 | 1066.67 | 1840.62 |
| 7.62 | 0.300 | 306 | 455 | 691 | 14.56 | 21.37 | 32.16 | 3271.93 | 4802.70 | 7227.28 | 1090.64 | 1600.90 | 2409.09 |
| 10.16 | 0.400 | 390 | 529 | 812 | 18.40 | 24.75 | 37.69 | 4134.91 | 5562.95 | 8470.39 | 1378.30 | 1854.32 | 2823.46 |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

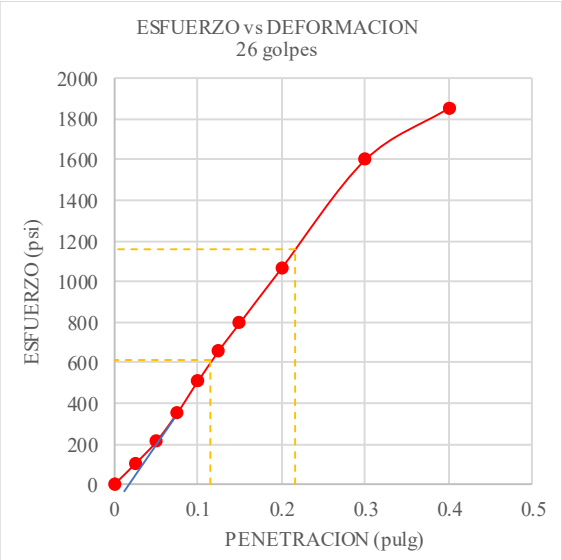


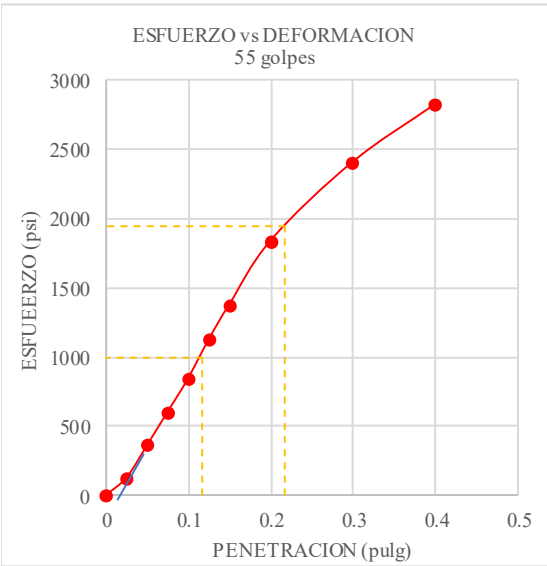
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

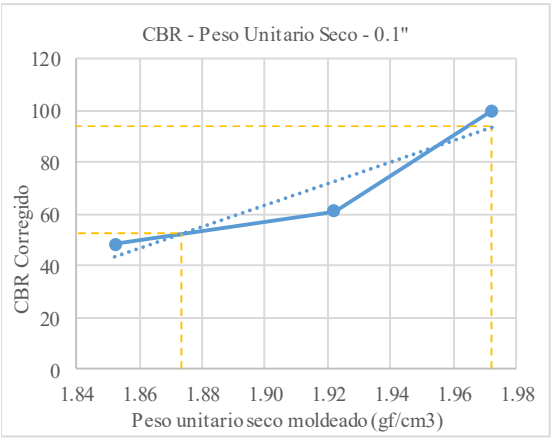
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

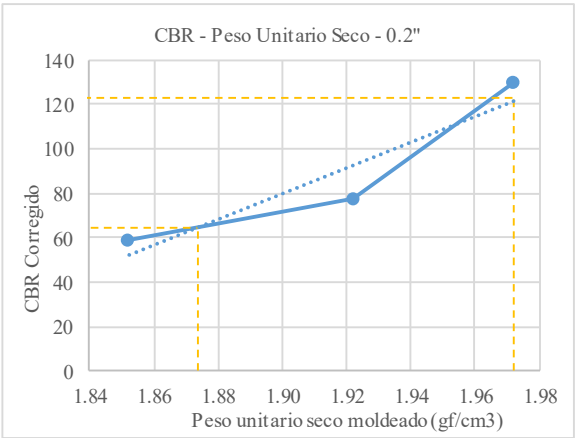



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.85 | 1.92 | 1.97 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.87 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 485.00 | 610.00 | 1,000.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 880.00 | 1,160.00 | 1,950.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 48.50 | 61.00 | 100.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 58.67 | 77.33 | 130.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 93.7% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 52.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 122.5% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 64.4% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subbase Muestra N°3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.22 | 15.20 | 15.24 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.81 | 17.86 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 9,031.00 | 7,723.50 | 7,983.50 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.14 | 6.14 | 6.14 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,276.50 | 12,075.50 | 12,507.00 |
| | | Masa del envase | g | 345.50 | 374.00 | 336.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,044.50 | 920.50 | 580.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 992.00 | 879.00 | 562.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 7.81 | 6.45 | 6.11 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 7.67 | 6.90 | 7.38 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,443.00 | 12,268.00 | 12,684.00 |
| | | Masa del envase | g | 119.00 | 375.00 | 336.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,201.00 | 1,407.00 | 1,512.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 1,087.00 | 1,309.00 | 1,393.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,123.58 | 2,126.67 | 2,124.31 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,121.03 | 2,134.83 | 2,147.48 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 699.00 | 546.50 | 244.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 646.50 | 505.00 | 226.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 8.1 | 8.2 | 8.0 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 7.9 | |
| | | ERROR | % | -2.8 | -4.0 | -0.9 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.00 | 2.05 | 2.13 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.85 | 1.89 | 1.97 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 1,082.00 | 1,032.00 | 1,176.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 968.00 | 934.00 | 1,057.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.8 | 10.5 | 11.2 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.08 | 2.13 | 2.19 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.86 | 1.93 | 1.97 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.68 | 117.25 | 116.46 |
| | | Expansión | % | -0.12 | 0.38 | 1.09 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.54 | 117.70 | 117.73 |

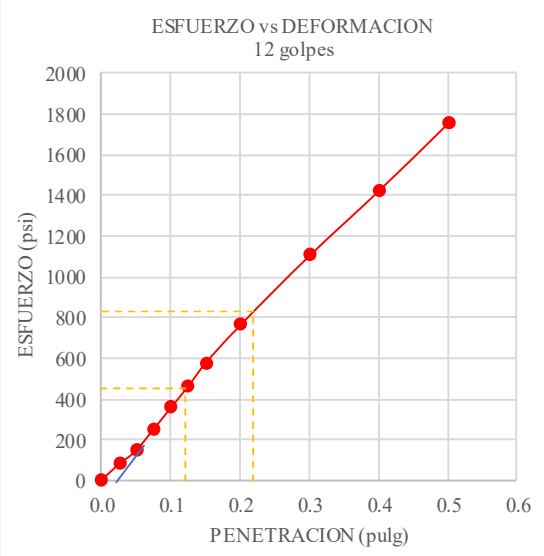
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 10 | 9 | 18 | 1.03 | 0.98 | 1.39 | 230.93 | 220.66 | 313.12 | 76.98 | 73.55 | 104.37 |
| 1.27 | 0.050 | 30 | 31 | 72 | 1.94 | 1.99 | 3.86 | 436.41 | 446.68 | 867.90 | 145.47 | 148.89 | 289.30 |
| 1.9 | 0.075 | 60 | 64 | 137 | 3.31 | 3.50 | 6.83 | 744.62 | 785.71 | 1535.69 | 248.21 | 261.90 | 511.90 |
| 2.54 | 0.100 | 91 | 106 | 226 | 4.73 | 5.42 | 10.90 | 1063.10 | 1217.20 | 2450.04 | 354.37 | 405.73 | 816.68 |
| 3.17 | 0.125 | 122 | 147 | 310 | 6.15 | 7.29 | 14.74 | 1381.58 | 1638.42 | 3313.02 | 460.53 | 546.14 | 1104.34 |
| 3.81 | 0.150 | 155 | 188 | 407 | 7.66 | 9.16 | 19.18 | 1720.61 | 2059.64 | 4309.57 | 573.54 | 686.55 | 1436.52 |
| 5.08 | 0.200 | 210 | 254 | 545 | 10.17 | 12.18 | 25.49 | 2285.66 | 2737.70 | 5727.33 | 761.89 | 912.57 | 1909.11 |
| 7.62 | 0.300 | 310 | 351 | 730 | 14.74 | 16.62 | 33.94 | 3313.02 | 3734.24 | 7627.95 | 1104.34 | 1244.75 | 2542.65 |
| 10.16 | 0.400 | 403 | 446 | 836 | 18.99 | 20.96 | 38.79 | 4268.47 | 4710.24 | 8716.96 | 1422.82 | 1570.08 | 2905.65 |
| 12.7 | 0.500 | 500 | | | 23.43 | | | 5265.01 | | | 1755.00 | | |

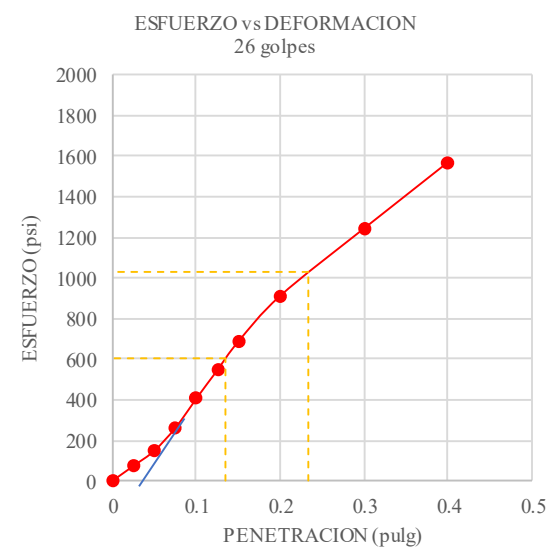


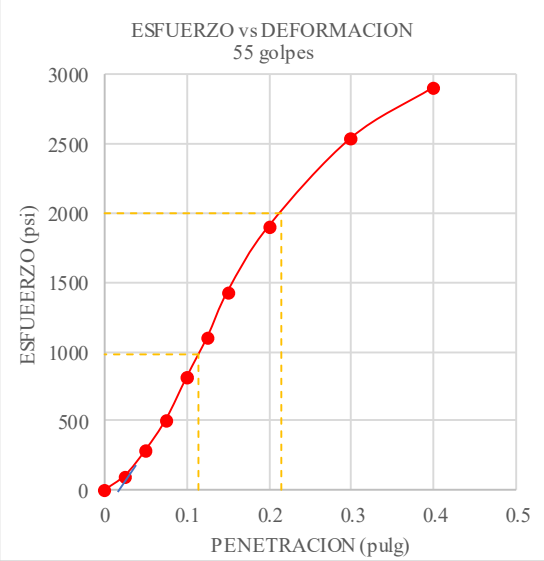
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

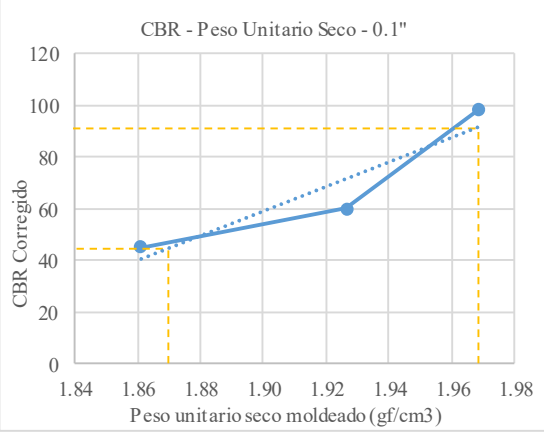
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

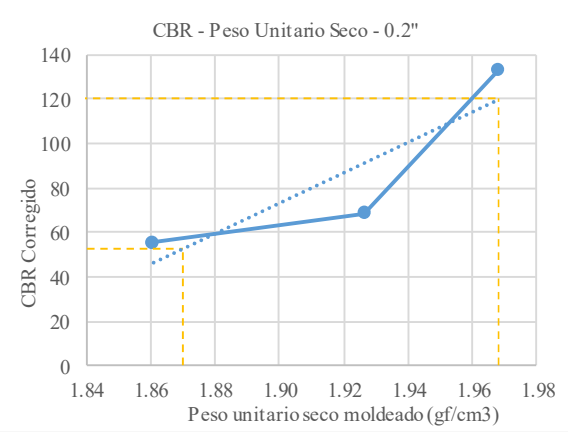



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.86 | 1.93 | 1.97 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.87 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 450.00 | 600.00 | 983.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 830.00 | 1,030.00 | 2,000.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 45.00 | 60.00 | 98.30 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 55.33 | 68.67 | 133.33 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 91.3% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 44.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 120.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 53.0% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

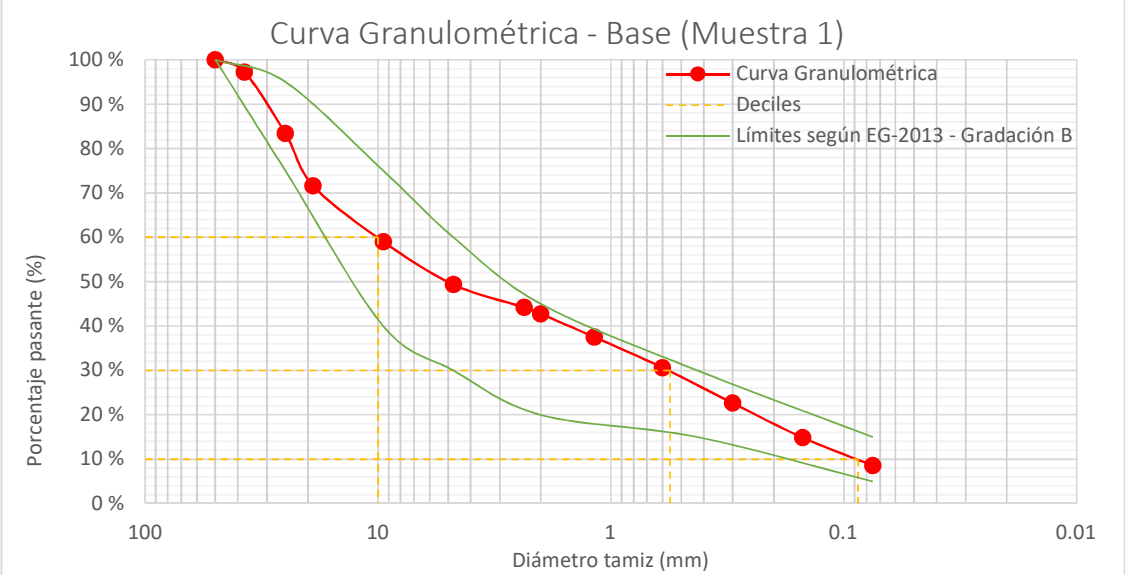
## 3. Material base para pavimento urbano

### 3.1.Análisis Granulométrico

**Análisis Granulométrico - Base (Muestra 1)**

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,280.50 | 4,173.50 | 130.26 | 0.01 | 0.42 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 232.00 | 2.74 | 2.74 | 97.26 | |
| 1" | 25 | 1,172.00 | 13.86 | 16.61 | 83.39 | |
| 3/4" | 19 | 995.50 | 11.78 | 28.38 | 71.62 | 50.63 |
| 3/8" | 9.5 | 1,064.00 | 12.59 | 40.97 | 59.03 | |
| N° 4 | 4.75 | 816.50 | 9.66 | 50.63 | 49.37 | |
| N° 8 | 2.36 | 435.98 | 5.16 | 55.79 | 44.21 | |
| N° 10 | 2 | 125.48 | 1.48 | 57.27 | 42.73 | |
| N° 16 | 1.18 | 438.55 | 5.19 | 62.46 | 37.54 | |
| N° 30 | 0.6 | 584.31 | 6.91 | 69.37 | 30.63 | 40.78 |
| N° 50 | 0.3 | 673.44 | 7.97 | 77.34 | 22.66 | |
| N° 100 | 0.15 | 659.28 | 7.80 | 85.14 | 14.86 | |
| N° 200 | 0.075 | 530.58 | 6.28 | 91.41 | 8.59 | |
| Fondo | | 725.88 | 8.59 | 100.00 | 0.00 | 8.59 |
| | | 8,453.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.09 | | |
| **30** | 0.56 | 0.36 | 114.94 |
| **60** | 10.00 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

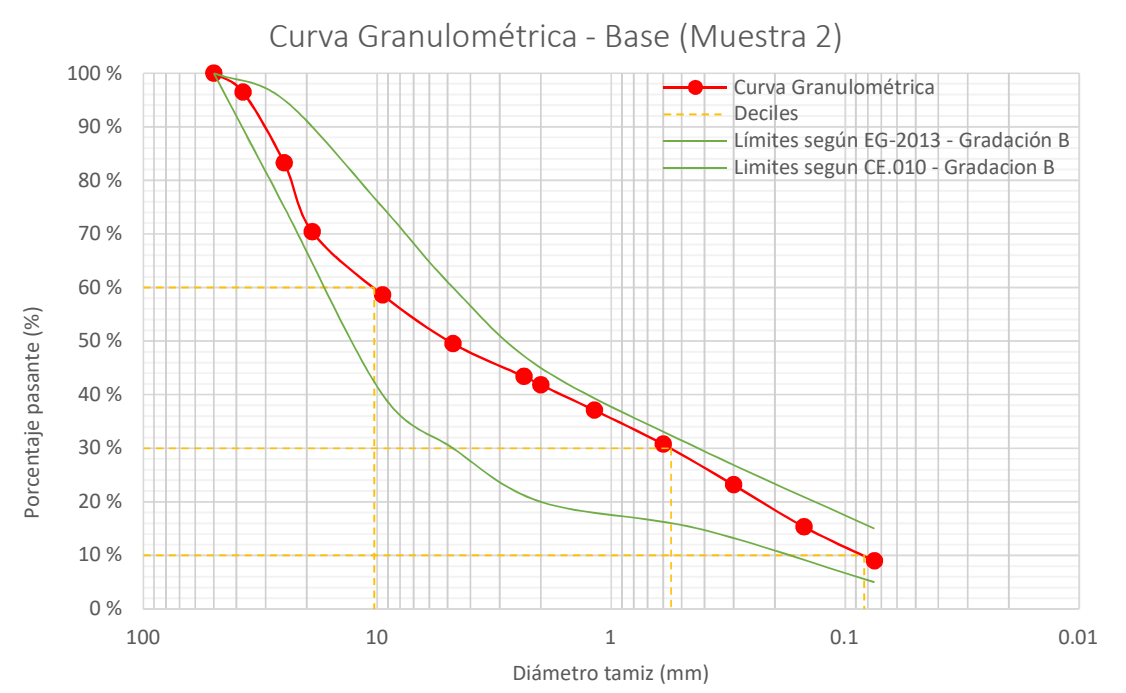
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Base (Muestra 2)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,132.00 | 4,054.00 | 127.97 | 0.06 | 0.54 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 291.00 | 3.56 | 3.56 | 96.44 | |
| 1" | 25 | 1,079.00 | 13.19 | 16.74 | 83.26 | 50.46 |
| 3/4" | 19 | 1,051.00 | 12.84 | 29.58 | 70.42 | |
| 3/8" | 9.5 | 966.00 | 11.80 | 41.39 | 58.61 | |
| N° 4 | 4.75 | 742.50 | 9.07 | 50.46 | 49.54 | |
| N° 8 | 2.36 | 500.70 | 6.12 | 56.58 | 43.42 | |
| N° 10 | 2 | 129.63 | 1.58 | 58.16 | 41.84 | |
| N° 16 | 1.18 | 388.26 | 4.74 | 62.91 | 37.09 | |
| N° 30 | 0.6 | 518.53 | 6.34 | 69.24 | 30.76 | 40.53 |
| N° 50 | 0.3 | 621.73 | 7.60 | 76.84 | 23.16 | |
| N° 100 | 0.15 | 640.21 | 7.82 | 84.67 | 15.33 | |
| N° 200 | 0.075 | 517.90 | 6.33 | 90.99 | 9.01 | |
| Fondo | | 737.03 | 9.01 | 100.00 | 0.00 | 9.01 |
| | | 8,183.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.08 | | |
| **30** | 0.56 | 0.36 | 124.10 |
| **60** | 10.30 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

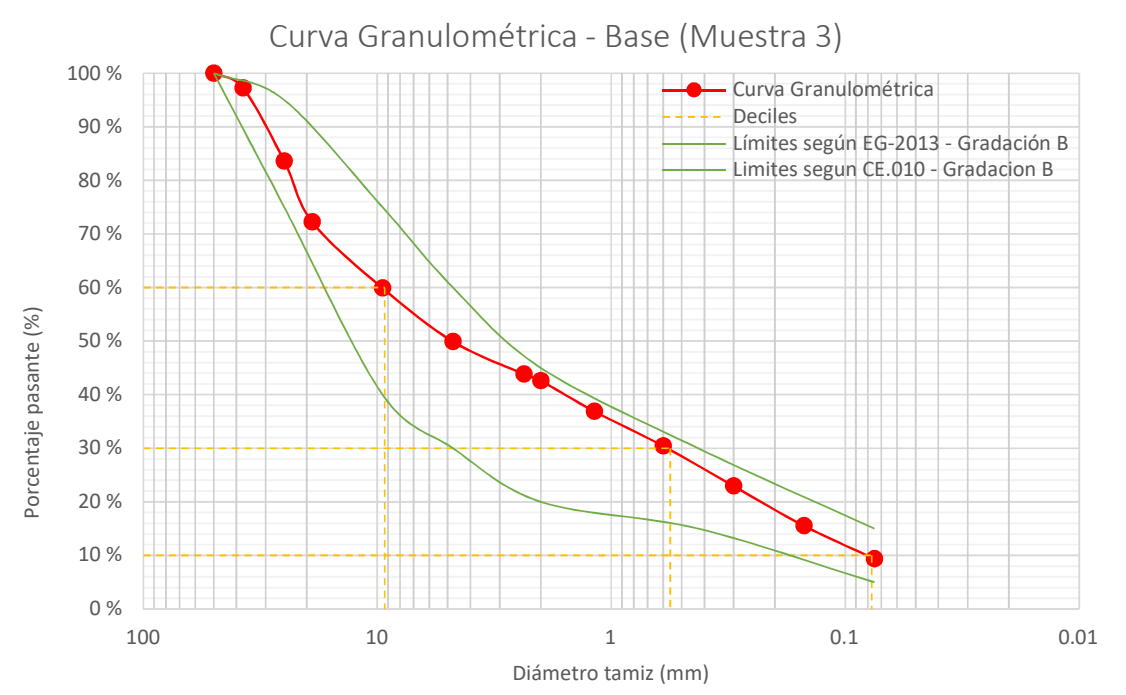
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Base (Muestra 3)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,130.00 | 4,114.50 | 120.16 | 0.04 | 0.52 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 227.50 | 2.76 | 2.76 | 97.24 | |
| 1" | 25 | 1,124.50 | 13.64 | 16.40 | 83.60 | 50.08 |
| 3/4" | 19 | 936.50 | 11.36 | 27.76 | 72.24 | |
| 3/8" | 9.5 | 1,017.50 | 12.34 | 40.11 | 59.89 | |
| N° 4 | 4.75 | 822.50 | 9.98 | 50.08 | 49.92 | |
| N° 8 | 2.36 | 501.49 | 6.08 | 56.17 | 43.83 | |
| N° 10 | 2 | 101.54 | 1.23 | 57.40 | 42.60 | |
| N° 16 | 1.18 | 470.51 | 5.71 | 63.11 | 36.89 | |
| N° 30 | 0.6 | 533.50 | 6.47 | 69.58 | 30.42 | 40.53 |
| N° 50 | 0.3 | 616.45 | 7.48 | 77.06 | 22.94 | |
| N° 100 | 0.15 | 611.29 | 7.42 | 84.48 | 15.52 | |
| N° 200 | 0.075 | 505.97 | 6.14 | 90.61 | 9.39 | |
| Fondo | | 773.75 | 9.39 | 100.00 | 0.00 | 9.387 |
| | | 8,243.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.08 | | |
| **30** | 0.56 | 0.44 | 120.78 |
| **60** | 9.30 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

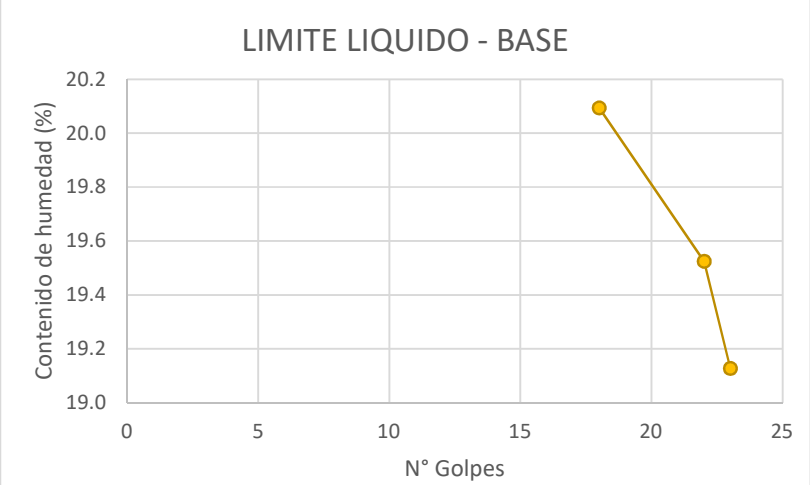
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 3.2.Determinación de limite liquido

**Límite Líquido - Base**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **N° Golpes** | - | 18 | 22 | 23 |
| **Masa bandeja** | g | 120.90 | 118.11 | 118.09 |
| **Masa muestra húmeda + bandeja** | g | 161.48 | 159.37 | 153.84 |
| **Masa muestra seco + bandeja** | g | 154.69 | 152.63 | 148.10 |
| **Contenido de Humedad** | % | 20.1 | 19.5 | 19.1 |

No se puede determinar






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

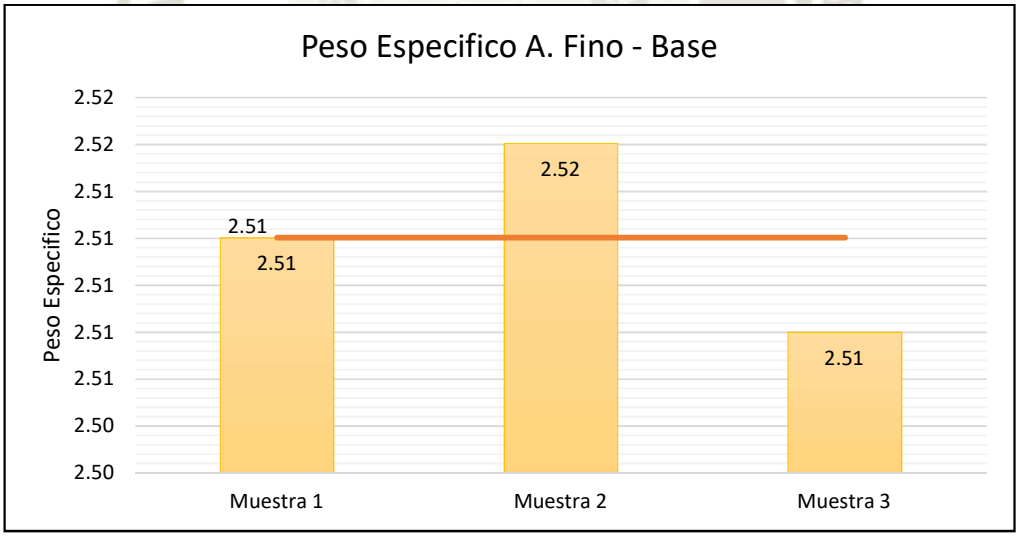
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.3.Gravedad específica y absorción de agregado fino

**Peso Específico de Agregado Fino - Base**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa fiola** | **g** | 155.55 | 158.41 | 155.55 |
| **Volumen de la fiola** | **cm³** | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| **Masa fiola + agua** | **g** | 652.75 | 655.96 | 652.75 |
| **Masa muestra superficialmente seca** | **g** | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| **Masa fiola + agua + muestra** | **g** | 958.10 | 960.85 | 957.95 |
| **Masa bandeja** | **g** | 338.50 | 122.93 | 379.42 |
| **Masa muestra seca + bandeja** | **g** | 834.50 | 620.00 | 875.00 |
| **Peso específico de masa** | | 2.51 | 2.52 | 2.51 |
| **Peso específico promedio** | | | 2.51 | |
| **Peso específico de masa saturada con superficie seca** | | 2.53 | 2.53 | 2.53 |
| **Peso específico aparente** | | 2.56 | 2.55 | 2.57 |
| **Absorción** | **%** | 0.8 | 0.6 | 0.9 |
| **Promedio de Absorción** | **%** | | 0.8 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

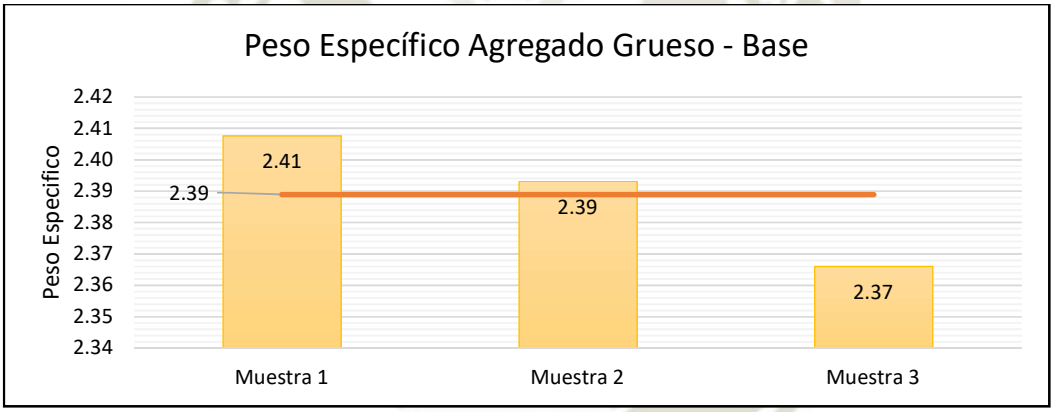
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 3.4.Peso específico y absorción de agregado grueso

**Peso Específico Agregado Grueso -Base**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| Masa muestra superficial mente seca | g | 5,116.00 | 4,131.00 | 4,104.50 |
| Masa canastilla sumergida + gancho | g | 912.5 | 912.5 | 912.5 |
| Masa muestra sumergida + canastilla + gan. | g | 3,943.00 | 3,345.00 | 3,312.00 |
| Masa bandeja | g | 538.00 | 452.50 | 424.50 |
| Masa muestra seca + bandeja | g | 5,554.50 | 4,513.50 | 4,455.00 |
| Peso específico de masa | | 2.41 | 2.39 | 2.36 |
| Coeficiente Temperatura (K) | | 1.00090 | 1.00090 | 1.00090 |
| $G_{20°C}$ | | 2.41 | 2.39 | 2.37 |
| Peso específico de masa promedio | | | 2.39 | |
| Peso específico de masa saturada con superficie seca | | 2.45 | 2.43 | 2.41 |
| Peso específico aparente | | 2.53 | 2.50 | 2.47 |
| Absorción | % | 2.0 | 1.7 | 1.8 |
| Promedio de Absorción | % | | 1.8 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

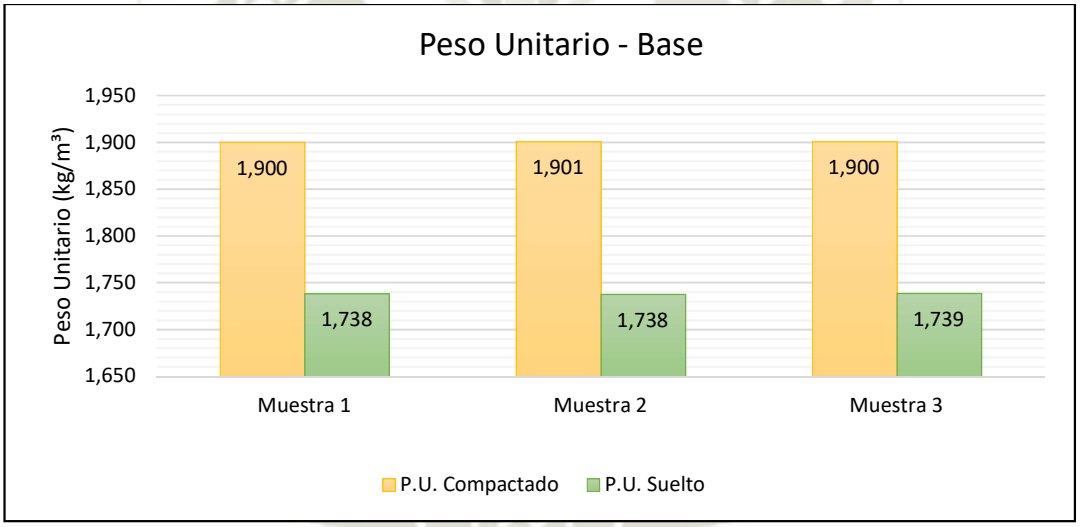
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.5.Peso unitario suelto y compactado

**Peso Unitario - Base**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa recipiente** | **kg** | | 5.20 | |
| **Masa recipiente + muestra suelta seca** | **kg** | 21.58 | 21.57 | 21.58 |
| **Masa recipiente + muestra compactada seca** | **kg** | 23.10 | 23.11 | 23.11 |
| **Volumen del recipiente** | **m³** | | 0.0094 | |
| **Peso unitario suelto seco** | **g/cm³** | 1.74 | 1.74 | 1.74 |
| **Peso unitario suelto seco** | **kg/m³** | 1,738 | 1,738 | 1,739 |
| **Promedio peso unitario suelto seco** | **kg/m³** | | 1,738 | |
| **Peso unitario compactado seco** | **g/cm³** | 1.90 | 1.90 | 1.90 |
| **Peso unitario compactado seco** | **kg/m³** | 1,900 | 1,901 | 1,900 |
| **Promedio peso unitario compactado seco** | **kg/m³** | | 1,900 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

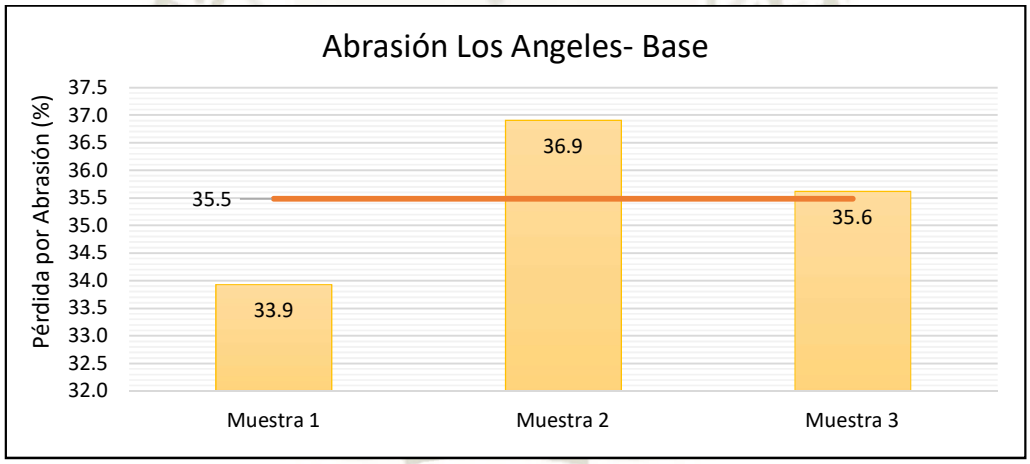
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.6.Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados

**Ensayo de Abrasión de Los Ángeles - Base**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa de la carga (esferas)** | **g** | 4,584.00 | 4,584.00 | 4,584.00 |
| **Masa material entre mallas 3/4" - 1/2"** | **g** | 2,510.50 | 2,505.00 | 2,499.00 |
| **Masa material entre mallas 1/2" - 3/8"** | **g** | 2508.5 | 2496 | 2501 |
| **Masa seco de la muestra** | **g** | 5,003.50 | 5,001.00 | 5,000.00 |
| **Masa material pasante tamiz N°12** | **g** | 1,651.50 | 1,840.00 | 1,767.00 |
| **Masa material retenido tamiz N°12** | **g** | 3,309.50 | 3,157.00 | 3,220.50 |
| **Masa envase** | **g** | 627.00 | 345.00 | 345.00 |
| **Masa seco retenido tamiz N°12 + envase** | **g** | 3,933.00 | 3,500.50 | 3,564.00 |
| **Porcentaje de perdida durante el ensayo** | **%** | 0.8 | 0.1 | 0.3 |
| **Porcentaje del peso retenido tamiz N°12** | **%** | 66.1 | 63.1 | 64.4 |
| **Perdida por abrasión** | **%** | 33.9 | 36.9 | 35.6 |
| **Promedio porcentaje perdido** | **%** | | 35.5 | |





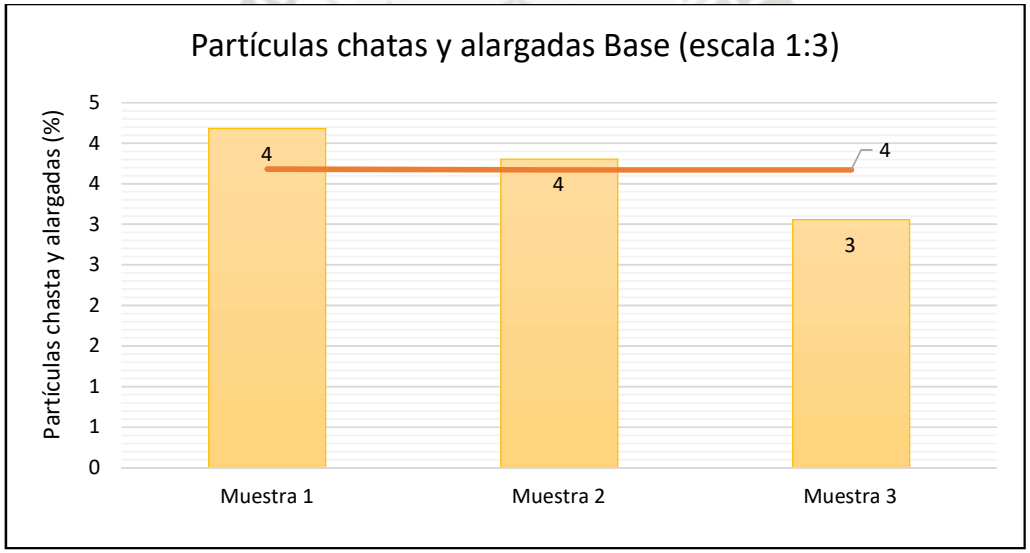

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

### 3.7.Partículas chatas y alargadas en agregados

| Partículas Chatas y Alargadas - Base (escala 1:3) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **Tamiz 1 1/2"** | **Tamiz 1"** | **Tamiz 3/4"** | **Tamiz 1/2"** | **Tamiz 3/8"** | **Tamiz N°4** |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **conteo** | - | 2 | 5 | 6 | 5 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **conteo** | - | 98 | 95 | 94 | 95 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.02 | 13.56 | 11.99 | 8.57 | 3.67 | 9.57 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 5.99 | 26.92 | 23.80 | 17.00 | 7.29 | 18.99 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 2 | 2 | 5 | 6 | 5 | 5 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 98 | 98 | 95 | 94 | 95 | 95 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | | | 4 | | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | | | 96 | | | |

| **Variable** | **Und.** | **Tamiz 1 1/2"** | **Tamiz 1"** | **Tamiz 3/4"** | **Tamiz 1/2"** | **Tamiz 3/8"** | **Tamiz N°4** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **conteo** | - | 1 | 7 | 6 | 3 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **conteo** | - | 99 | 93 | 94 | 97 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.02 | 13.56 | 11.99 | 8.57 | 3.67 | 9.57 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 5.99 | 26.92 | 23.80 | 17.00 | 7.29 | 18.99 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 1 | 1 | 7 | 6 | 3 | 3 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 99 | 99 | 93 | 94 | 97 | 97 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | | | 4 | | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | | | 96 | | | |

| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **conteo** | - | 1 | 6 | 3 | 3 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **conteo** | - | 99 | 94 | 97 | 97 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.02 | 13.56 | 11.99 | 8.57 | 3.67 | 9.57 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 5.99 | 26.92 | 23.80 | 17.00 | 7.29 | 18.99 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 1 | 1 | 6 | 3 | 3 | 3 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 99 | 99 | 94 | 97 | 97 | 97 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | | | | 3 | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | | | | 97 | | |



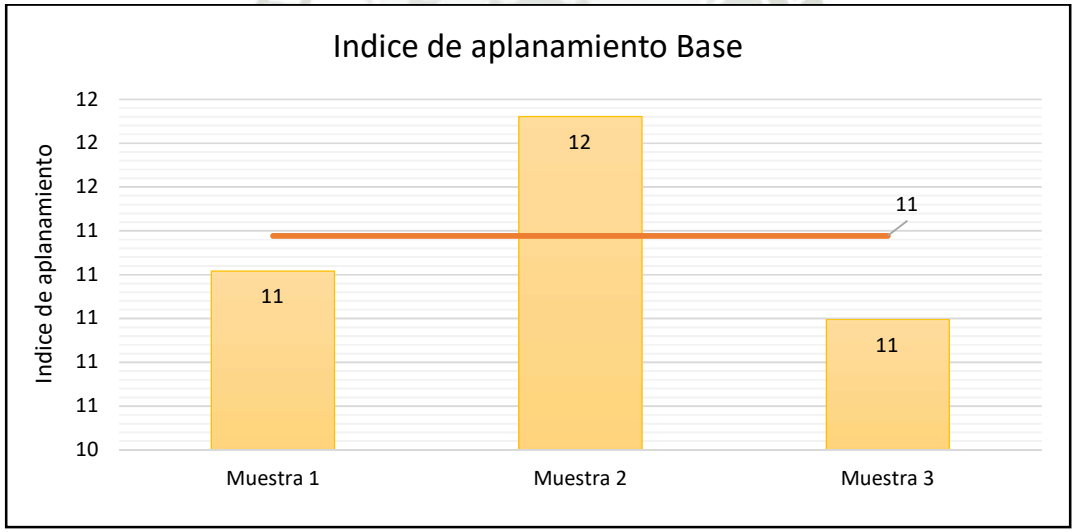
### 3.8.Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras

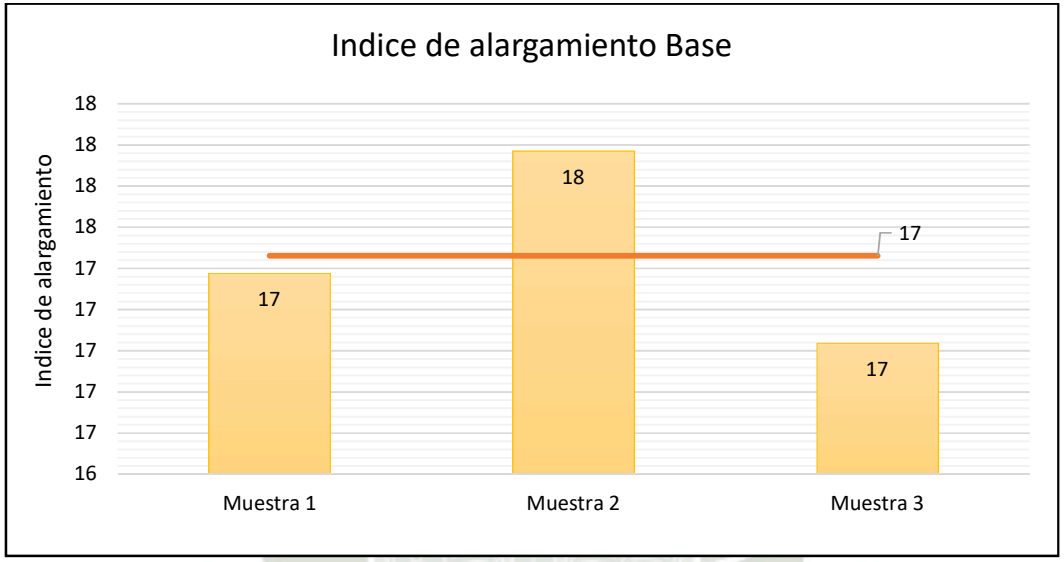
**Índice de Aplanamiento y Alargamiento - Base**

| Tamiz | Masa Inicial Seco | Porcentaje Retenidos | Calibrador de Espesores | | Calibrador de Longitudes | | Índice de Aplanamiento de la Fracción (Iai) | Índice de Alargamiento de la Fracción (Ili) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Part. Pasantes | Part. Retenidas | Part. Pasantes | Part. Retenidas | | |
| | g | % | g | g | g | g | | |
| 1 1/2" | 238.00 | 4.9 | 133.00 | 105.00 | 150.00 | 88.00 | 56 | 37 |
| 1" | 2,030.00 | 41.7 | 193.50 | 1,836.50 | 1,745.50 | 284.50 | 10 | 14 |
| 3/4" | 1,382.00 | 28.4 | 134.50 | 1,247.50 | 1,136.50 | 244.50 | 10 | 18 |
| 1/2" | 682.50 | 14.0 | 53.50 | 628.50 | 521.50 | 160.50 | 8 | 24 |
| 3/8" | 203.00 | 4.2 | 10.00 | 187.00 | 173.50 | 25.00 | 5 | 12 |
| 1/4" | 331.00 | 6.8 | 7.00 | 324.00 | 293.00 | 37.50 | 2 | 11 |
| | 4,866.50 | 100.00 | | | | | 11 | 17 |

| Tamiz | Masa Inicial Seco | Porcentaje Retenidos | Calibrador de Espesores | | Calibrador de Longitudes | | Índice de Aplanamiento de la Fracción (Iai) | Índice de Alargamiento de la Fracción (Ili) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Part. Pasantes | Part. Retenidas | Part. Pasantes | Part. Retenidas | | |
| | g | % | g | g | g | g | | |
| 1 1/2" | 300.00 | 6.2 | 167.50 | 132.50 | 189.00 | 111.00 | 56 | 37 |
| 1" | 1,900.00 | 39.4 | 181.00 | 1,719.00 | 1,633.50 | 266.00 | 10 | 14 |
| 3/4" | 1,423.00 | 29.5 | 139.00 | 1,284.00 | 1,170.50 | 252.00 | 10 | 18 |
| 1/2" | 723.00 | 15.0 | 57.50 | 665.50 | 552.50 | 170.00 | 8 | 24 |
| 3/8" | 156.00 | 3.2 | 11.50 | 144.00 | 133.50 | 22.00 | 7 | 14 |
| 1/4" | 326.00 | 6.8 | 5.50 | 320.00 | 288.50 | 37.50 | 2 | 12 |
| | 4,828.00 | 100.00 | | | | | 12 | 18 |

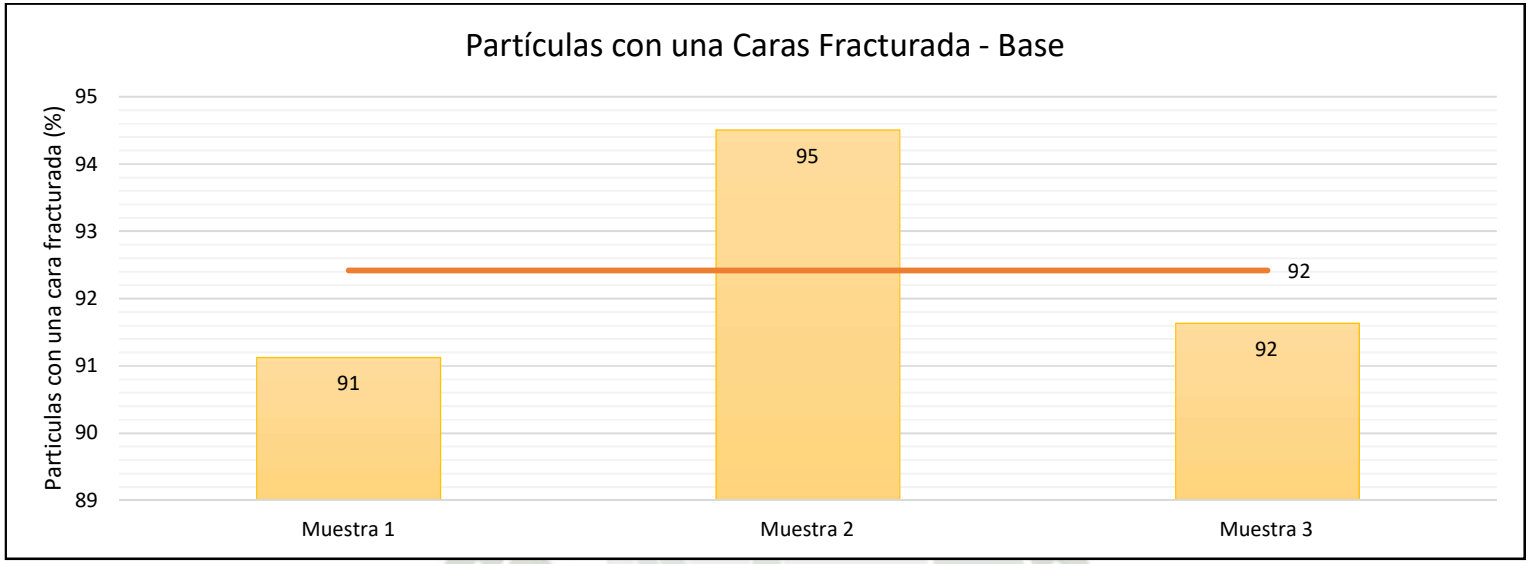
| Tamiz | Masa Inicial Seco | Porcentaje Retenidos | Calibrador de Espesores | | Calibrador de Longitudes | | Índice de Aplanamiento de la Fracción (Iai) | Índice de Alargamiento de la Fracción (Ili) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Part. Pasantes | Part. Retenidas | Part. Pasantes | Part. Retenidas | | |
| | g | % | g | g | g | g | | |
| 1 1/2" | 210.00 | 4.2 | 117.50 | 92.50 | 132.50 | 77.50 | 56 | 37 |
| 1" | 2,200.00 | 44.2 | 210.00 | 1,990.00 | 1,891.00 | 308.50 | 10 | 14 |
| 3/4" | 1,403.00 | 28.2 | 136.50 | 1,266.50 | 1,154.00 | 248.50 | 10 | 18 |
| 1/2" | 586.00 | 11.8 | 46.00 | 540.00 | 447.50 | 137.80 | 8 | 24 |
| 3/8" | 183.00 | 3.7 | 14.00 | 168.50 | 156.50 | 26.50 | 8 | 14 |
| 1/4" | 396.00 | 8.0 | 8.50 | 387.50 | 350.50 | 45.00 | 2 | 11 |
| | 4,978.00 | 100.00 | | | | | 11 | 17 |

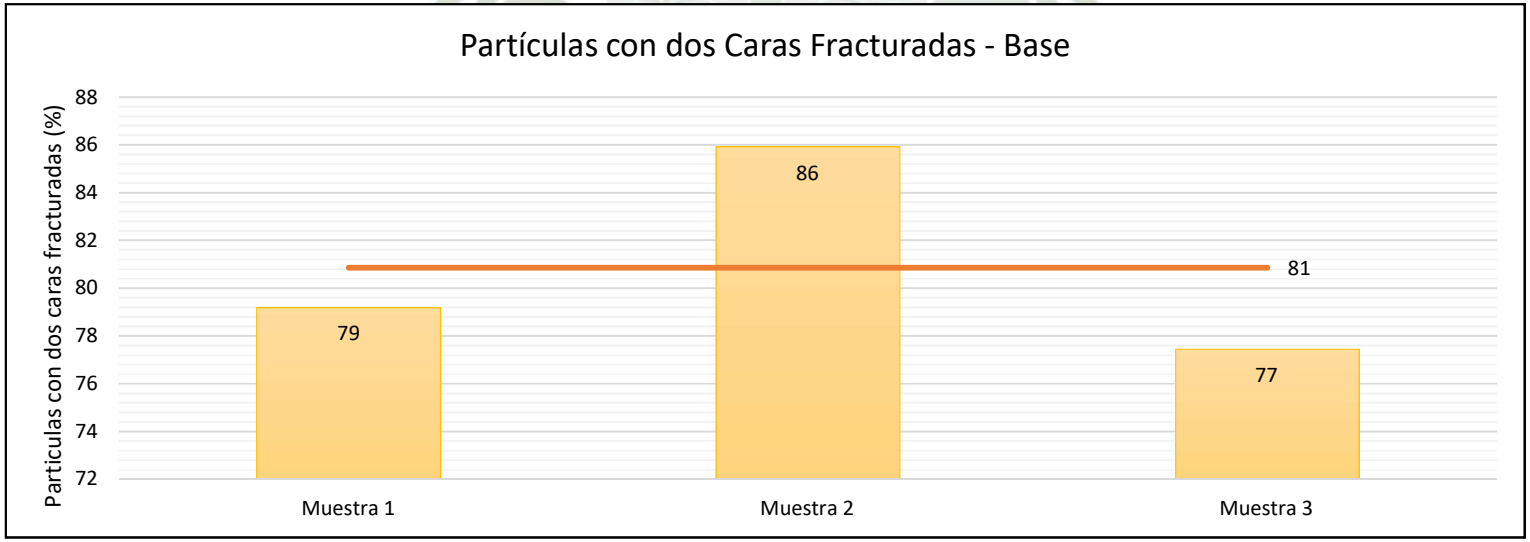



Indice de alargamiento Base
Indice de alargamiento
18
18
18
18
17
17
17
17
17
16
17
18
17
17
Muestra 1
Muestra 2
Muestra 3

### 3.9.Determinación del porcentaje de partículas fracturadas

| Caras Fracturadas - Base | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variables** | **Und.** | **Muestra 1** | | **Muestra 2** | | **Muestra 3** | | |
| **Masa total** | **g** | 3,009.00 | | 3,017.00 | | 3078 | | |
| **Masa retenido tamiz 3/8"** | **g** | 2,672.50 | | 2,290.50 | | 2,371.00 | | |
| **Masa pasante tamiz 3/8"** | **g** | 338.00 | | 726.00 | | 706.50 | | |
| **Masa usado pasante tamiz 3/8"** | **g** | 201.5 | | 201 | | 201.5 | | |
| | | Retenido 3/8" | Pasante 3/8" | Retenido 3/8" | Pasante 3/8" | Retenido 3/8" | Pasante 3/8" |
| **Masa partículas no fracturadas** | **g** | 253.50 | 9.00 | 131.00 | 9.50 | 229.00 | 8.00 |
| **Masa partículas 1 cara fracturada** | **g** | 2,419.00 | 192.50 | 2,159.50 | 191.50 | 2,142.00 | 193.50 |
| **Masa partículas 2 caras fracturadas** | **g** | 2,085.00 | 177.50 | 1,983.50 | 168.50 | 1,768.50 | 175.50 |
| | | Retenido 3/8" | Pasante 3/8" | Retenido 3/8" | Pasante 3/8" | Retenido 3/8" | Pasante 3/8" |
| **Masa partículas no fracturadas** | **g** | 253.50 | 15.10 | 131.00 | 34.31 | 229.00 | 28.05 |
| **Masa partículas 1 cara fracturada** | **g** | 2,419.00 | 322.90 | 2,159.50 | 691.69 | 2,142.00 | 678.45 |
| **Masa partículas 2 caras fracturadas** | **g** | 2,085.00 | 297.74 | 1,983.50 | 608.61 | 1,768.50 | 615.34 |
| **Porcentaje partículas retenido tamiz 3/8"** | **%** | 89 | | 76 | | 77 | |
| **Porcentaje partículas pasante tamiz 3/8"** | **%** | 11 | | 24 | | 23 | |
| **Partículas con una Cara Fracturada** | | | | | | | |
| **Partículas con una cara fracturada** | **%** | 91 | 96 | 94 | 95 | 90 | 96 |
| **Partículas con una cara fracturada** | **%** | 91 | | 95 | | 92 | |
| **Promedio una cara fracturada** | **%** | 92 | | | | | |
| **Partículas con dos caras Fracturadas** | | | | | | | |
| **Partículas con dos caras fracturadas** | **%** | 78 | 88 | 87 | 84 | 75 | 87 |
| **Partículas con dos caras fracturadas** | **%** | 79 | | 86 | | 77 | |
| **Promedio dos caras fracturadas** | **%** | 81 | | | | | |


Partículas con una Caras Fracturada - Base
Particulas con una cara fracturada (%)
95
94
93
92
91
90
89
91
95
92
92
Muestra 1
Muestra 2
Muestra 3


Partículas con dos Caras Fracturadas - Base
Particulas con dos caras fracturadas (%)
88
86
84
82
80
78
76
74
72
79
86
81
77
Muestra 1
Muestra 2
Muestra 3

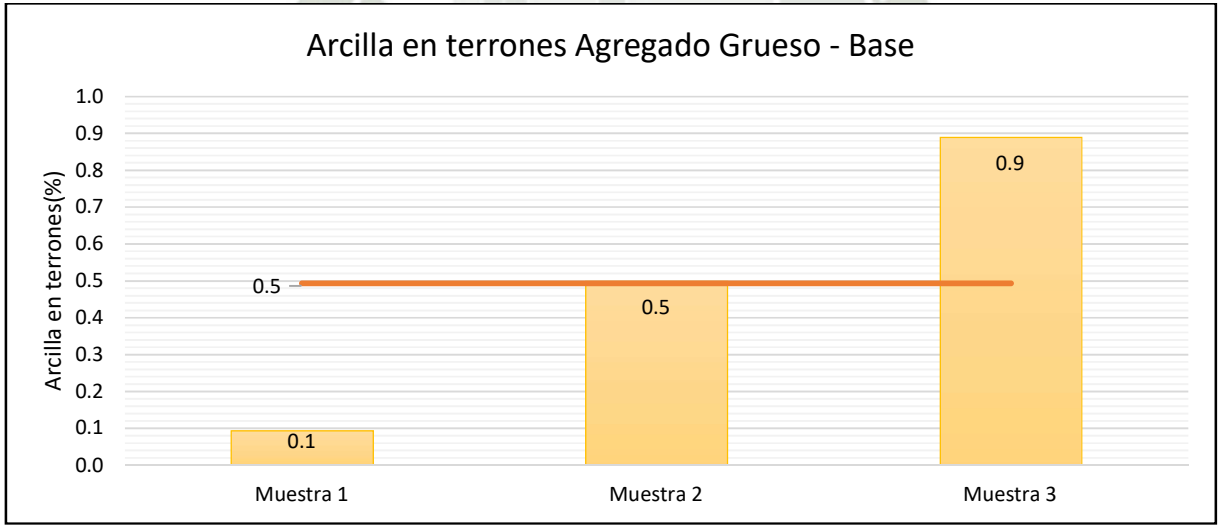
## 3.10. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados

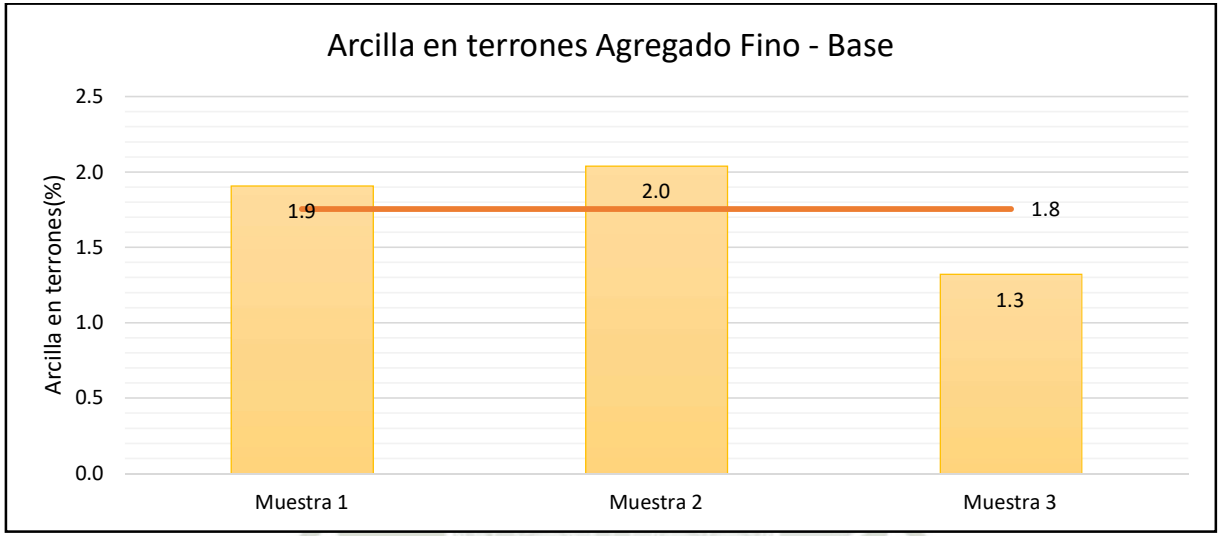
**Arcilla en terrones y Partículas Desmenuzables - Base**

| Muestra 1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **2" - 1 1/2"** | **1 1/2" - 3/4"** | **3/4" - 3/8"** | **3/8" - N°4** | **N°4 - N°16** |
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 3,006.00 | 2,000.00 | 1,000.00 | 25.69 |
| **Masa envase** | **g** | - | 188.00 | 319.00 | 129.50 | 119.81 |
| **Masa muestra + envase** | **g** | - | 3,192.50 | 2,316.00 | 1,128.00 | 145.01 |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.0 | 25.6 | 12.2 | 9.6 | 49.6 |
| **Porcentaje Granulometría A. Grueso y A. Fino** | **%** | 6.0 | 50.7 | 24.3 | 19.0 | 100.0 |
| **Masa final seco de la muestra** | **g** | - | 3,004.5 | 1,997.0 | 998.5 | 25.2 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla** | **%** | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 1.9 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Grueso** | **%** | | 0.1 | | | - |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Fino** | **%** | | - | | | 1.9 |

| Muestra 2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **2" - 1 1/2"** | **1 1/2" - 3/4"** | **3/4" - 3/8"** | **3/8" - N°4** | **N°4 - N°16** |
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 3,037.50 | 2,004.50 | 1,001.00 | 33.35 |
| **Masa envase** | **g** | - | 320.00 | 130.50 | 374.50 | 233.39 |
| **Masa muestra + envase** | **g** | - | 3,348.50 | 2,121.00 | 1,367.00 | 266.06 |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.0 | 25.6 | 12.2 | 9.6 | 49.6 |
| **Porcentaje Granulometría A. Grueso y A. Fino** | **%** | 6.0 | 50.7 | 24.3 | 19.0 | 100.0 |
| **Masa final seco de la muestra** | **g** | - | 3,028.50 | 1,990.50 | 992.50 | 32.67 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla** | **%** | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 0.8 | 2.0 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Grueso** | **%** | | 0.5 | | | - |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Fino** | **%** | | - | | | 2.0 |

| Variable | Und. | Muestra 3<br>2" - 1 1/2" | 1 1/2" - 3/4" | 3/4" - 3/8" | 3/8" - N°4 | N°4 - N°16 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 3,008.00 | 2,081.50 | 1,009.00 | 34.82 |
| **Masa envase** | **g** | - | 381.50 | 348.50 | 121.00 | 167.10 |
| **Masa muestra + envase** | **g** | - | 3,376.00 | 2,395.00 | 1,118.00 | 201.46 |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.0 | 25.6 | 12.2 | 9.6 | 49.6 |
| **Porcentaje Granulometría A. Grueso y A. Fino** | **%** | 6.0 | 50.7 | 24.3 | 19.0 | 100.0 |
| **Masa final seco de la muestra** | **g** | - | 2,994.50 | 2,046.50 | 997.00 | 34.36 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla** | **%** | 0.4 | 0.4 | 1.7 | 1.2 | 1.3 |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Grueso** | **%** | | 0.9 | | | - |
| **Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla en Agregado Fino** | **%** | | - | | | 1.3 |




Arcilla en terrones Agregado Fino - Base
Arcilla en terrones(%)
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
1.9
2.0
1.8
1.3
Muestra 1
Muestra 2
Muestra 3

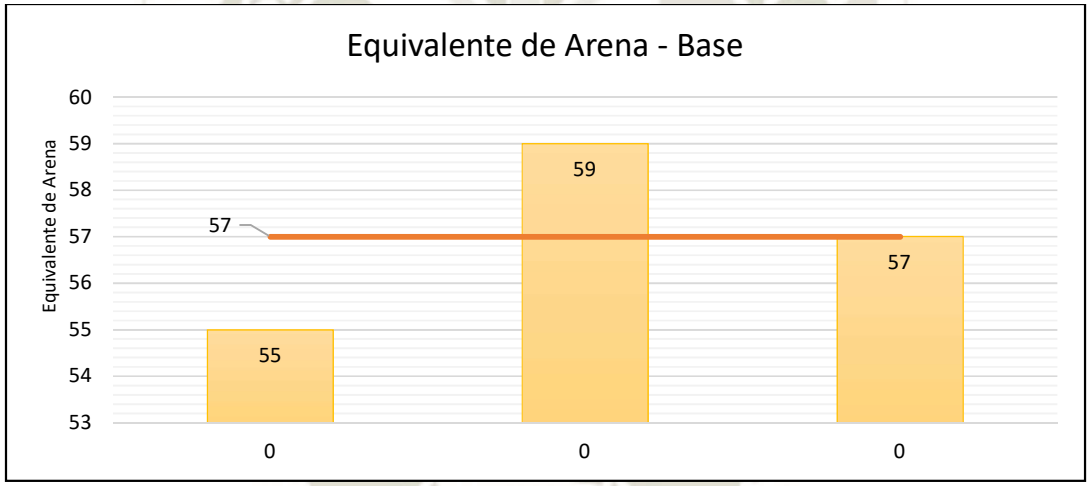
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 3.11. Valor equivalente de arena

**Valor Equivalente de Arena - Base**

| Variable | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Masa inicial muestra** | **g** | 134.42 | 134.42 | 134.42 |
| **Masa envase** | **g** | 118.10 | 117.83 | 120.90 |
| **Masa muestra seca + envase** | **g** | 249.23 | 249.16 | 251.92 |
| **Lectura de arcilla** | **pulg** | 5.90 | 5.70 | 6.00 |
| **Lectura de arena inicial** | **pulg** | 13.20 | 13.35 | 13.42 |
| **Masa muestra usada** | **g** | 131.13 | 131.33 | 131.02 |
| **Lectura de arena corregida** | **pulg** | 3.20 | 3.35 | 3.42 |
| **Equivalente de arena** | **%** | 54.2 | 58.8 | 57.0 |
| **Equivalente de arena corregido** | **%** | 55 | 59 | 57 |
| **Promedio de valores equivalente de arena** | **%** | | 57 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

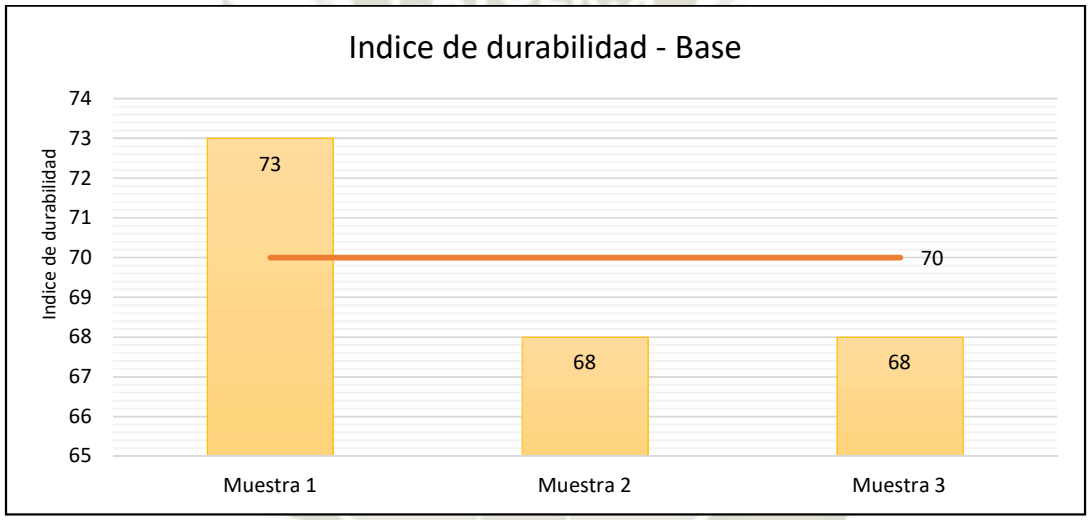
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

### 3.12. Índice de durabilidad del agregado

**Índice de Durabilidad - Base**

| Variable | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Lectura de arcilla** | **pulg** | 5.45 | 5.20 | 5.35 |
| **Lectura de arena inicial** | **pulg** | 13.95 | 13.50 | 13.61 |
| **Lectura de arena corregida** | **pulg** | 3.95 | 3.50 | 3.61 |
| **Equivalente de arena** | **%** | 72.5 | 67.3 | 67.5 |
| **Equivalente de arena corregido** | **%** | 73 | 68 | 68 |
| **Promedio de valores equivalente de arena** | **%** | | 70 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

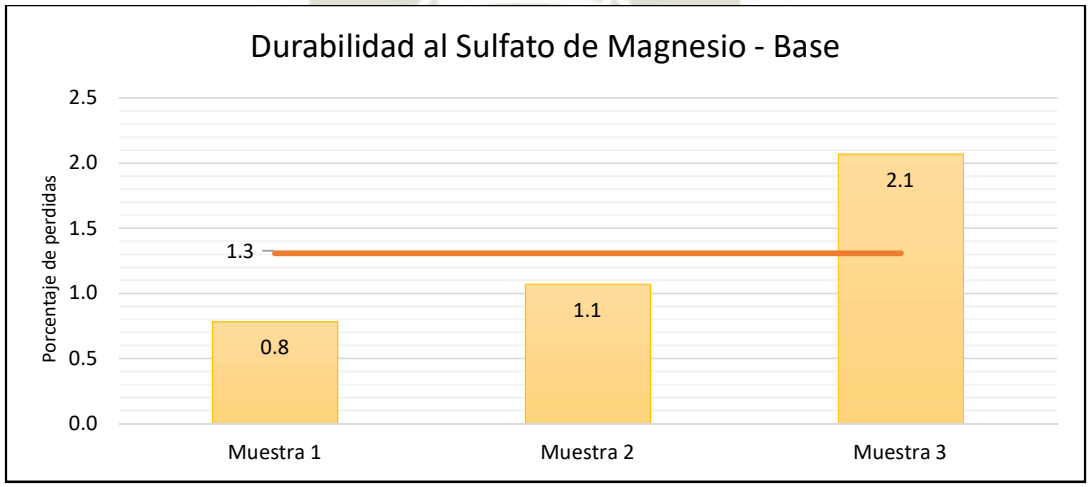
## 3.13. Durabilidad al sulfato de magnesio

**Durabilidad al Sulfato de magnesio del Agregado Grueso - Base**

| Muestra 1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **2" - 1 1/2"** | **1 1/2" - 3/4"** | **3/4" - 3/8"** | **3/8" - N°4** |
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 1,489.50 | 995.50 | 300.00 |
| **Masa final de la muestra** | **g** | - | 1,486.00 | 984.50 | 294.00 |
| **Granulometría general** | **%** | 3.0 | 25.6 | 12.2 | 9.6 |
| **Granulometría Agregado Grueso** | **%** | 6.0 | 50.7 | 24.3 | 19.0 |
| **Perdidas después del ensayo** | **%** | 0.2 | 0.2 | 1.1 | 2.0 |
| **Porcentaje de Perdidas general** | **%** | | 0.8 | | |

| Muestra 2 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **2" - 1 1/2"** | **1 1/2" - 3/4"** | **3/4" - 3/8"** | **3/8" - N°4** |
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 1,501.00 | 995.50 | 300.00 |
| **Masa final de la muestra** | **g** | - | 1,499.00 | 969.00 | 294.50 |
| **Granulometría general** | **%** | 3.0 | 25.6 | 12.2 | 9.6 |
| **Granulometría Agregado Grueso** | **%** | 6.0 | 50.7 | 24.3 | 19.0 |
| **Perdidas después del ensayo** | **%** | 0.1 | 0.1 | 2.7 | 1.8 |
| **Porcentaje de Perdidas general** | **%** | | 1.1 | | |

| Muestra 3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **2" - 1 1/2"** | **1 1/2" - 3/4"** | **3/4" - 3/8"** | **3/8" - N°4** |
| **Masa inicial de la muestra** | **g** | - | 1,500.00 | 994.50 | 300.00 |
| **Masa final de la muestra** | **g** | - | 1,497.50 | 950.00 | 286.00 |
| **Granulometría general** | **%** | 3.0 | 25.6 | 12.2 | 9.6 |
| **Granulometría Agregado Grueso** | **%** | 6.0 | 50.7 | 24.3 | 19.0 |
| **Perdidas después del ensayo** | **%** | 0.2 | 0.2 | 4.5 | 4.7 |
| **Porcentaje de Perdidas general** | **%** | | 2.1 | | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| Durabilidad al Sulfato de Magnesio por conteo - Base | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamices | - | Rajadas | | Desmoronadas | | Fracturadas | | Astilladas | | N° total de partículas antes del ensayo | N° total de partículas después del ensayo |
| | | No. | % | No. | % | No. | % | No. | % | | |
| 1 1/2" - 3/4" | **Muestra 1** | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 2 | 3.4 | 0 | 0.0 | 59 | 61 |
| | **Muestra 2** | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 1 | 1.5 | 0 | 0.0 | 65 | 66 |
| | **Muestra 3** | 0 | 0.0 | 1 | 1.5 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 68 | 67 |

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

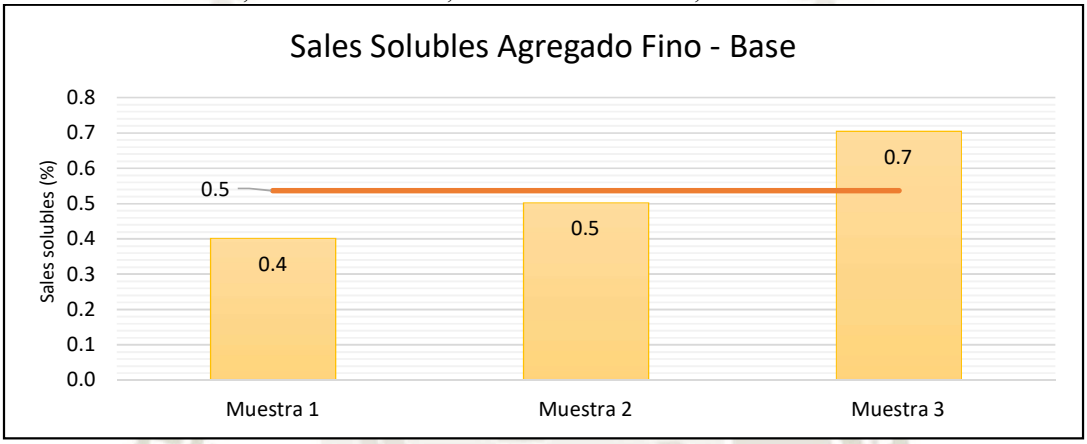
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 3.14. Sales solubles en agregados

**Sales Solubles Agregado Fino - Base**

| Variables | A g | B ml | C ml | D g | Sales Solubles % | Promedio Sales Solubles (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra 1 | 100 | 500 | 50 | 0.04 | 0.4 | |
| Muestra 2 | 100 | 500 | 50 | 0.05 | 0.5 | 0.5 |
| Muestra 3 | 100 | 500 | 50 | 0.07 | 0.7 | |

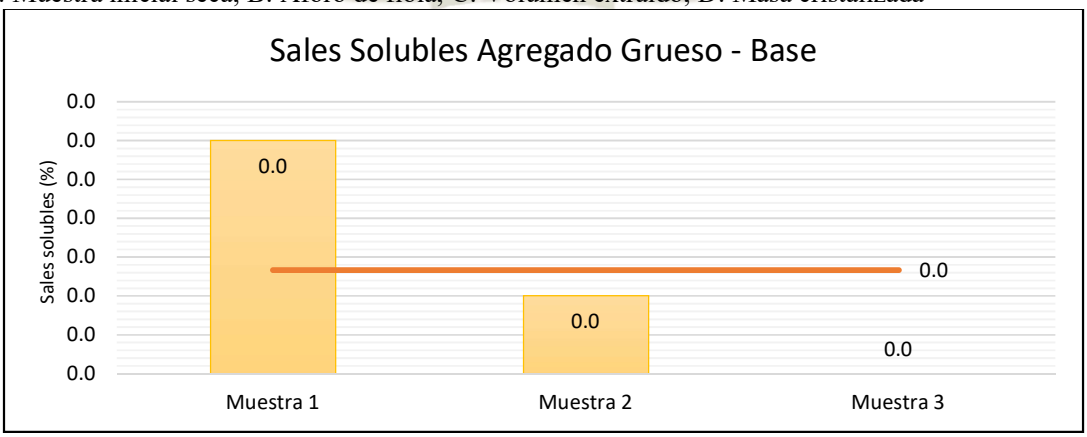
A: Muestra inicial seca; B: Aforo de fiola; C: Volumen extraído; D: Masa cristalizada




**Sales Solubles Agregado Grueso - Base**

| Variables | A g | B ml | C ml | D g | Sales Solubles % | Promedio Sales Solubles (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra 1 | 1000 | 500 | 50 | 0.03 | 0.0 | |
| Muestra 2 | 1000 | 500 | 50 | 0.01 | 0.0 | 0.0 |
| Muestra 3 | 1000 | 500 | 50 | 0 | 0.0 | |

A: Muestra inicial seca; B: Aforo de fiola; C: Volumen extraído; D: Masa cristalizada






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

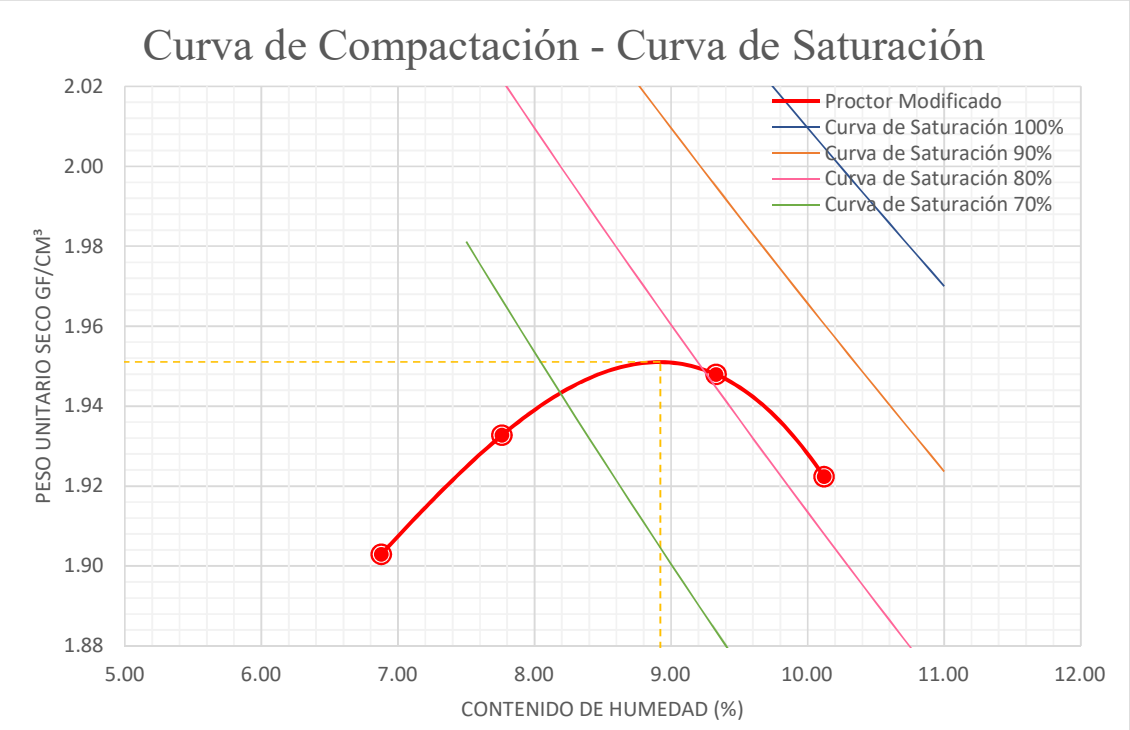
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 3.15. Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 6")

**Proctor Modificado - Base (Muestra 1)**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,794.00 | 374.00 | 1,034.50 | 992.00 | 3 |
| 10,897.00 | 375.00 | 1,354.00 | 1,283.50 | 3 |
| 10,996.00 | 119.50 | 1,057.00 | 977.00 | 3 |
| 10,969.00 | 120.00 | 1,121.00 | 1,029.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 6.5% | 42.50 | 618.00 | 6.88 | 4,285.00 | 2.03 | 1.90 |
| 7.5% | 70.50 | 908.50 | 7.76 | 4,388.00 | 2.08 | 1.93 |
| 8.5% | 80.00 | 857.50 | 9.33 | 4,487.00 | 2.13 | 1.95 |
| 9.5% | 92.00 | 909.00 | 10.12 | 4,460.00 | 2.12 | 1.92 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 8.9 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.95 |
| **Gravedad Específica** | | 2.52 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

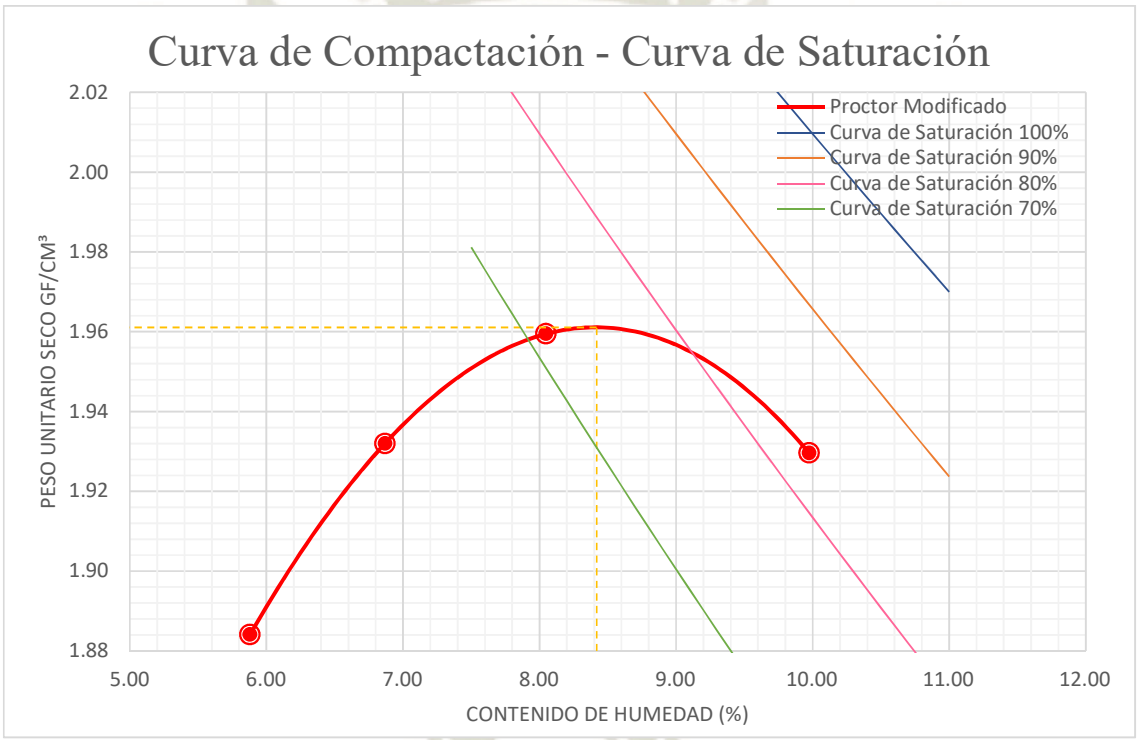
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado - Base (Muestra 2)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,712.00 | 119.50 | 1,110.00 | 1,055.00 | 3 |
| 10,859.00 | 376.00 | 1,138.50 | 1,089.50 | 3 |
| 10,969.50 | 349.50 | 1,370.00 | 1,294.00 | 3 |
| 10,980.00 | 343.00 | 1,247.00 | 1,165.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.0% | 55.00 | 935.50 | 5.88 | 4,203.00 | 1.99 | 1.88 |
| 6.5% | 49.00 | 713.50 | 6.87 | 4,350.00 | 2.06 | 1.93 |
| 8.0% | 76.00 | 944.50 | 8.05 | 4,460.50 | 2.12 | 1.96 |
| 9.5% | 82.00 | 822.00 | 9.98 | 4,471.00 | 2.12 | 1.93 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 8.4 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.96 |
| **Gravedad Específica** | | 2.52 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

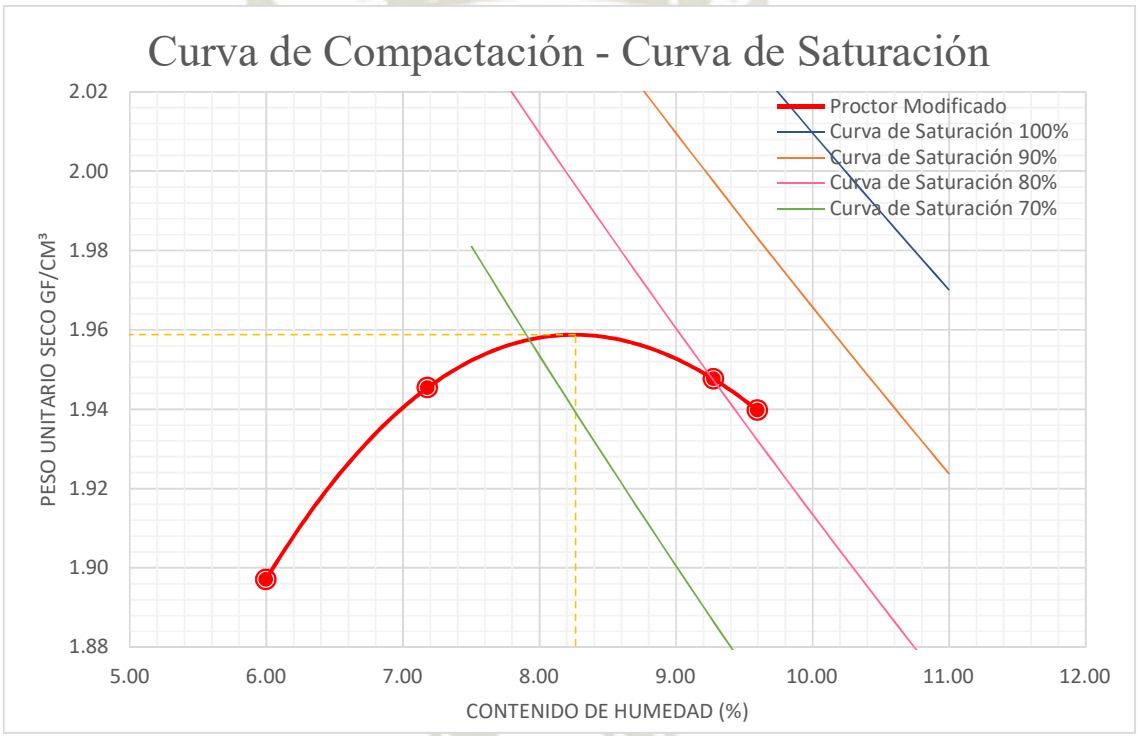
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado - Base (Muestra 3)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,745.50 | 375.00 | 1,029.00 | 992.00 | 3 |
| 10,902.00 | 375.00 | 1,002.00 | 960.00 | 3 |
| 10,993.00 | 119.50 | 956.00 | 885.00 | 3 |
| 10,988.00 | 374.00 | 1,025.00 | 968.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.5% | 37.00 | 617.00 | 6.00 | 4,236.50 | 2.01 | 1.90 |
| 7.0% | 42.00 | 585.00 | 7.18 | 4,393.00 | 2.09 | 1.95 |
| 8.5% | 71.00 | 765.50 | 9.27 | 4,484.00 | 2.13 | 1.95 |
| 10.0% | 57.00 | 594.00 | 9.60 | 4,479.00 | 2.13 | 1.94 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 8.3 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.96 |
| **Gravedad Específica** | | 2.52 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

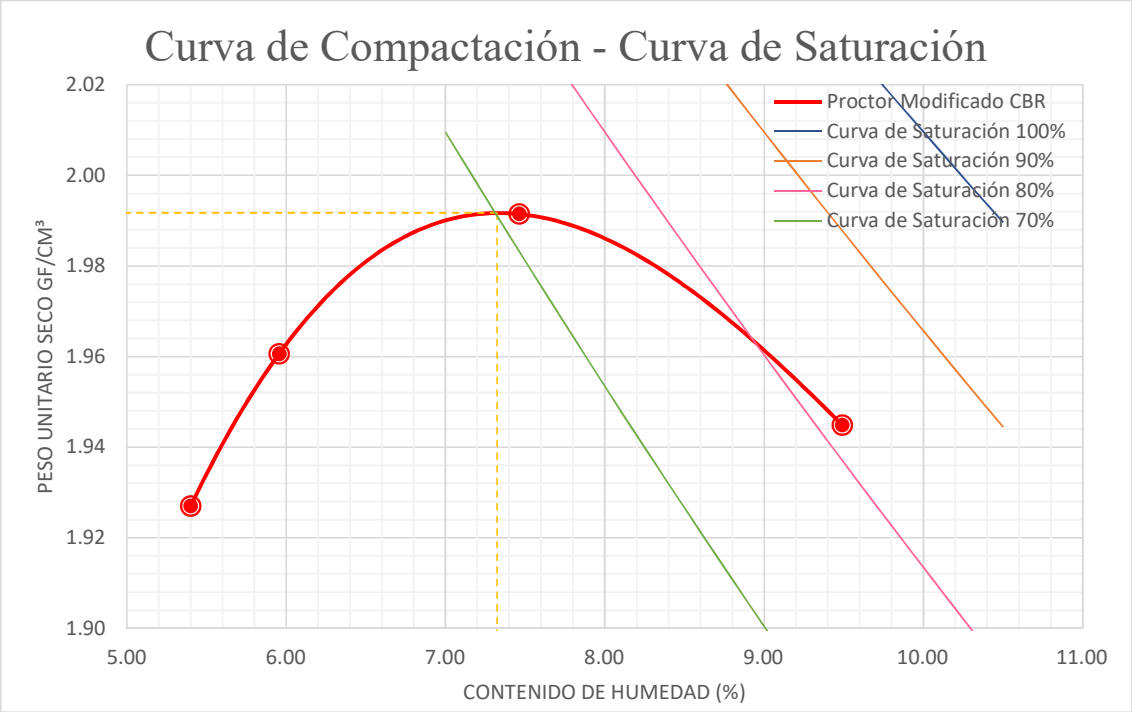
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 3.16. Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")

**Proctor Modificado CBR - Base (Muestra 1)**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,708.00 | 374.50 | 1,418.50 | 1,365.00 | 1 |
| 10,806.50 | 377.50 | 1,400.50 | 1,343.00 | 1 |
| 11,018.00 | 349.00 | 1,573.00 | 1,488.00 | 3 |
| 11,052.00 | 345.50 | 1,580.00 | 1,473.00 | 2 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.5% | 53.50 | 990.50 | 5.40 | 4,320.80 | 2.03 | 1.93 |
| 6.0% | 57.50 | 965.50 | 5.96 | 4,419.30 | 2.08 | 1.96 |
| 7.5% | 85.00 | 1,139.00 | 7.46 | 4,509.00 | 2.14 | 1.99 |
| 9.5% | 107.00 | 1,127.50 | 9.49 | 4,512.00 | 2.13 | 1.94 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 7.3 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.99 |
| **Gravedad Específica** | | 2.52 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

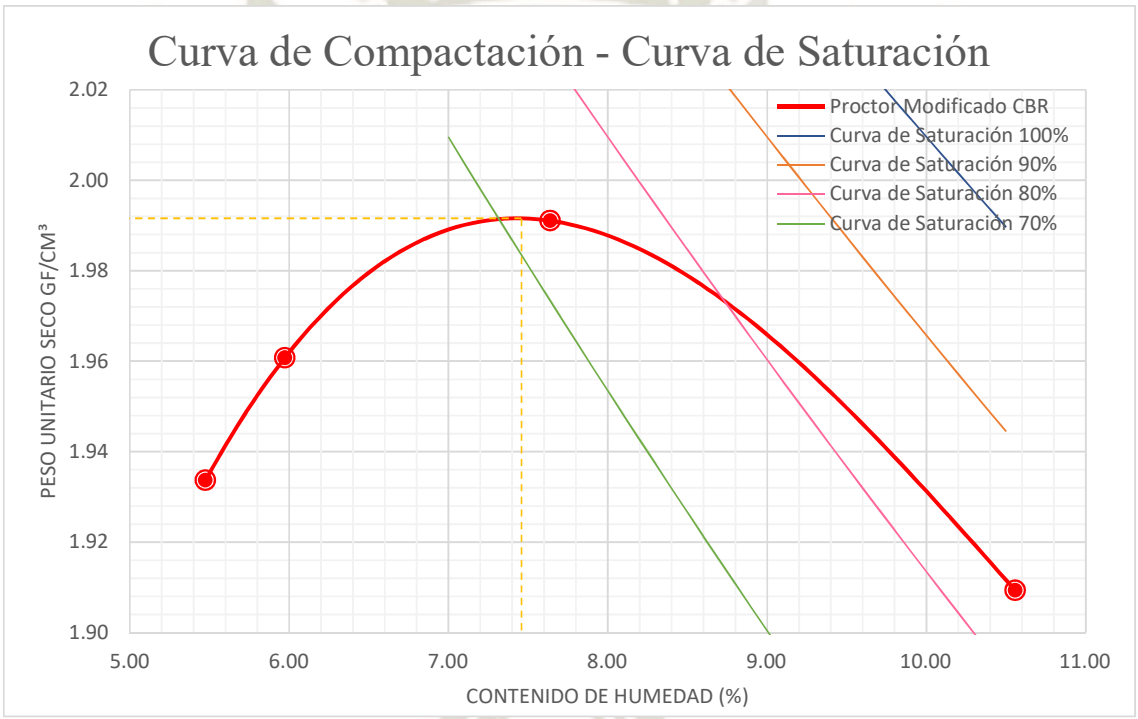
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Base (Muestra 2)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,726.00 | 484.50 | 1,467.00 | 1,416.00 | 1 |
| 10,807.50 | 373.50 | 1,411.50 | 1,353.00 | 1 |
| 10,946.50 | 118.50 | 1,203.50 | 1,126.50 | 1 |
| 10,956.50 | 120.00 | 1,209.00 | 1,105.00 | 3 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.5% | 51.00 | 931.50 | 5.48 | 4,338.80 | 2.04 | 1.93 |
| 6.0% | 58.50 | 979.50 | 5.97 | 4,420.30 | 2.08 | 1.96 |
| 8.0% | 77.00 | 1,008.00 | 7.64 | 4,559.30 | 2.14 | 1.99 |
| 10.0% | 104.00 | 985.00 | 10.56 | 4,447.50 | 2.11 | 1.91 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| Contenido Óptimo de Agua | % | 7.5 |
| Peso Unitario Seco Máximo | gf/cm³ | 1.99 |
| Gravedad Específica | | 2.52 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

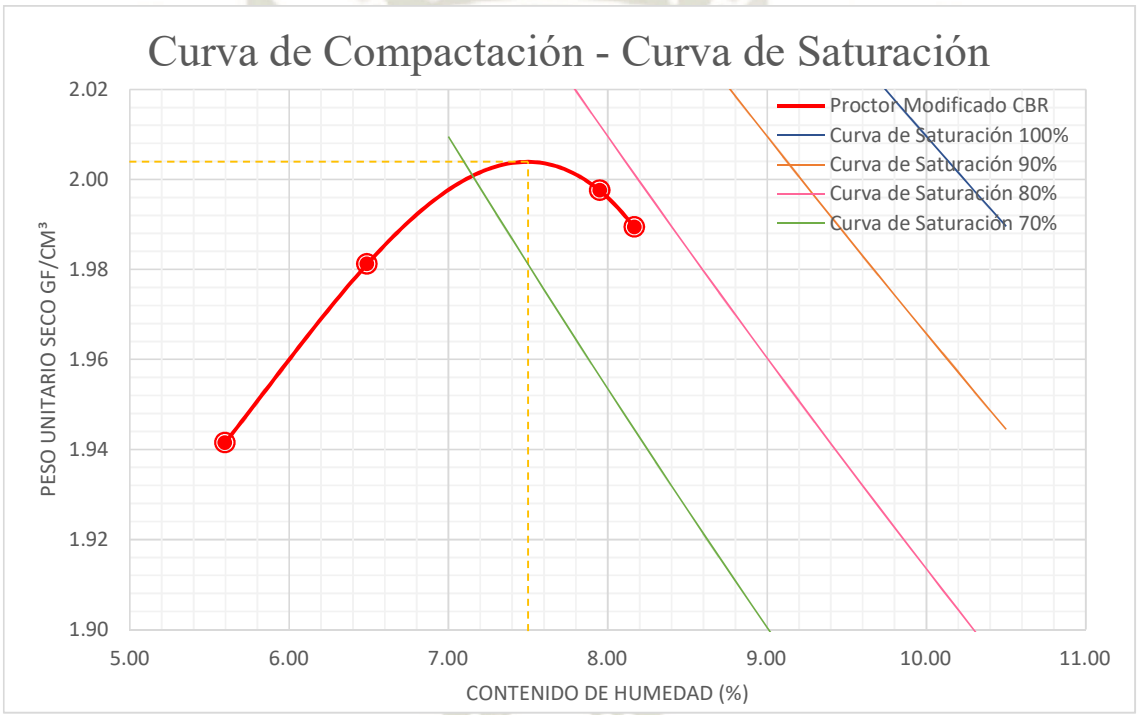
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Base (Muestra 3)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,884.00 | 374.00 | 798.50 | 776.00 | 2 |
| 10,954.00 | 373.50 | 1,432.00 | 1,367.50 | 3 |
| 11,109.00 | 372.00 | 1,098.50 | 1,045.00 | 2 |
| 11,099.50 | 375.00 | 1,381.50 | 1,305.50 | 2 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 5.5% | 22.50 | 402.00 | 5.60 | 4,344.00 | 2.05 | 1.94 |
| 7.0% | 64.50 | 994.00 | 6.49 | 4,445.00 | 2.11 | 1.98 |
| 8.5% | 53.50 | 673.00 | 7.95 | 4,569.00 | 2.16 | 2.00 |
| 9.0% | 76.00 | 930.50 | 8.17 | 4,559.50 | 2.15 | 1.99 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| Contenido Óptimo de Agua | % | 7.5 |
| Peso Unitario Seco Máximo | gf/cm³ | 2.00 |
| Gravedad Específica | | 2.52 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 3.17. Ensayo de CBR

| CBR - Base Muestra N°1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.19 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.57 | 17.83 | 17.80 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 8,957.00 | 7,052.00 | 9,386.50 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.14 | 6.14 | 6.14 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,220.50 | 11,526.50 | 13,983.00 |
| | | Masa del envase | g | 372.00 | 374.00 | 374.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 940.00 | 787.50 | 865.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 898.50 | 757.00 | 830.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 6.97 | 9.34 | 5.61 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 4.78 | 7.98 | 5.51 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,298.00 | 11,618.00 | 14,063.00 |
| | | Masa del envase | g | 373.00 | 334.00 | 375.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,371.00 | 1,487.00 | 1,508.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 1,267.50 | 1,378.50 | 1,403.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,083.22 | 2,128.45 | 2,113.89 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,043.31 | 2,103.79 | 2,112.08 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 568.00 | 413.50 | 490.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 526.50 | 383.00 | 455.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 7.9 | 8.0 | 7.7 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 7.4 | |
| | | ERROR | % | -5.7 | -6.7 | -3.3 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.05 | 2.10 | 2.17 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.90 | 1.95 | 2.02 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 998.00 | 1,153.00 | 1,133.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 894.50 | 1,044.50 | 1,028.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.6 | 10.4 | 10.2 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.12 | 2.17 | 2.21 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.90 | 1.97 | 2.01 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 114.32 | 116.94 | 116.63 |
| | | Expansión | % | -1.92 | -1.16 | -0.09 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 112.13 | 115.58 | 116.53 |

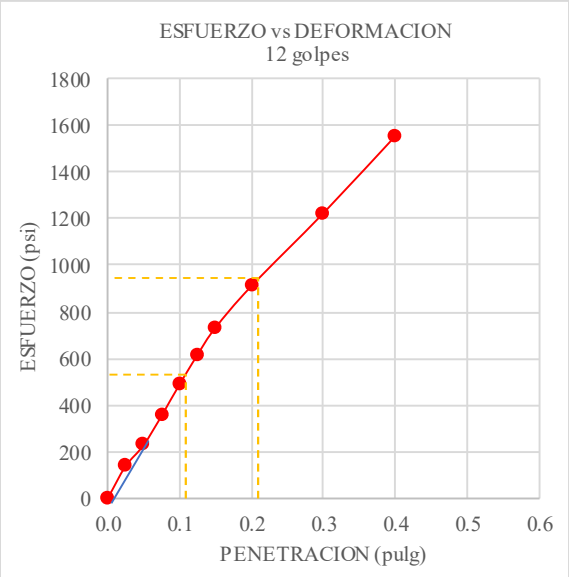
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 28 | 35 | 27 | 1.85 | 2.17 | 1.80 | 415.86 | 487.77 | 405.59 | 138.62 | 162.59 | 135.20 |
| 1.27 | 0.050 | 54 | 110 | 78 | 3.04 | 5.60 | 4.14 | 682.97 | 1258.30 | 929.54 | 227.66 | 419.43 | 309.85 |
| 1.9 | 0.075 | 91 | 205 | 170 | 4.73 | 9.94 | 8.34 | 1063.10 | 2234.29 | 1874.71 | 354.37 | 744.76 | 624.90 |
| 2.54 | 0.100 | 130 | 295 | 290 | 6.51 | 14.06 | 13.83 | 1463.77 | 3158.92 | 3107.55 | 487.92 | 1052.97 | 1035.85 |
| 3.17 | 0.125 | 167 | 370 | 424 | 8.20 | 17.49 | 19.95 | 1843.89 | 3929.44 | 4484.22 | 614.63 | 1309.81 | 1494.74 |
| 3.81 | 0.150 | 201 | 425 | 570 | 9.76 | 20.00 | 26.63 | 2193.20 | 4494.49 | 5984.17 | 731.07 | 1498.16 | 1994.72 |
| 5.08 | 0.200 | 253 | 532 | 725 | 12.14 | 24.89 | 33.71 | 2727.43 | 5593.77 | 7576.58 | 909.14 | 1864.59 | 2525.53 |
| 7.62 | 0.300 | 344 | 660 | 880 | 16.30 | 30.74 | 40.80 | 3662.33 | 6908.80 | 9169.00 | 1220.78 | 2302.93 | 3056.33 |
| 10.16 | 0.400 | 440 | | | 20.69 | | | 4648.60 | | | 1549.53 | | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

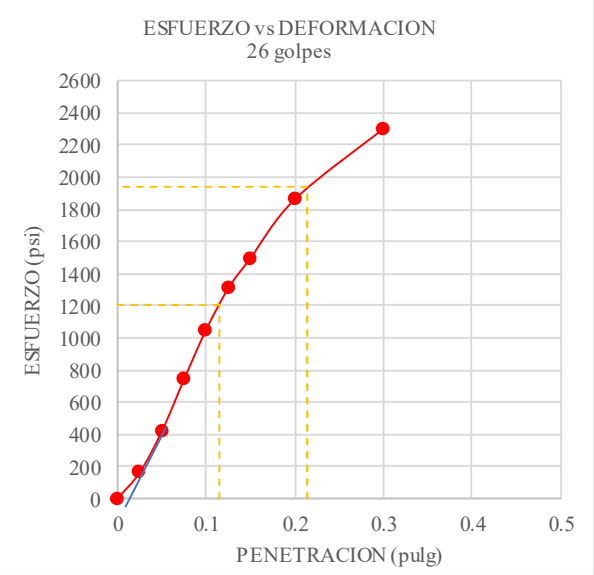


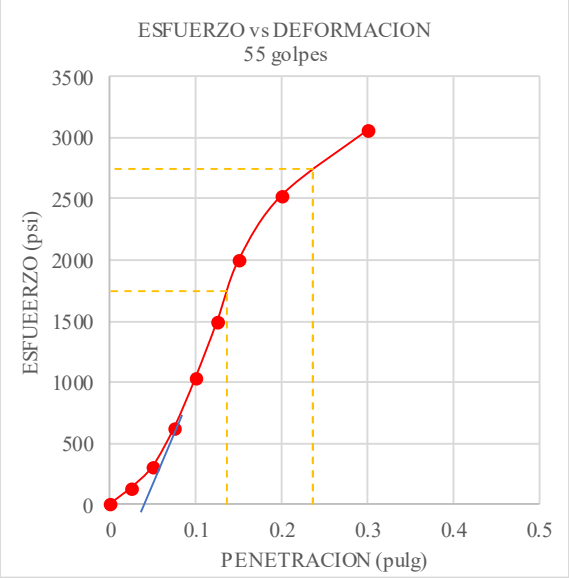
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

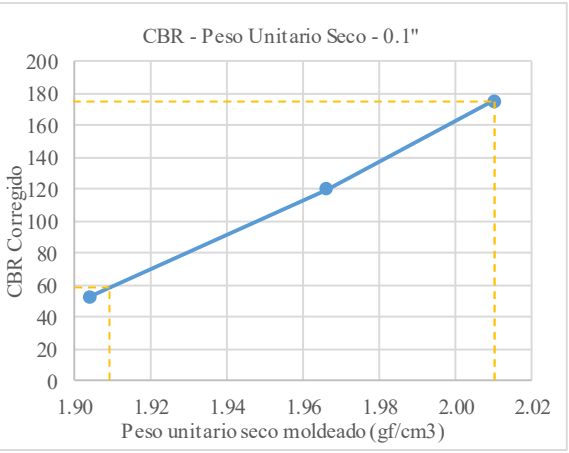
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

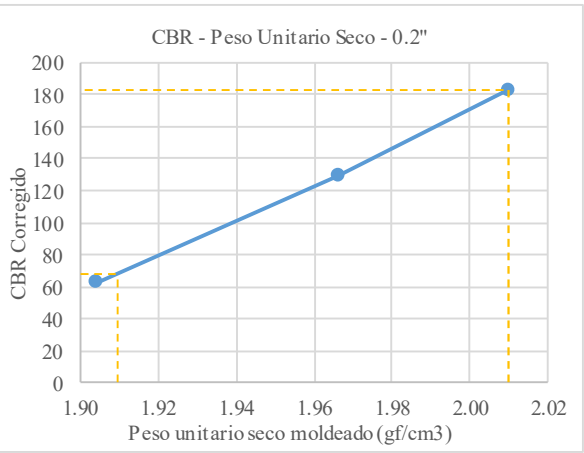



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| Peso Unitario Seco | gf/cm³ | 1.90 | 1.97 | 2.01 |
| 95% Maximo P.U.S. | gf/cm³ | | 1.91 | |
| Esfuerzo 0.1" | psi | 530.00 | 1,200.00 | 1,750.00 |
| Esfuerzo 0.2" | psi | 942.00 | 1,940.00 | 2,745.00 |
| CBR 0.1" | % | 53.00 | 120.00 | 175.00 |
| CBR 0.2" | % | 62.80 | 129.33 | 183.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 175.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 58.7% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 183.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 68.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Base Muestra N°2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.21 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.78 | 17.82 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,129.50 | 8,084.00 | 9,206.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.14 | 6.14 | 6.14 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,413.50 | 12,551.00 | 13,748.50 |
| | | Masa del envase | g | 337.50 | 374.50 | 372.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 964.50 | 732.50 | 657.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 920.00 | 708.50 | 638.50 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 2.58 | 7.23 | 7.32 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 1.59 | 6.55 | 6.85 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,603.00 | 12,671.00 | 13,869.00 |
| | | Masa del envase | g | 338.00 | 375.00 | 372.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,325.00 | 1,387.00 | 1,355.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 1,226.00 | 1,294.00 | 1,270.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,120.39 | 2,124.37 | 2,116.02 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,102.35 | 2,111.91 | 2,107.57 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 627.00 | 358.00 | 285.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 582.50 | 334.00 | 266.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 7.6 | 7.2 | 6.9 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 7.4 | |
| | | ERROR | % | -2.7 | 3.4 | 7.0 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.02 | 2.10 | 2.15 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.88 | 1.96 | 2.01 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 987.00 | 1,012.00 | 983.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 888.00 | 919.00 | 898.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.1 | 10.1 | 9.5 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.13 | 2.17 | 2.21 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.91 | 1.97 | 2.02 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.39 | 116.80 | 116.41 |
| | | Expansión | % | -0.85 | -0.59 | -0.40 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 115.40 | 116.11 | 115.94 |

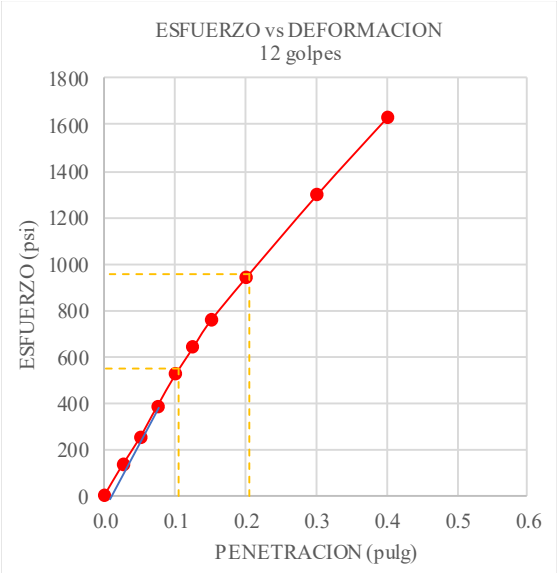
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 25 | 29 | 19 | 1.71 | 1.90 | 1.44 | 385.04 | 426.13 | 323.40 | 128.35 | 142.04 | 107.80 |
| 1.27 | 0.050 | 60 | 83 | 48 | 3.31 | 4.36 | 2.76 | 744.62 | 980.91 | 621.33 | 248.21 | 326.97 | 207.11 |
| 1.9 | 0.075 | 100 | 156 | 104 | 5.14 | 7.70 | 5.32 | 1155.56 | 1730.88 | 1196.66 | 385.19 | 576.96 | 398.89 |
| 2.54 | 0.100 | 139 | 251 | 204 | 6.92 | 12.04 | 9.90 | 1556.23 | 2706.88 | 2224.02 | 518.74 | 902.29 | 741.34 |
| 3.17 | 0.125 | 173 | 340 | 330 | 8.48 | 16.11 | 15.66 | 1905.54 | 3621.23 | 3518.50 | 635.18 | 1207.08 | 1172.83 |
| 3.81 | 0.150 | 207 | 435 | 485 | 10.03 | 20.46 | 22.74 | 2254.84 | 4597.23 | 5110.91 | 751.61 | 1532.41 | 1703.64 |
| 5.08 | 0.200 | 261 | 530 | 723 | 12.50 | 24.80 | 33.62 | 2809.62 | 5573.22 | 7556.04 | 936.54 | 1857.74 | 2518.68 |
| 7.62 | 0.300 | 365 | 630 | 885 | 17.26 | 29.37 | 41.03 | 3878.07 | 6600.59 | 9220.36 | 1292.69 | 2200.20 | 3073.45 |
| 10.16 | 0.400 | 463 | | | 21.74 | | | 4884.89 | | | 1628.30 | | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

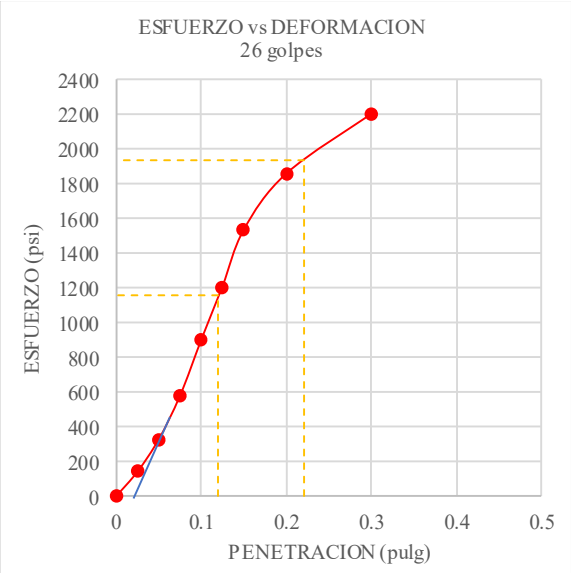


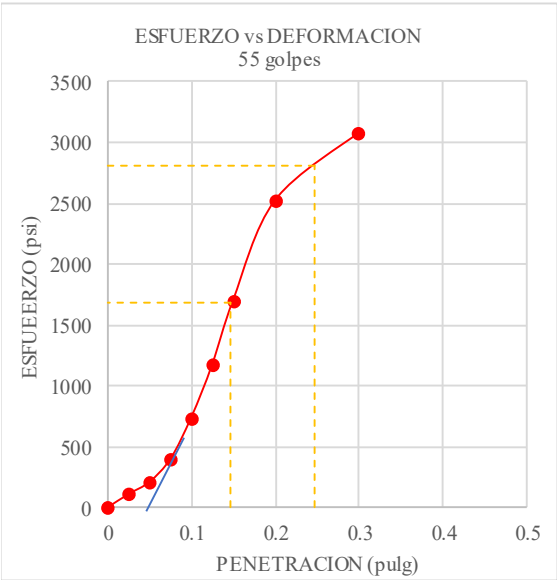
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

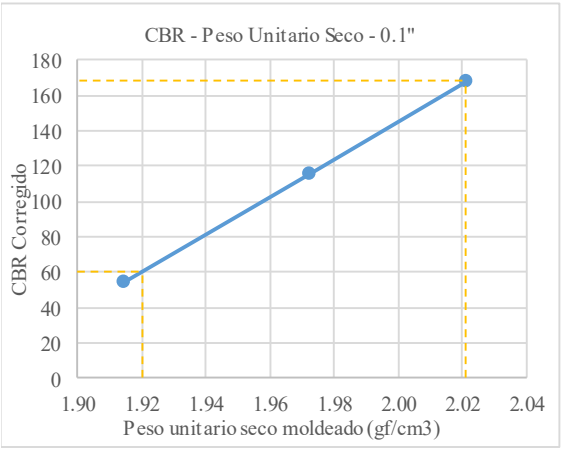
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



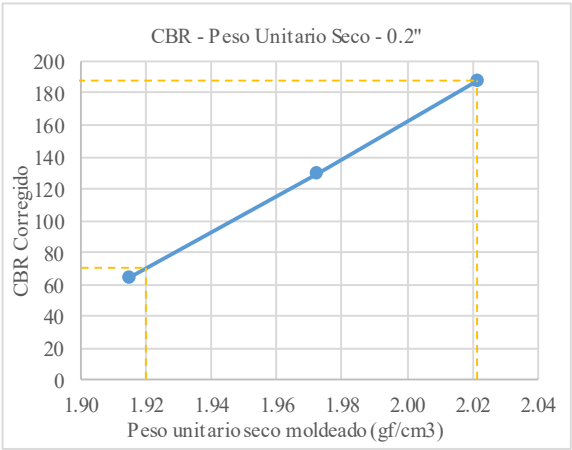




| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.91 | 1.97 | 2.02 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.92 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 544.00 | 1,155.00 | 1,680.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 958.00 | 1,940.00 | 2,815.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 54.40 | 115.50 | 168.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 63.87 | 129.33 | 187.67 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 168.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 60.4% |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 187.7% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 70.3% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Base Muestra N°3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.22 | 15.20 | 15.24 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.81 | 17.86 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 9,034.00 | 7,737.00 | 7,986.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.14 | 6.14 | 6.14 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,285.00 | 12,223.50 | 12,562.50 |
| | | Masa del envase | g | 118.50 | 374.50 | 336.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 555.00 | 1,290.00 | 597.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 526.50 | 1,222.50 | 578.50 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 4.62 | 8.21 | 5.39 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 4.20 | 8.01 | 5.39 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,440.00 | 12,267.00 | 12,627.00 |
| | | Masa del envase | g | 119.00 | 375.00 | 336.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,117.00 | 1,301.00 | 1,436.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 1,015.50 | 1,211.00 | 1,339.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,123.58 | 2,126.67 | 2,124.31 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,115.93 | 2,123.13 | 2,124.22 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 436.50 | 915.50 | 260.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 408.00 | 848.00 | 242.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 7.0 | 8.0 | 7.6 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 7.4 | |
| | | ERROR | % | 6.4 | -6.7 | -2.8 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.00 | 2.11 | 2.15 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.87 | 1.95 | 2.00 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 998.00 | 926.00 | 1,100.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 896.50 | 836.00 | 1,003.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.3 | 10.8 | 9.6 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.08 | 2.13 | 2.18 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.87 | 1.93 | 1.99 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.68 | 117.25 | 116.46 |
| | | Expansión | % | -0.36 | -0.17 | -0.00 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.26 | 117.05 | 116.45 |

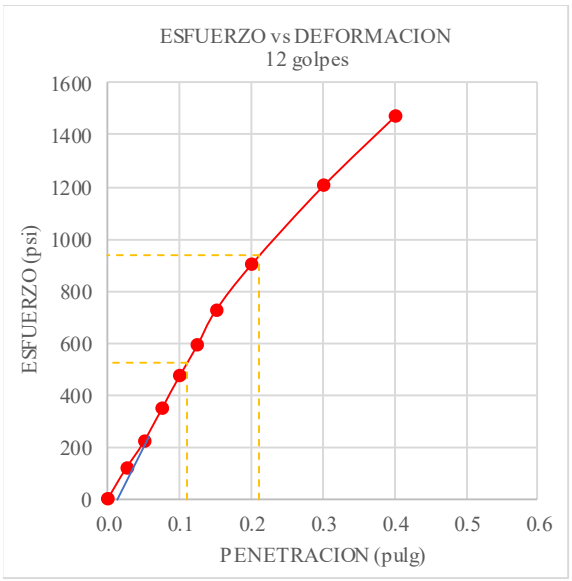
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 21 | 35 | 28 | 1.53 | 2.17 | 1.85 | 343.94 | 487.77 | 415.86 | 114.65 | 162.59 | 138.62 |
| 1.27 | 0.050 | 51 | 80 | 62 | 2.90 | 4.23 | 3.40 | 652.15 | 950.09 | 765.16 | 217.38 | 316.70 | 255.05 |
| 1.9 | 0.075 | 88 | 150 | 131 | 4.59 | 7.43 | 6.56 | 1032.28 | 1669.24 | 1474.04 | 344.09 | 556.41 | 491.35 |
| 2.54 | 0.100 | 125 | 240 | 210 | 6.28 | 11.54 | 10.17 | 1412.40 | 2593.87 | 2285.66 | 470.80 | 864.62 | 761.89 |
| 3.17 | 0.125 | 160 | 330 | 330 | 7.88 | 15.66 | 15.66 | 1771.98 | 3518.50 | 3518.50 | 590.66 | 1172.83 | 1172.83 |
| 3.81 | 0.150 | 198 | 410 | 475 | 9.62 | 19.31 | 22.29 | 2162.38 | 4340.39 | 5008.17 | 720.79 | 1446.80 | 1669.39 |
| 5.08 | 0.200 | 250 | 529 | 735 | 12.00 | 24.75 | 34.17 | 2696.61 | 5562.95 | 7679.32 | 898.87 | 1854.32 | 2559.77 |
| 7.62 | 0.300 | 338 | 615 | 880 | 16.02 | 28.69 | 40.80 | 3600.69 | 6446.48 | 9169.00 | 1200.23 | 2148.83 | 3056.33 |
| 10.16 | 0.400 | 416 | | | 19.59 | | | 4402.03 | | | 1467.34 | | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

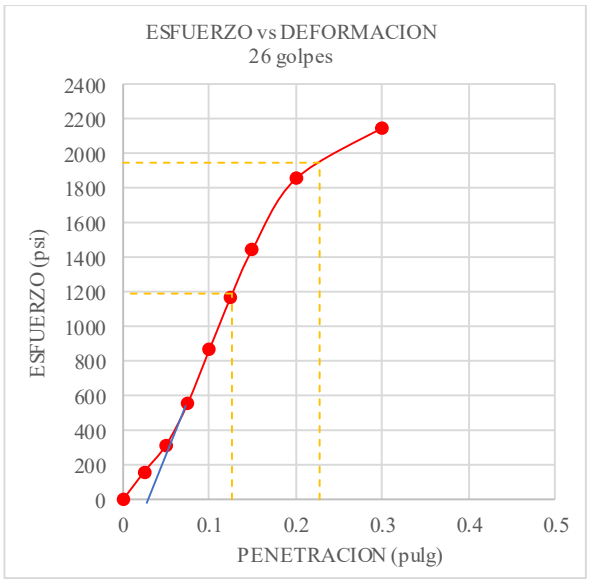


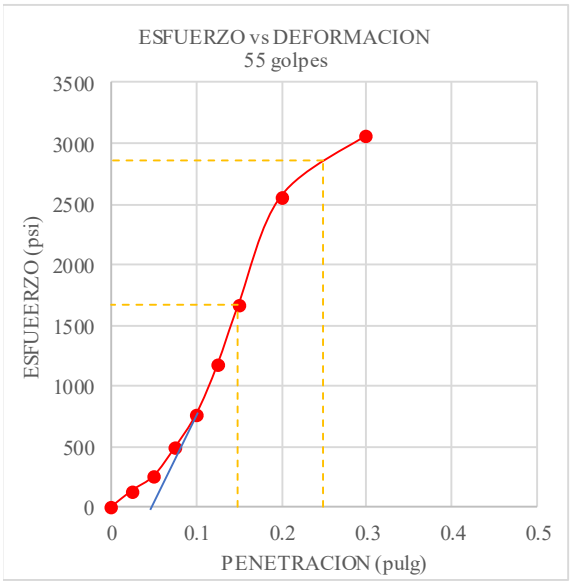
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

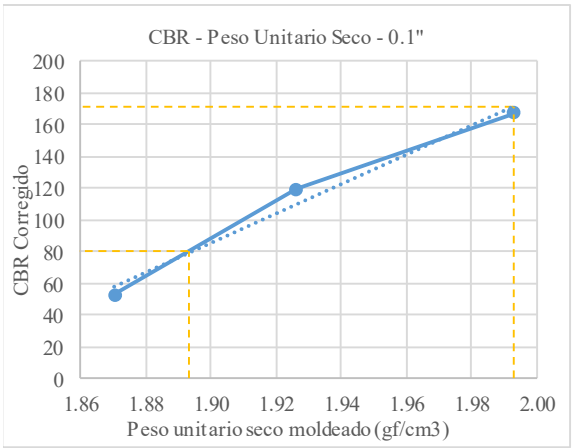
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



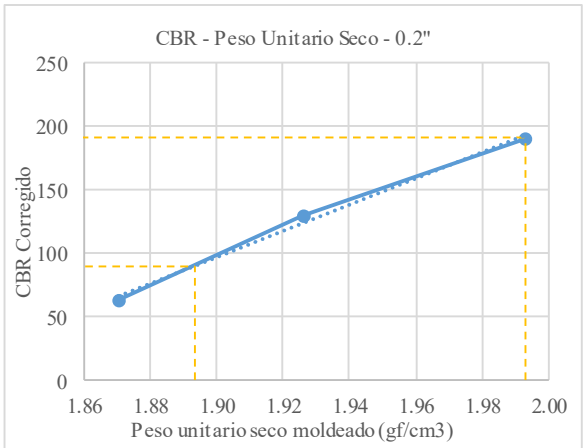




| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.87 | 1.93 | 1.99 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.89 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 526.00 | 1,195.00 | 1,669.39 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 939.00 | 1,945.00 | 2,850.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 52.60 | 119.50 | 166.94 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 62.60 | 129.67 | 190.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 171.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 80.2% |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 191.5% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 90.2% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

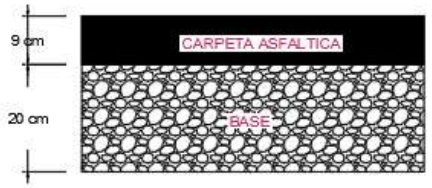
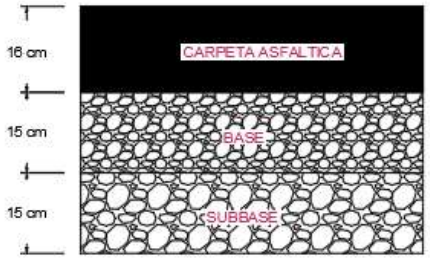
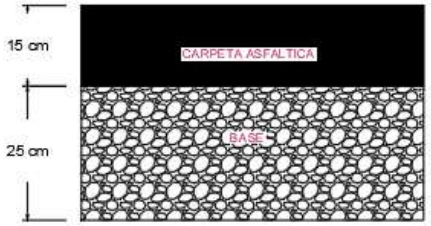
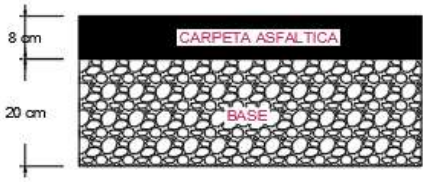
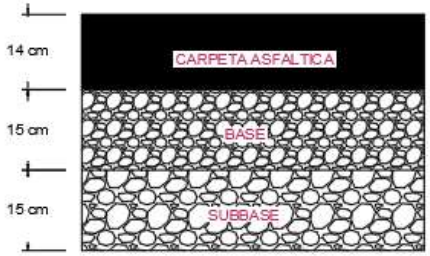
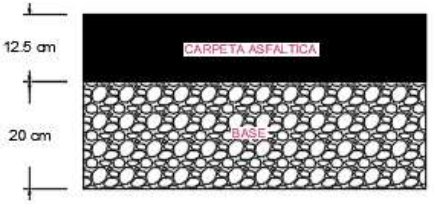
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 3:

# Resultados de Ensayos de Laboratorio de Materiales de Pavimento Rural



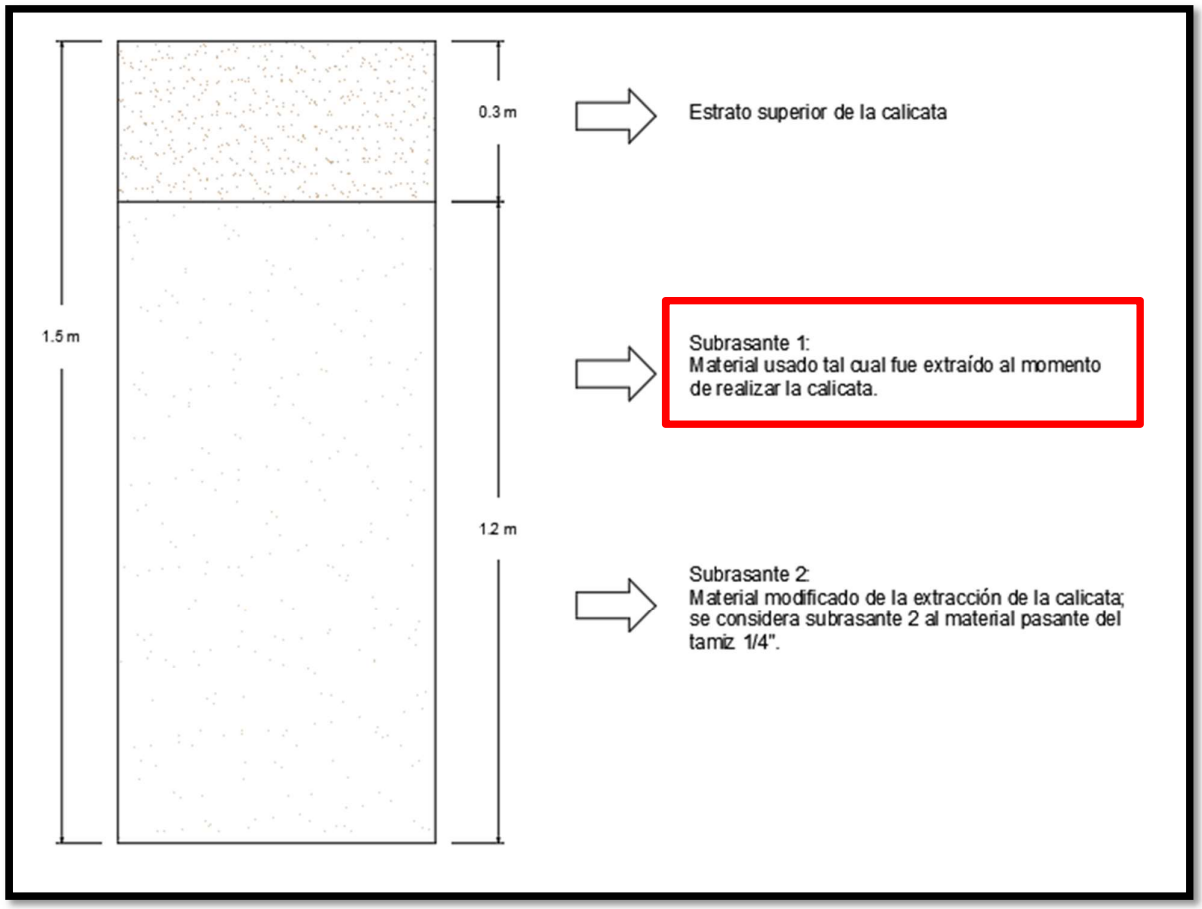
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| | Pavimento Urbano | | Pavimento Rural | | Pavimento Aeroportuario | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diseño tradicional | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 22.9% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 |
| |  | |  | |  | |
| Diseño rediseñado | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 59.4% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 81.8% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 34.3% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 4 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 |
| |  | |  | |  | |

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**1. Material subrasante para pavimento rural**




**1.1. Determinación del contenido de humedad**

(Ver Anexo 2: 1.1)

**1.2.Análisis Granulométrico**

(Ver Anexo 2: 1.2)

**1.3.Determinación de limite liquido**

(Ver Anexo 2: 1.3)

**1.4.Gravedad específica de solidos de suelo**

(Ver Anexo 2: 1.4)

**1.5.Peso específico y absorción de agregado grueso**

(Ver Anexo 2: 1.5)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

**1.6.Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 4")**

(Ver Anexo 2: 1.6)

**1.7.Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 1.7)

**1.8.Ensayo de CBR**

(Ver Anexo 2: 1.8)

**2. Material subbase para pavimento rural**

**2.1.Análisis Granulométrico**

(Ver Anexo 2: 2.1)

**2.2.Determinación de limite liquido**

(Ver Anexo 2: 2.2)

**2.3.Gravedad específica de solidos de suelo**

(Ver Anexo 2: 2.3)

**2.4.Peso específico y absorción de agregado grueso**

(Ver Anexo 2: 2.4)

**2.5.Peso unitario suelto y compactado**

(Ver Anexo 2: 2.5)

**2.6.Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados**

(Ver Anexo 2: 2.6)

**2.7.Partículas chatas y alargadas en agregados**

(Ver Anexo 2: 2.7)

**2.8.Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras**

(Ver Anexo 2: 2.8)

**2.9.Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados**

(Ver Anexo 2: 2.9)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**2.10. Valor equivalente de arena**

(Ver Anexo 2: 2.10)

**2.11. Sales solubles en agregados**

(Ver Anexo 2: 2.11)

**2.12. Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 2.12)

**2.13. Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 2.13)

**2.14. Ensayo de CBR**

(Ver Anexo 2: 2.14)

**3. Material base para pavimento rural**

**3.1.Análisis Granulométrico**

(Ver Anexo 2: 3.1.)

**3.2.Determinación de limite liquido**

(Ver Anexo 2: 3.2.)

**3.3.Gravedad específica y absorción de agregado fino**

(Ver Anexo 2: 3.3.)

**3.4.Peso específico y absorción de agregado grueso**

(Ver Anexo 2: 3.4.)

**3.5.Peso unitario suelto y compactado**

(Ver Anexo 2: 3.5.)

**3.6.Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados**

(Ver Anexo 2: 3.6.)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**3.7.Partículas chatas y alargadas en agregados**

(Ver Anexo 2: 3.7.)

**3.8.Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras**

(Ver Anexo 2: 3.8.)

**3.9.Determinación del porcentaje de partículas fracturadas**

(Ver Anexo 2: 3.9.)

**3.10. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados**

(Ver Anexo 2: 3.10.)

**3.11. Valor equivalente de arena**

(Ver Anexo 2: 3.11.)

**3.12. Índice de durabilidad del agregado**

(Ver Anexo 2: 3.12.)

**3.13. Durabilidad al sulfato de magnesio**

(Ver Anexo 2: 3.13.)

**3.14. Sales solubles en agregados**

(Ver Anexo 2: 3.14.)

**3.15. Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 3.15.)

**3.16. Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 3.16.)

**3.17. Ensayo de CBR**

(Ver Anexo 2: 3.17.)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

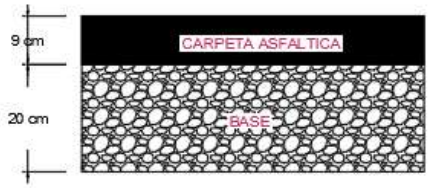
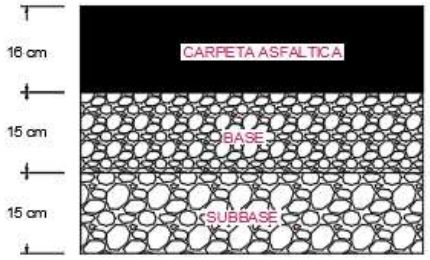
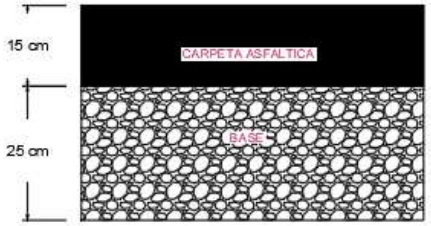
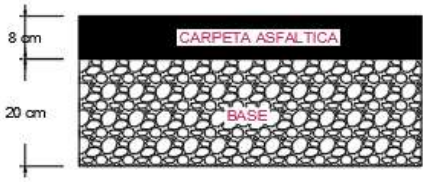
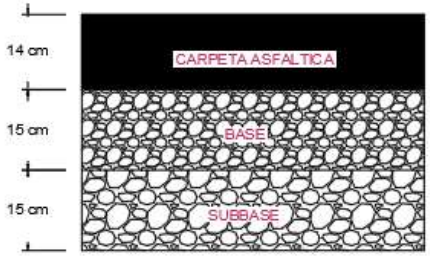
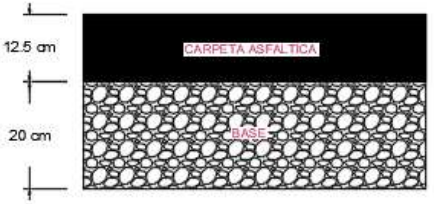
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 4:

# Resultados de Ensayos de Laboratorio de Materiales de Pavimento Aeroportuario



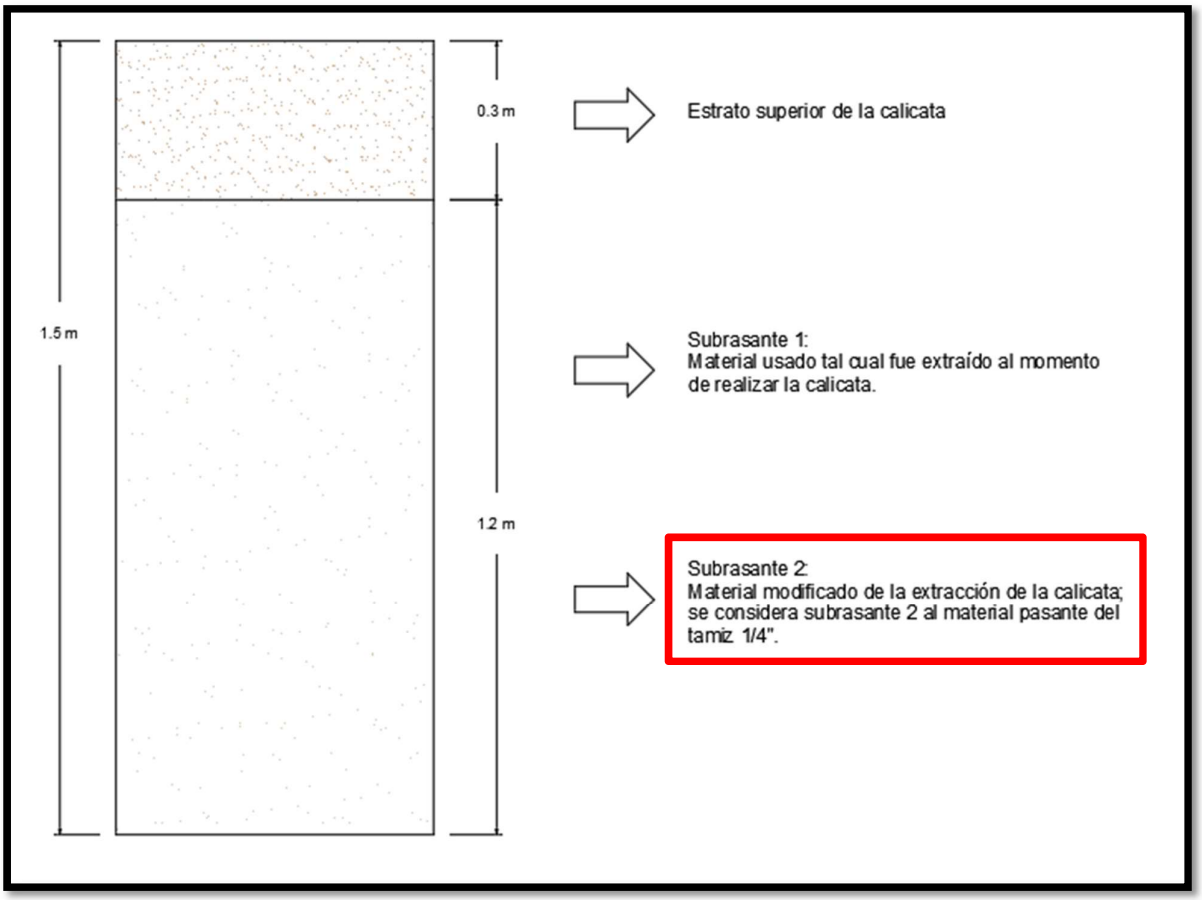
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

| | Pavimento Urbano | | Pavimento Rural | | Pavimento Aeroportuario | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Diseño tradicional | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 52.5% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 22.9% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 2 |
| |  | |  | |  | |
| Diseño rediseñado | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 59.4% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 81.8% | CBR Subrasante a 0.1" de deformacion al 95% del Máximo Peso Unitario Seco | 34.3% |
| | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 4 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 | Pesas de sobrecarga usada en el ensayo de CBR de material subrasante | 7 |
| |  | |  | |  | |

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**1. Material subrasante para pavimento aeroportuario**




**1.1. Determinación del contenido de humedad**

(Ver Anexo 2: 1.1.)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

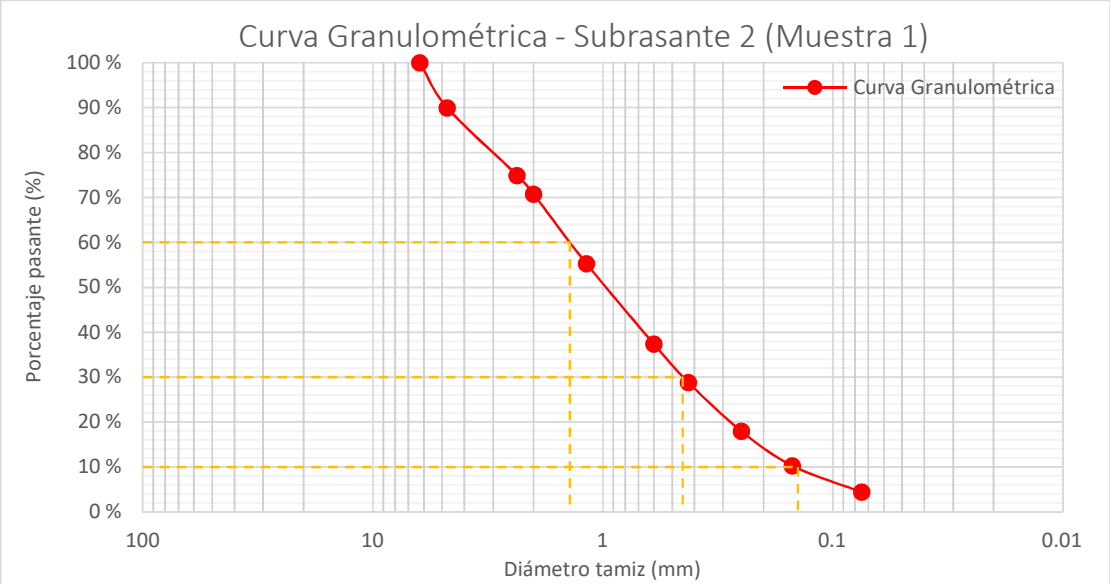
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.2.Análisis Granulométrico

**Análisis Granulométrico - Subrasante 2 (Muestra 1)**

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 591.00 | 5,312.00 | 115.80 | 0.00 | 0.44 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/4" | 6.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 10.01 |
| N° 4 | 4.75 | 591.00 | 10.01 | 10.01 | 89.99 | |
| N° 8 | 2.36 | 889.25 | 15.06 | 25.08 | 74.92 | 85.58 |
| N° 10 | 2 | 248.34 | 4.21 | 29.28 | 70.72 | |
| N° 16 | 1.18 | 911.83 | 15.45 | 44.73 | 55.27 | |
| N° 30 | 0.6 | 1,057.88 | 17.92 | 62.65 | 37.35 | |
| N° 40 | 0.425 | 503.60 | 8.53 | 71.18 | 28.82 | |
| N° 60 | 0.25 | 641.83 | 10.87 | 82.06 | 17.94 | |
| N° 100 | 0.15 | 455.22 | 7.71 | 89.77 | 10.23 | |
| N° 200 | 0.075 | 343.72 | 5.82 | 95.59 | 4.41 | |
| Fondo | | 260.32 | 4.41 | 100.00 | 0.00 | 4.41 |
| | | 5,903.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.14 | | |
| **30** | 0.45 | 1.03 | 9.79 |
| **60** | 1.39 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

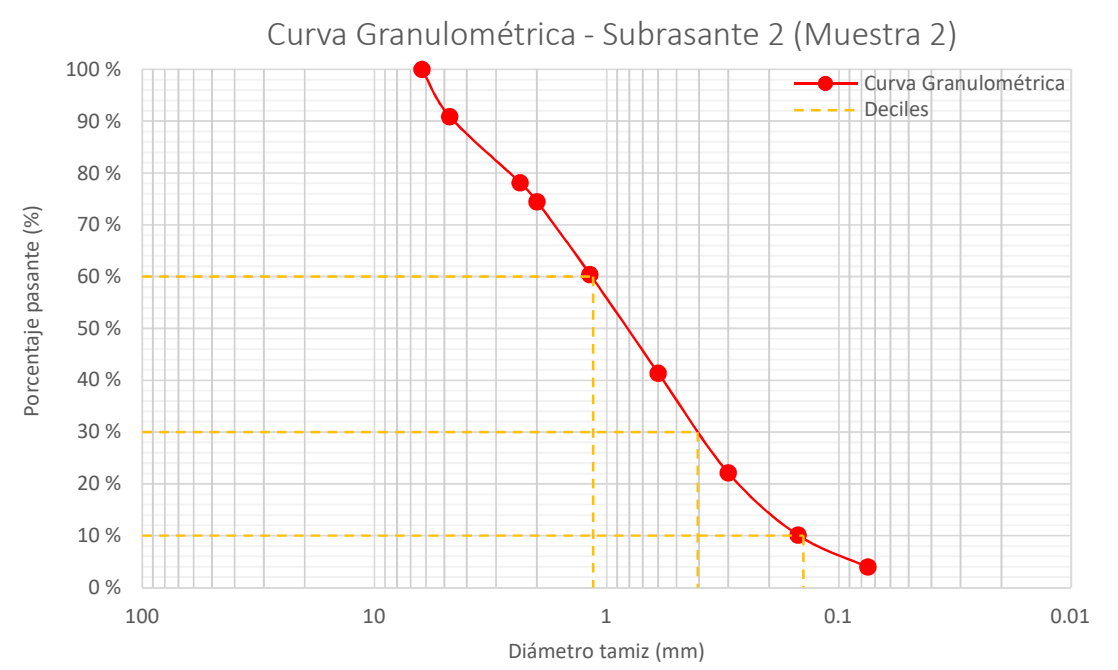
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subrasante 2 (Muestra 2)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 523.00 | 5,229.00 | 120.16 | 0.00 | 0.85 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/4" | 6.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 9.09 |
| N° 4 | 4.75 | 523.00 | 9.09 | 9.09 | 90.91 | |
| N° 8 | 2.36 | 735.59 | 12.79 | 21.88 | 78.12 | |
| N° 10 | 2 | 208.48 | 3.62 | 25.51 | 74.49 | |
| N° 16 | 1.18 | 808.45 | 14.06 | 39.56 | 60.44 | |
| N° 30 | 0.6 | 1,096.36 | 19.06 | 58.62 | 41.38 | 86.92 |
| N° 50 | 0.3 | 1,104.70 | 19.21 | 77.83 | 22.17 | |
| N° 100 | 0.15 | 693.45 | 12.06 | 89.88 | 10.12 | |
| N° 200 | 0.075 | 352.87 | 6.13 | 96.02 | 3.98 | |
| Fondo | | 229.10 | 3.98 | 100.00 | 0.00 | 3.98 |
| | | 5,752.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.14 | | |
| **30** | 0.41 | 1.01 | 8.06 |
| **60** | 1.15 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

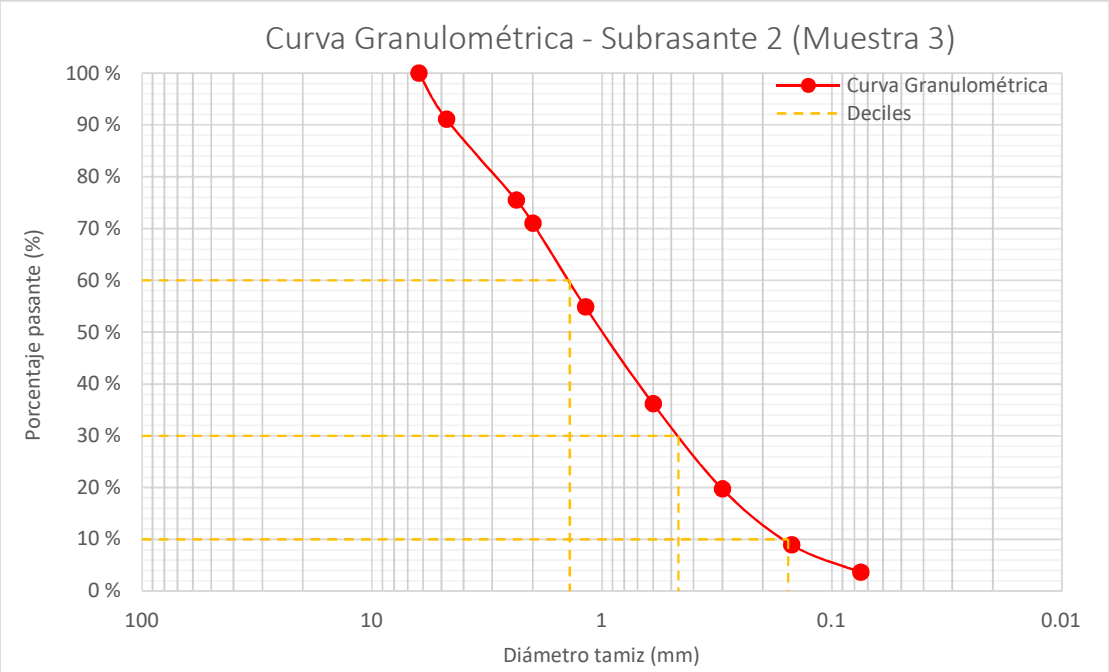
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subrasante 2 (Muestra 3)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 511.00 | 5,260.00 | 117.42 | 0.00 | 0.99 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/4" | 6.25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 8.85 |
| N° 4 | 4.75 | 511.00 | 8.85 | 8.85 | 91.15 | |
| N° 8 | 2.36 | 901.25 | 15.62 | 24.47 | 75.53 | |
| N° 10 | 2 | 259.24 | 4.49 | 28.96 | 71.04 | |
| N° 16 | 1.18 | 932.92 | 16.17 | 45.13 | 54.87 | |
| N° 30 | 0.6 | 1,076.79 | 18.66 | 63.79 | 36.21 | 87.45 |
| N° 50 | 0.3 | 949.66 | 16.46 | 80.24 | 19.76 | |
| N° 100 | 0.15 | 623.91 | 10.81 | 91.05 | 8.95 | |
| N° 200 | 0.075 | 303.13 | 5.25 | 96.31 | 3.69 | |
| Fondo | | 213.10 | 3.69 | 100.00 | 0.00 | 3.69 |
| | | 5,771.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.16 | | |
| **30** | 0.47 | 1.01 | 8.90 |
| **60** | 1.38 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

### 1.3.Determinación de limite liquido

(Ver Anexo 2: 1.3.)

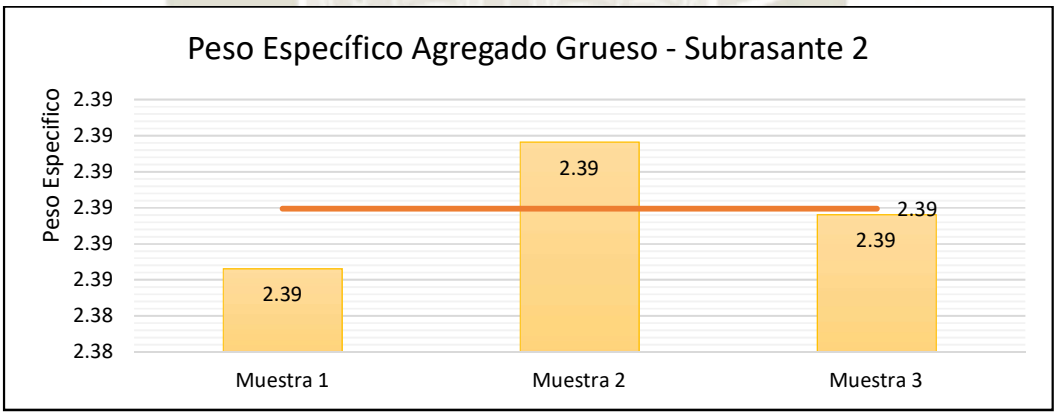
### 1.4.Gravedad específica de solidos de suelo

(Ver Anexo 2: 1.4.)

### 1.5.Peso específico y absorción de agregado grueso

**Peso Específico Agregado Grueso -Subrasante 2**

| Variables | Und. | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---|---|---|---|---|
| Masa muestra superficial mente seca | g | 2,054.50 | 2,053.00 | 2,051.50 |
| Masa canastilla sumergida + gancho | g | 922.5 | 922.5 | 922.5 |
| Masa muestra sumergida + canastilla + gan. | g | 2,134.00 | 2,135.00 | 2,133.00 |
| Masa bandeja | g | 487.00 | 430.00 | 304.00 |
| Masa muestra seca + bandeja | g | 2,496.00 | 2,436.00 | 2,309.50 |
| Peso específico de masa | | 2.38 | 2.39 | 2.38 |
| Coeficiente Temperatura (K) | | 1.00090 | 1.00090 | 1.00090 |
| $G_{20°C}$ | | 2.39 | 2.39 | 2.39 |
| Peso específico de masa promedio | | | 2.39 | |
| Peso específico de masa saturada con superficie seca | | 2.44 | 2.44 | 2.44 |
| Peso específico aparente | | 2.52 | 2.53 | 2.52 |
| Absorción | % | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| Promedio de Absorción | % | | 2.3 | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

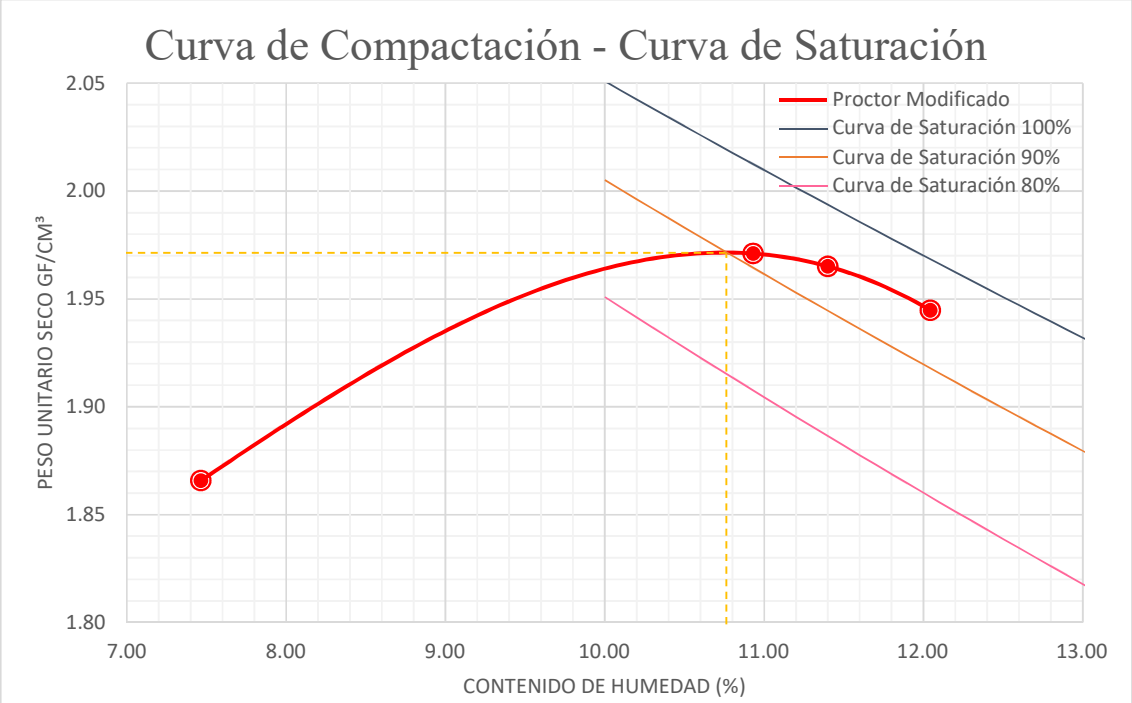
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.6.Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 4")

**Proctor Modificado - Subrasante 2**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 5,722.00 | 337.50 | 647.00 | 625.50 | 4 |
| 5,892.00 | 375.00 | 684.50 | 654.00 | 4 |
| 5,894.50 | 372.50 | 822.00 | 776.00 | 4 |
| 5,885.00 | 376.00 | 776.00 | 733.00 | 4 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 8.0% | 21.50 | 288.00 | 7.47 | 1,880.00 | 2.01 | 1.87 |
| 10.5% | 30.50 | 279.00 | 10.93 | 2,050.00 | 2.19 | 1.97 |
| 11.0% | 46.00 | 403.50 | 11.40 | 2,052.50 | 2.19 | 1.97 |
| 12.0% | 43.00 | 357.00 | 12.04 | 2,043.00 | 2.18 | 1.94 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 10.8 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.97 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

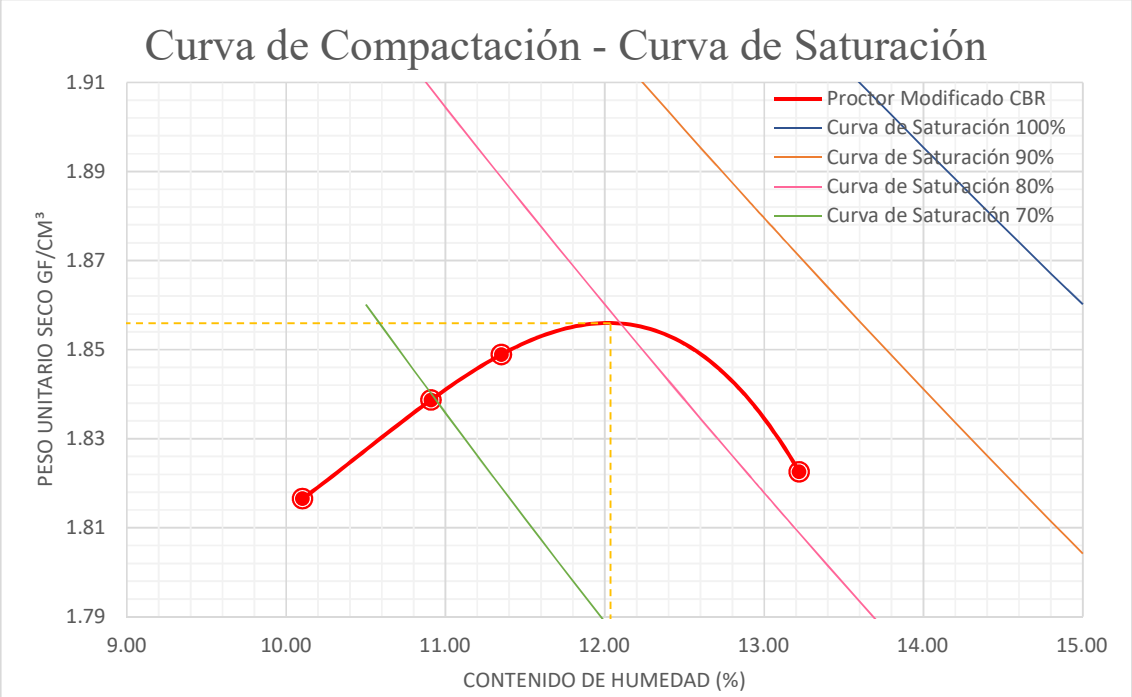
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.7.Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")

**Proctor Modificado CBR - Subrasante 2 (Muestra 1)**

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,642.00 | 374.50 | 1,072.00 | 1,008.00 | 1 |
| 10,725.50 | 176.50 | 481.50 | 451.50 | 1 |
| 10,767.00 | 375.00 | 914.50 | 859.50 | 1 |
| 10,777.00 | 375.00 | 914.50 | 851.50 | 1 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 10.0% | 64.00 | 633.50 | 10.10 | 4,254.80 | 2.00 | 1.82 |
| 11.5% | 30.00 | 275.00 | 10.91 | 4,338.30 | 2.04 | 1.84 |
| 12.0% | 55.00 | 484.50 | 11.35 | 4,379.80 | 2.06 | 1.85 |
| 13.0% | 63.00 | 476.50 | 13.22 | 4,389.80 | 2.06 | 1.82 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 12.0 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.86 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

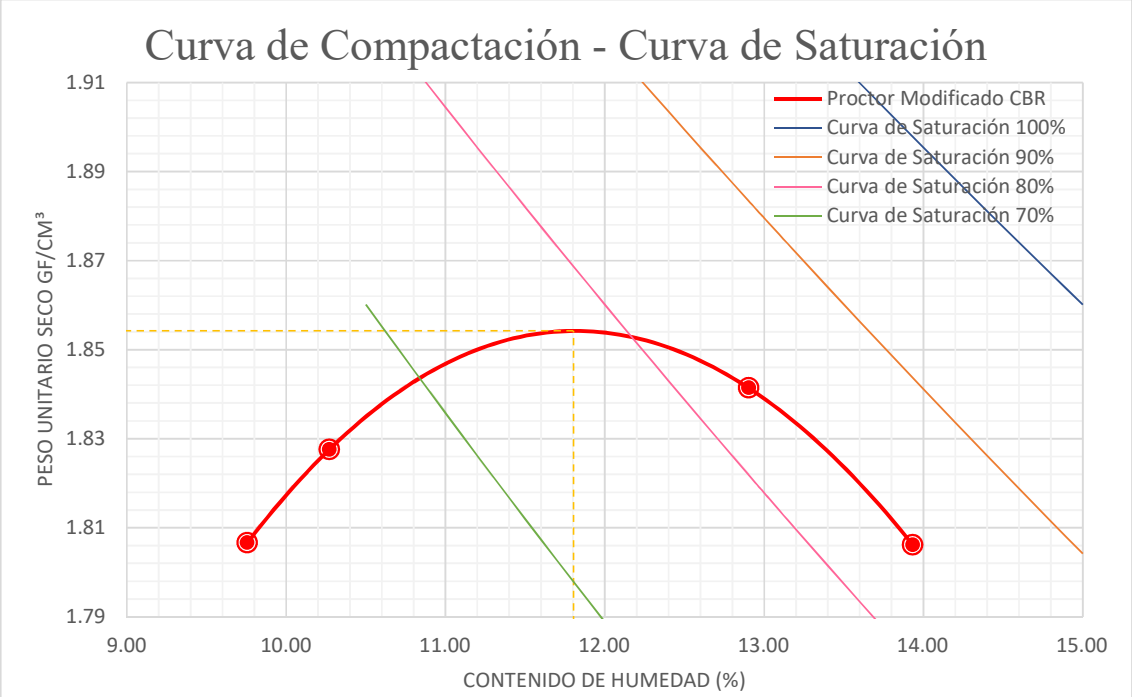
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Subrasante 2 (Muestra 2)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,605.50 | 172.00 | 509.50 | 479.50 | 1 |
| 10,674.50 | 170.50 | 455.00 | 428.50 | 1 |
| 10,810.00 | 175.00 | 560.00 | 516.00 | 1 |
| 10,765.00 | 170.50 | 563.00 | 515.00 | 1 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 9.5% | 30.00 | 307.50 | 9.76 | 4,218.30 | 1.98 | 1.81 |
| 11.5% | 26.50 | 258.00 | 10.27 | 4,287.30 | 2.02 | 1.83 |
| 13.0% | 44.00 | 341.00 | 12.90 | 4,422.80 | 2.08 | 1.84 |
| 13.0% | 48.00 | 344.50 | 13.93 | 4,377.80 | 2.06 | 1.81 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 11.8 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.85 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

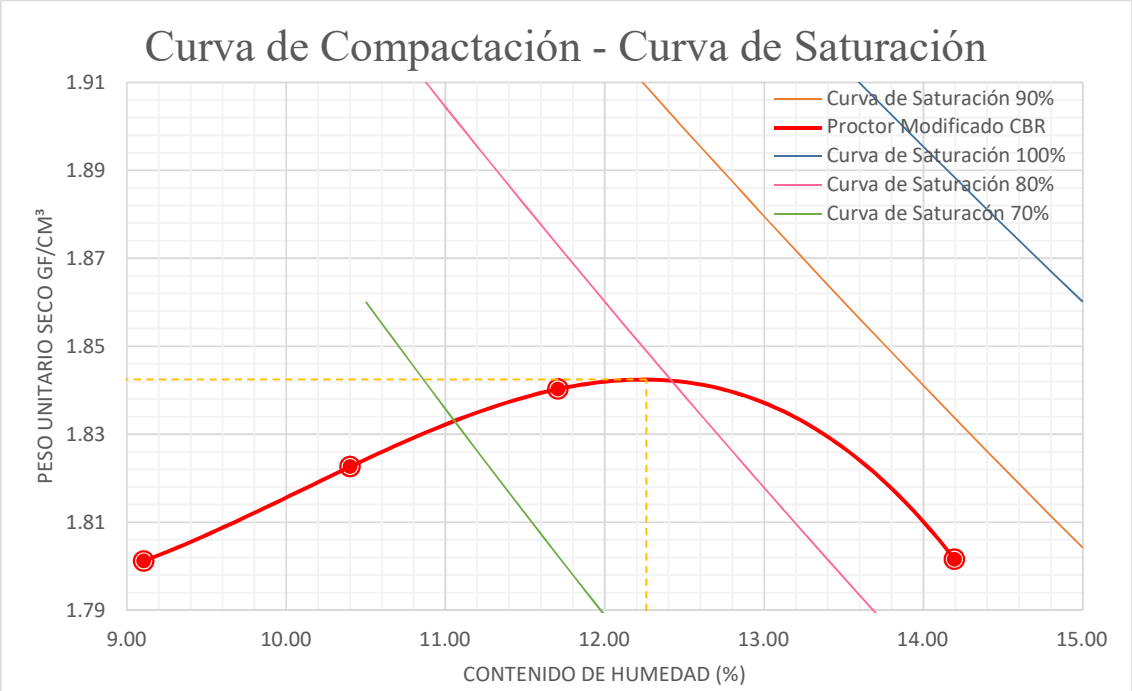
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Proctor Modificado CBR - Subrasante 2 (Muestra 3)

| Muestra Húmeda | | | Muestra Seca | |
|---|---|---|---|---|
| $W_{molde\ p.+suelo}$ gf | $W_{bandeja}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | $W_{bandeja+suelo}$ gf | Molde Usado |
| 10,568.00 | 375.00 | 1,016.00 | 962.50 | 1 |
| 10,668.00 | 374.50 | 1,006.00 | 946.50 | 1 |
| 10,760.50 | 375.00 | 1,386.50 | 1,280.50 | 1 |
| 10,764.00 | 119.00 | 1,466.50 | 1,299.00 | 1 |

| Cantidad de Agua | Contenido de Humedad | | | Calculo Peso Unitario Seco | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $W_{agua}$ gf | $W_{suelo\ seco}$ gf | Contenido de Humedad (%) | $W_{suelo\ del\ molde}$ gf | P. U. Húmedo gf/cm³ | P. U. Seco gf/cm³ |
| 9.0% | 53.50 | 587.50 | 9.11 | 4,180.80 | 1.97 | 1.80 |
| 10.5% | 59.50 | 572.00 | 10.40 | 4,280.80 | 2.01 | 1.82 |
| 12.0% | 106.00 | 905.50 | 11.71 | 4,373.30 | 2.06 | 1.84 |
| 13.5% | 167.50 | 1,180.00 | 14.19 | 4,376.80 | 2.06 | 1.80 |




| Variable | Und. | Valores |
|---|---|---|
| **Contenido Óptimo de Agua** | **%** | 12.3 |
| **Peso Unitario Seco Máximo** | **gf/cm³** | 1.84 |
| **Gravedad Específica** | | 2.58 |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1.8.Ensayo de CBR

| CBR - Subrasante 2 Muestra N°1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.25 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.78 | 17.71 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,136.50 | 8,296.00 | 7,864.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.13 | 6.13 | 6.13 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,240.50 | 12,577.50 | 12,208.50 |
| | | Masa del envase | g | 376.50 | 340.00 | 370.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 767.00 | 692.00 | 677.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 719.00 | 656.00 | 646.50 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 7.76 | 8.65 | 5.96 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 7.61 | 8.45 | 5.84 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,350.50 | 12,578.00 | 12,261.50 |
| | | Masa del envase | g | 339.00 | 337.00 | 340.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 745.00 | 705.00 | 907.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 698.50 | 668.00 | 851.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,121.94 | 2,105.91 | 2,126.72 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,119.20 | 2,102.27 | 2,124.44 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 390.50 | 352.00 | 307.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 342.50 | 316.00 | 276.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 14.0 | 11.4 | 11.2 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 12.0 | |
| | | ERROR | % | -14.2 | 5.6 | 7.1 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.93 | 2.03 | 2.04 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.70 | 1.83 | 1.84 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 406.00 | 368.00 | 567.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 359.50 | 331.00 | 511.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 12.9 | 11.2 | 10.9 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.99 | 2.04 | 2.07 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.76 | 1.83 | 1.87 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.47 | 115.75 | 116.48 |
| | | Expansión | % | -0.13 | -0.17 | -0.11 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.32 | 115.55 | 116.36 |

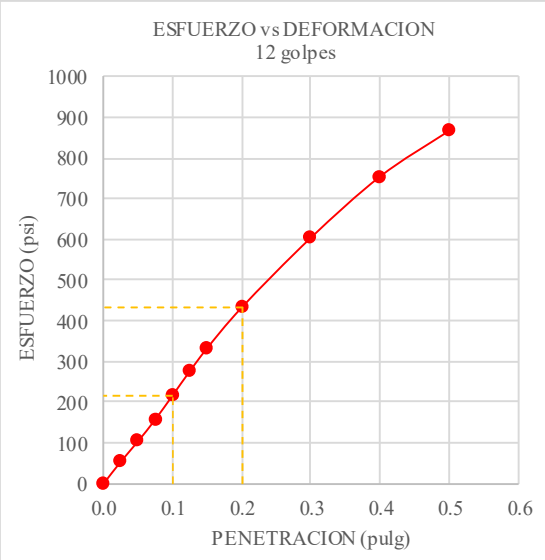
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 9 | 18 | 20 | 0.72 | 1.10 | 1.18 | 162.60 | 246.87 | 265.59 | 54.20 | 82.29 | 88.53 |
| 1.27 | 0.050 | 25 | 53 | 53 | 1.39 | 2.56 | 2.56 | 312.41 | 574.56 | 574.56 | 104.14 | 191.52 | 191.52 |
| 1.9 | 0.075 | 42 | 85 | 94 | 2.10 | 3.89 | 4.26 | 471.57 | 874.17 | 958.44 | 157.19 | 291.39 | 319.48 |
| 2.54 | 0.100 | 61 | 120 | 145 | 2.89 | 5.35 | 6.39 | 649.47 | 1201.87 | 1435.94 | 216.49 | 400.62 | 478.65 |
| 3.17 | 0.125 | 80 | 160 | 200 | 3.68 | 7.01 | 8.68 | 827.36 | 1576.38 | 1950.89 | 275.79 | 525.46 | 650.30 |
| 3.81 | 0.150 | 98 | 197 | 257 | 4.43 | 8.56 | 11.06 | 995.89 | 1922.80 | 2484.57 | 331.96 | 640.93 | 828.19 |
| 5.08 | 0.200 | 130 | 264 | 390 | 5.76 | 11.35 | 16.60 | 1295.50 | 2550.11 | 3729.81 | 431.83 | 850.04 | 1243.27 |
| 7.62 | 0.300 | 185 | 365 | 620 | 8.06 | 15.56 | 26.18 | 1810.45 | 3495.75 | 5883.25 | 603.48 | 1165.25 | 1961.08 |
| 10.16 | 0.400 | 233 | 450 | 739 | 10.06 | 19.10 | 31.14 | 2259.86 | 4291.58 | 6997.42 | 753.29 | 1430.53 | 2332.47 |
| 12.7 | 0.500 | 269 | 498 | | 11.56 | 21.10 | | 2596.92 | 4740.99 | | 865.64 | 1580.33 | |

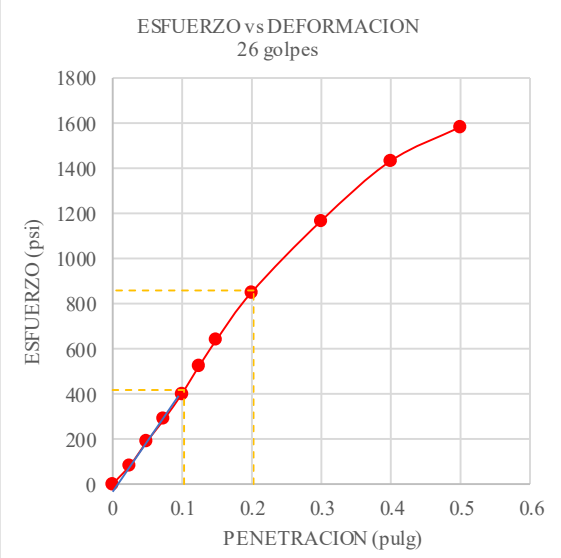


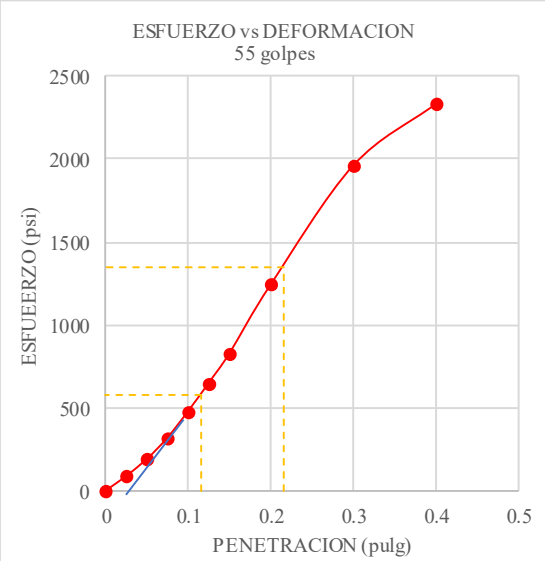
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

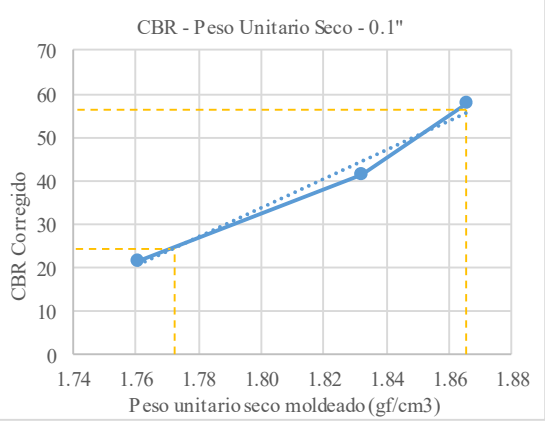
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

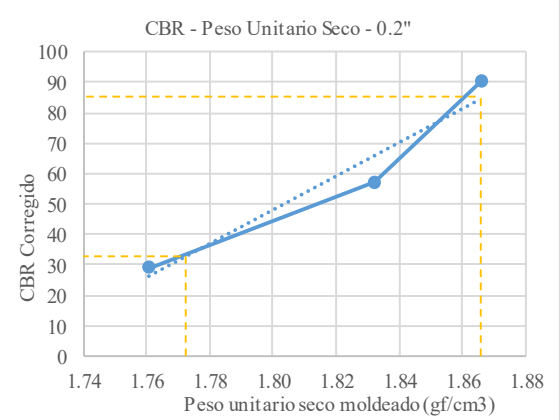



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.76 | 1.83 | 1.87 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.77 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 216.49 | 415.00 | 580.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 431.83 | 855.00 | 1,350.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 21.65 | 41.50 | 58.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 28.79 | 57.00 | 90.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 56.2% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 24.5% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 85.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 32.6% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante 2 Muestra N°2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.25 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.78 | 17.71 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,136.50 | 8,296.00 | 7,864.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.17 | 6.17 | 6.13 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,216.00 | 12,494.50 | 12,264.50 |
| | | Masa del envase | g | 172.00 | 374.50 | 375.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 468.00 | 584.50 | 554.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 437.50 | 564.00 | 535.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 7.85 | 6.69 | 5.81 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 7.83 | 6.71 | 5.75 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,367.00 | 12,664.50 | 12,288.50 |
| | | Masa del envase | g | 378.00 | 372.50 | 376.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 846.50 | 780.50 | 876.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 789.50 | 732.50 | 824.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,114.65 | 2,098.63 | 2,126.72 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,114.38 | 2,098.91 | 2,125.71 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 296.00 | 210.00 | 178.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 265.50 | 189.50 | 159.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.5 | 10.8 | 11.9 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 12.0 | |
| | | ERROR | % | 4.7 | 11.2 | 1.0 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.93 | 2.00 | 2.07 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.73 | 1.81 | 1.85 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 468.50 | 408.00 | 500.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 411.50 | 360.00 | 448.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 13.9 | 13.3 | 11.7 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.00 | 2.08 | 2.08 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.76 | 1.84 | 1.86 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.07 | 115.35 | 116.48 |
| | | Expansión | % | -0.01 | 0.01 | -0.05 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.06 | 115.37 | 116.43 |

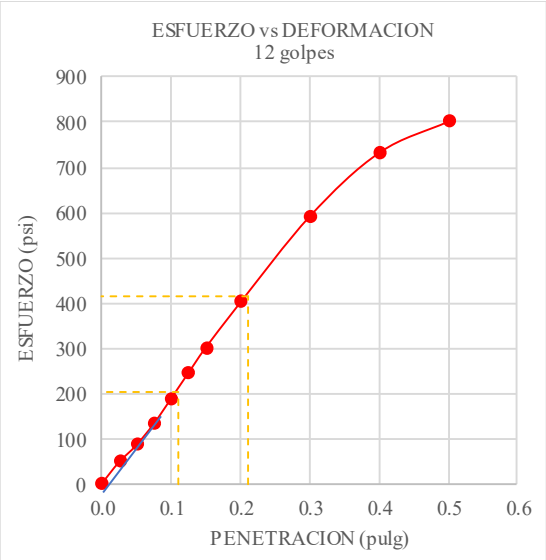
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 7 | 10 | 14 | 0.64 | 0.77 | 0.93 | 143.88 | 171.97 | 209.42 | 47.96 | 57.32 | 69.81 |
| 1.27 | 0.050 | 19 | 39 | 53 | 1.14 | 1.97 | 2.56 | 256.23 | 443.49 | 574.56 | 85.41 | 147.83 | 191.52 |
| 1.9 | 0.075 | 34 | 72 | 96 | 1.77 | 3.35 | 4.35 | 396.67 | 752.46 | 977.16 | 132.22 | 250.82 | 325.72 |
| 2.54 | 0.100 | 52 | 112 | 143 | 2.52 | 5.01 | 6.31 | 565.20 | 1126.97 | 1417.21 | 188.40 | 375.66 | 472.40 |
| 3.17 | 0.125 | 70 | 158 | 198 | 3.26 | 6.93 | 8.60 | 733.73 | 1557.65 | 1932.16 | 244.58 | 519.22 | 644.05 |
| 3.81 | 0.150 | 88 | 203 | 250 | 4.01 | 8.81 | 10.76 | 902.26 | 1978.98 | 2419.03 | 300.75 | 659.66 | 806.34 |
| 5.08 | 0.200 | 120 | 275 | 380 | 5.35 | 11.81 | 16.18 | 1201.87 | 2653.10 | 3636.19 | 400.62 | 884.37 | 1212.06 |
| 7.62 | 0.300 | 181 | 385 | 599 | 7.89 | 16.39 | 25.30 | 1773.00 | 3683.00 | 5686.63 | 591.00 | 1227.67 | 1895.54 |
| 10.16 | 0.400 | 226 | 458 | 699 | 9.76 | 19.43 | 29.47 | 2194.32 | 4366.48 | 6622.91 | 731.44 | 1455.49 | 2207.64 |
| 12.7 | 0.500 | 248 | 510 | | 10.68 | 21.60 | | 2400.30 | 4853.35 | | 800.10 | 1617.78 | |

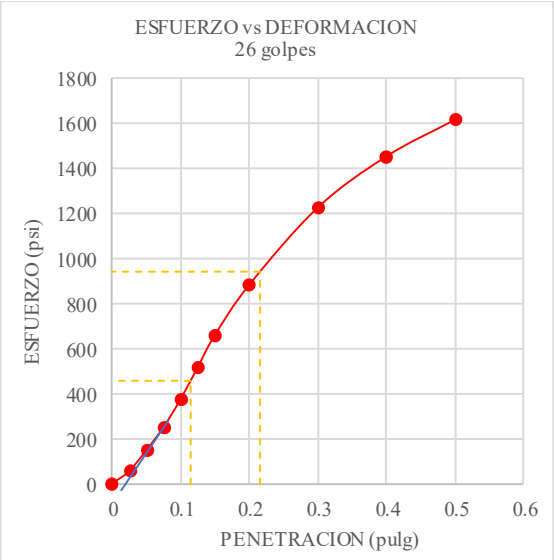


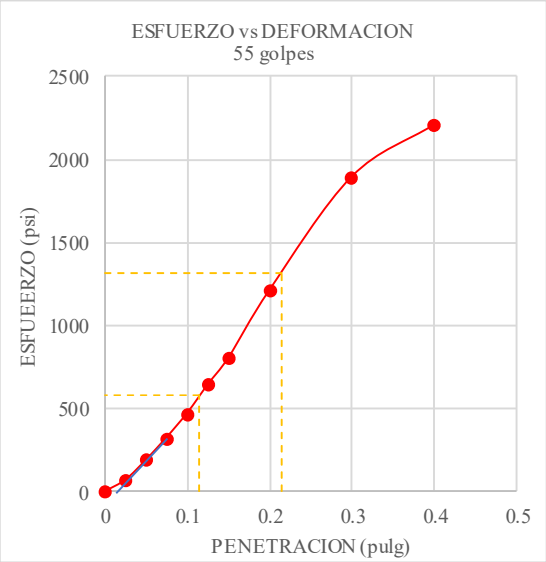
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

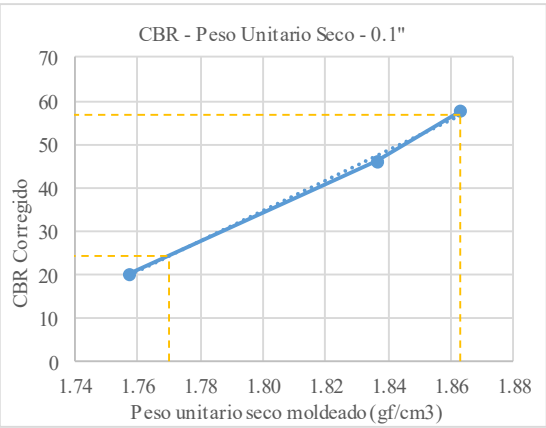
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

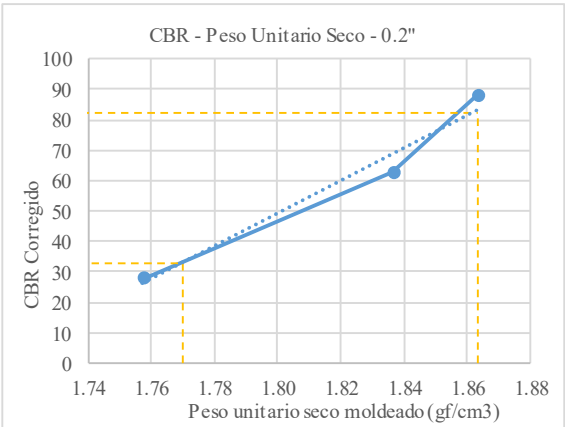



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.76 | 1.84 | 1.86 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.77 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 202.00 | 460.00 | 575.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 415.00 | 940.00 | 1,320.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 20.20 | 46.00 | 57.50 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 27.67 | 62.67 | 88.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 57.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 24.4% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 82.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 32.7% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante 2 Muestra N°3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.25 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.78 | 17.71 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,136.50 | 8,296.00 | 7,864.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.13 | 6.17 | 6.13 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,225.00 | 12,456.50 | 12,236.50 |
| | | Masa del envase | g | 375.00 | 374.00 | 374.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 652.00 | 728.00 | 698.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 623.00 | 693.00 | 663.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 5.85 | 7.65 | 9.56 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 5.75 | 7.55 | 9.51 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,326.00 | 12,589.00 | 12,325.00 |
| | | Masa del envase | g | 375.00 | 372.50 | 374.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 853.00 | 669.00 | 754.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 800.00 | 639.00 | 710.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,121.94 | 2,098.63 | 2,126.72 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,120.11 | 2,096.82 | 2,125.81 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 277.00 | 354.00 | 323.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 248.00 | 319.00 | 288.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.7 | 11.0 | 12.1 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 12.0 | |
| | | ERROR | % | 2.9 | 9.6 | -0.8 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.93 | 1.98 | 2.06 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.73 | 1.79 | 1.83 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 478.00 | 296.50 | 379.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 425.00 | 266.50 | 335.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 12.5 | 11.3 | 13.1 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.98 | 2.05 | 2.10 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.76 | 1.84 | 1.86 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.47 | 115.35 | 116.48 |
| | | Expansión | % | -0.09 | -0.09 | -0.04 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.37 | 115.25 | 116.43 |

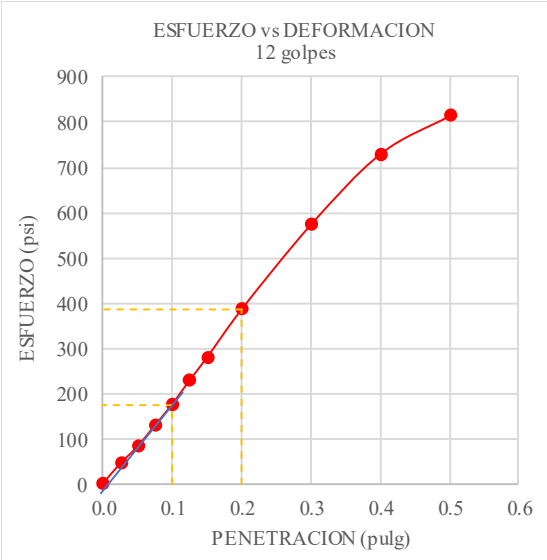
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 6 | 22 | 34 | 0.60 | 1.27 | 1.77 | 134.51 | 284.32 | 396.67 | 44.84 | 94.77 | 132.22 |
| 1.27 | 0.050 | 18 | 57 | 75 | 1.10 | 2.72 | 3.47 | 246.87 | 612.01 | 780.54 | 82.29 | 204.00 | 260.18 |
| 1.9 | 0.075 | 33 | 99 | 124 | 1.72 | 4.47 | 5.51 | 387.31 | 1005.25 | 1239.32 | 129.10 | 335.08 | 413.11 |
| 2.54 | 0.100 | 48 | 142 | 166 | 2.35 | 6.26 | 7.26 | 527.75 | 1407.85 | 1632.56 | 175.92 | 469.28 | 544.19 |
| 3.17 | 0.125 | 65 | 189 | 207 | 3.06 | 8.22 | 8.97 | 686.92 | 1847.90 | 2016.43 | 228.97 | 615.97 | 672.14 |
| 3.81 | 0.150 | 81 | 236 | 256 | 3.72 | 10.18 | 11.01 | 836.72 | 2287.95 | 2475.20 | 278.91 | 762.65 | 825.07 |
| 5.08 | 0.200 | 115 | 314 | 359 | 5.14 | 13.43 | 15.31 | 1155.05 | 3018.24 | 3439.57 | 385.02 | 1006.08 | 1146.52 |
| 7.62 | 0.300 | 175 | 435 | 507 | 7.64 | 18.47 | 21.47 | 1716.82 | 4151.14 | 4825.26 | 572.27 | 1383.71 | 1608.42 |
| 10.16 | 0.400 | 225 | 499 | 590 | 9.72 | 21.14 | 24.93 | 2184.96 | 4750.35 | 5602.37 | 728.32 | 1583.45 | 1867.46 |
| 12.7 | 0.500 | 252 | 540 | | 10.85 | 22.85 | | 2437.75 | 5134.23 | | 812.58 | 1711.41 | |

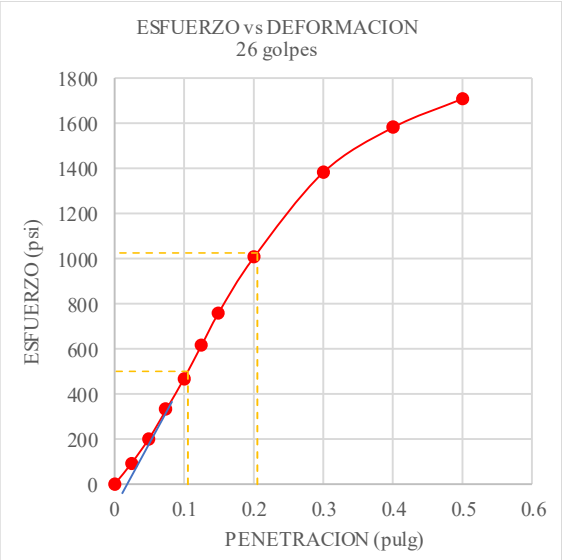


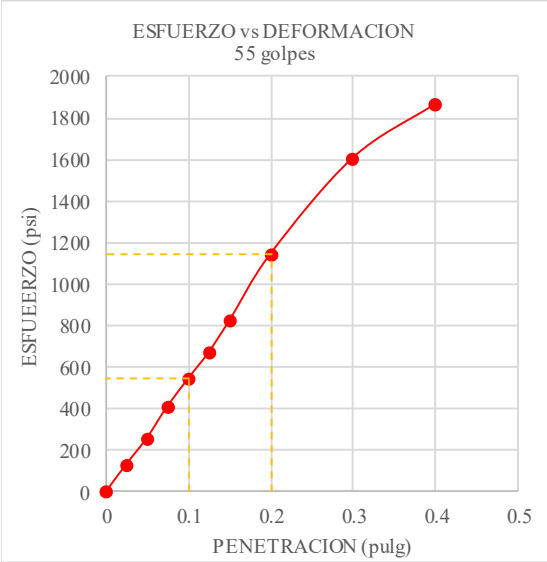
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

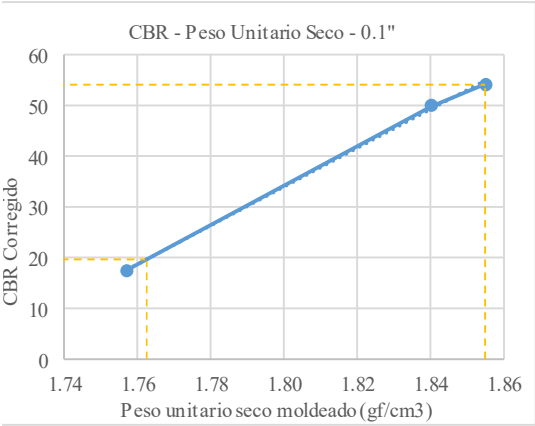
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

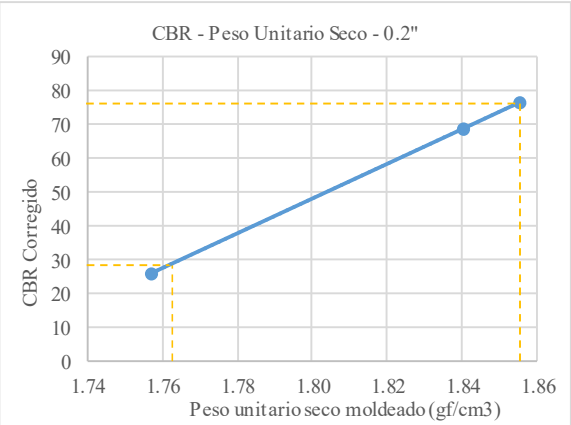



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.76 | 1.84 | 1.86 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.76 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 175.92 | 500.00 | 544.19 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 385.02 | 1,030.00 | 1,146.52 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 17.59 | 50.00 | 54.42 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 25.67 | 68.67 | 76.43 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 54.4% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 19.7% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 76.4% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 28.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

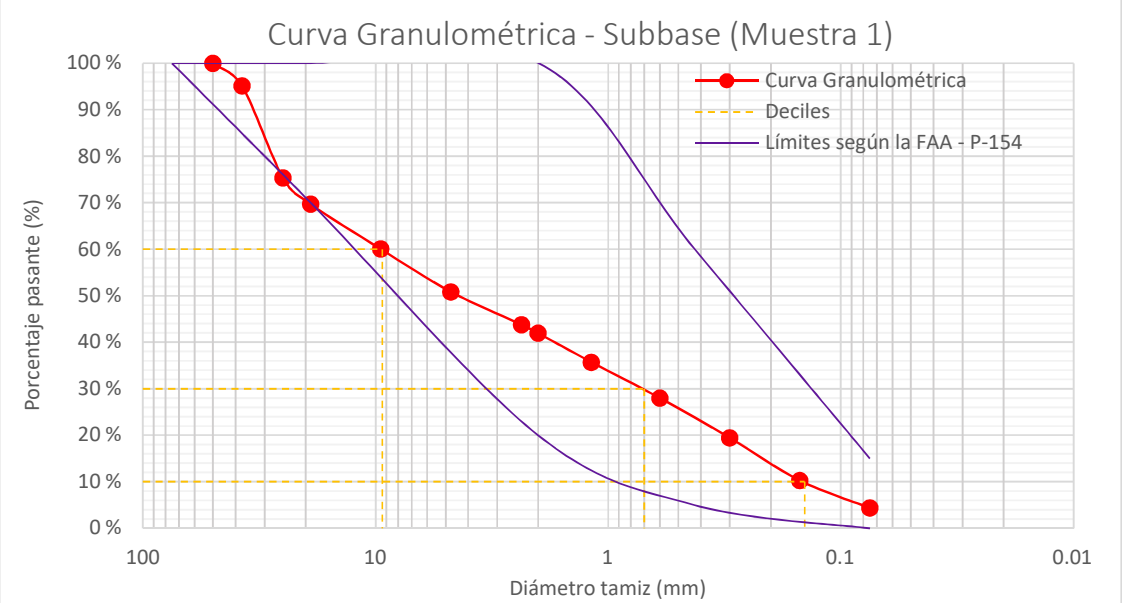
## 2. Material subbase para pavimento aeroportuario

### 2.1.Análisis Granulométrico

**Análisis Granulométrico - Subbase (Muestra 1)**

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,238.00 | 4,378.00 | 137.72 | 0.12 | 0.39 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 420.00 | 4.88 | 4.88 | 95.12 | |
| 1" | 25 | 1,703.50 | 19.78 | 24.66 | 75.34 | 49.16 |
| 3/4" | 19 | 486.00 | 5.64 | 30.30 | 69.70 | |
| 3/8" | 9.5 | 831.00 | 9.65 | 39.95 | 60.05 | |
| N° 4 | 4.75 | 792.50 | 9.20 | 49.16 | 50.84 | |
| N° 8 | 2.36 | 607.65 | 7.06 | 56.21 | 43.79 | |
| N° 10 | 2 | 159.89 | 1.86 | 58.07 | 41.93 | |
| N° 16 | 1.18 | 535.84 | 6.22 | 64.29 | 35.71 | |
| N° 30 | 0.6 | 663.82 | 7.71 | 72.00 | 28.00 | 46.49 |
| N° 50 | 0.3 | 738.82 | 8.58 | 80.58 | 19.42 | |
| N° 100 | 0.15 | 789.88 | 9.17 | 89.76 | 10.24 | |
| N° 200 | 0.075 | 507.12 | 5.89 | 95.65 | 4.35 | |
| Fondo | | 374.99 | 4.35 | 100.00 | 0.00 | 4.35 |
| | | 8,611.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.14 | | |
| **30** | 0.70 | 0.37 | 65.38 |
| **60** | 9.35 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

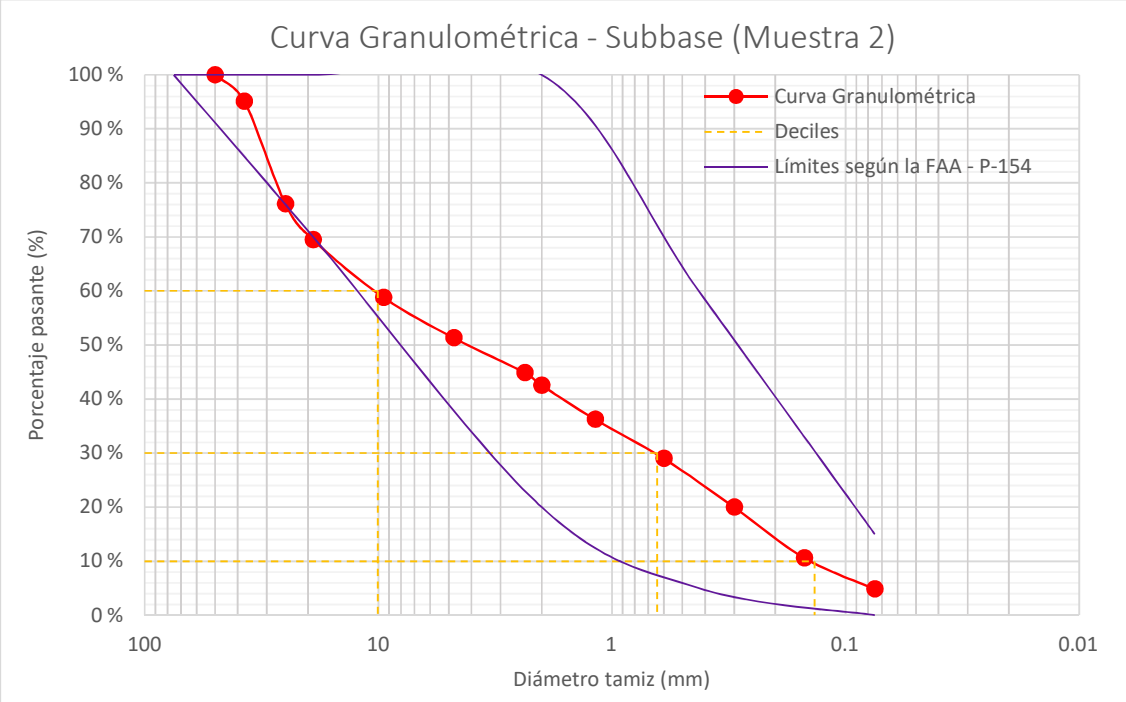
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subbase (Muestra 2)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,131.50 | 4,347.00 | 121.22 | 0.19 | 0.26 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 415.50 | 4.91 | 4.91 | 95.09 | |
| 1" | 25 | 1,608.00 | 18.98 | 23.89 | 76.11 | 48.68 |
| 3/4" | 19 | 563.50 | 6.65 | 30.54 | 69.46 | |
| 3/8" | 9.5 | 901.50 | 10.64 | 41.18 | 58.82 | |
| N° 4 | 4.75 | 635.00 | 7.50 | 48.68 | 51.32 | |
| N° 8 | 2.36 | 545.04 | 6.43 | 55.12 | 44.88 | |
| N° 10 | 2 | 196.30 | 2.32 | 57.43 | 42.57 | |
| N° 16 | 1.18 | 536.05 | 6.33 | 63.76 | 36.24 | |
| N° 30 | 0.6 | 612.27 | 7.23 | 70.99 | 29.01 | 46.43 |
| N° 50 | 0.3 | 762.19 | 9.00 | 79.99 | 20.01 | |
| N° 100 | 0.15 | 798.14 | 9.42 | 89.41 | 10.59 | |
| N° 200 | 0.075 | 482.48 | 5.70 | 95.11 | 4.89 | |
| Fondo | | 414.53 | 4.89 | 100.00 | 0.00 | 4.89 |
| | | 8,470.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.14 | | |
| **30** | 0.64 | 0.30 | 73.90 |
| **60** | 10.05 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

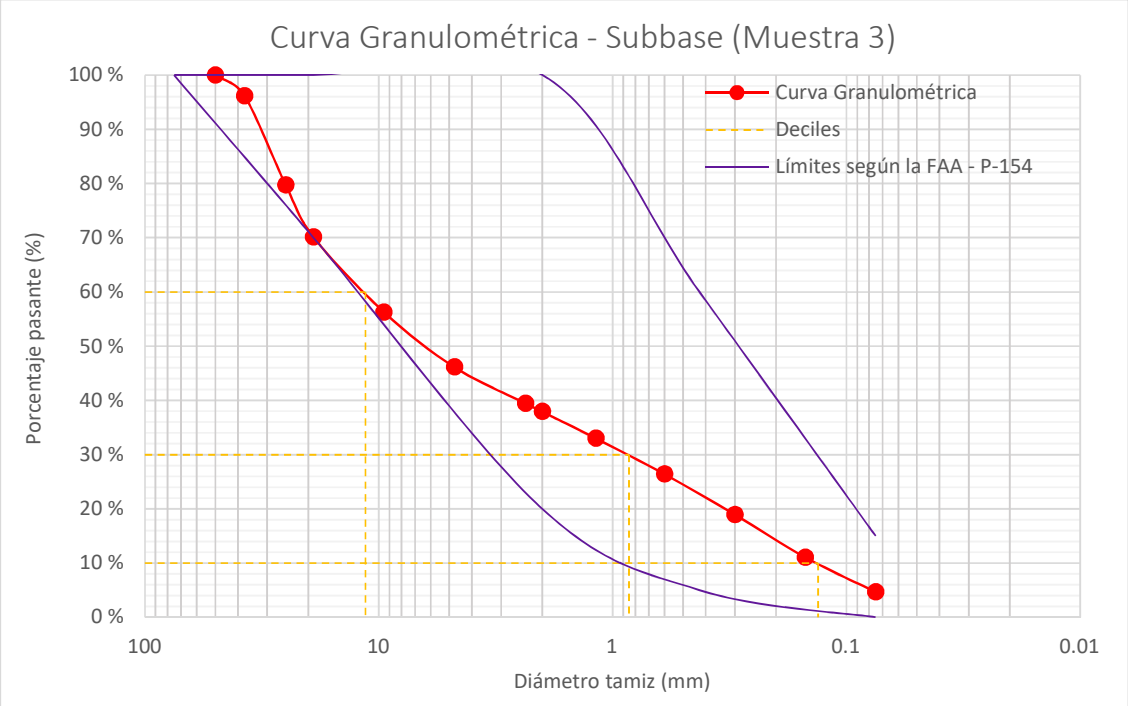
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Subbase (Muestra 3)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,229.00 | 3,620.00 | 131.15 | 0.11 | 0.81 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 302.00 | 3.85 | 3.85 | 96.15 | |
| 1" | 25 | 1,290.00 | 16.44 | 20.29 | 79.71 | 53.85 |
| 3/4" | 19 | 753.00 | 9.60 | 29.89 | 70.11 | |
| 3/8" | 9.5 | 1,083.50 | 13.81 | 43.71 | 56.29 | |
| N° 4 | 4.75 | 796.00 | 10.15 | 53.85 | 46.15 | |
| N° 8 | 2.36 | 523.42 | 6.67 | 60.53 | 39.47 | |
| N° 10 | 2 | 120.77 | 1.54 | 62.07 | 37.93 | |
| N° 16 | 1.18 | 386.24 | 4.92 | 66.99 | 33.01 | |
| N° 30 | 0.6 | 517.86 | 6.60 | 73.59 | 26.41 | 41.46 |
| N° 50 | 0.3 | 586.03 | 7.47 | 81.06 | 18.94 | |
| N° 100 | 0.15 | 617.20 | 7.87 | 88.93 | 11.07 | |
| N° 200 | 0.075 | 500.88 | 6.39 | 95.31 | 4.69 | |
| Fondo | | 367.59 | 4.69 | 100.00 | 0.00 | 4.69 |
| | | 7,844.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.13 | | |
| **30** | 0.85 | 0.48 | 86.36 |
| **60** | 11.40 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**2.2.Determinación de limite liquido**

(Ver Anexo 2: 2.2)

**2.3.Gravedad específica de solidos de suelo**

(Ver Anexo 2: 2.3)

**2.4.Peso específico y absorción de agregado grueso**

(Ver Anexo 2: 2.4)

**2.5.Peso unitario suelto y compactado**

(Ver Anexo 2: 2.5)

**2.6.Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados**

(Ver Anexo 2: 2.6)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

## 2.7.Partículas chatas y alargadas en agregados

**Partículas Chatas y Alargadas - Subbase (escala 1:5)**

| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Partículas Chatas y Alargadas | g | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | g | - | 3,092.0 | 1,396.0 | 483.0 | 194.0 | - |
| Porcentaje Granulometría General | % | 4.54 | 18.40 | 7.30 | 7.96 | 3.41 | 8.95 |
| Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso | % | 8.99 | 36.40 | 14.43 | 15.74 | 6.74 | 17.70 |
| Partículas Chatas y Alargadas | % | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Partículas chatas y alargadas general | % | | | 0 | | | |
| Partículas que no son chatas ni alargadas general | % | | | 100 | | | |

| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Partículas Chatas y Alargadas | g | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | g | - | 3,092.0 | 1,376.0 | 540.0 | 190.5 | - |
| Porcentaje Granulometría General | % | 4.54 | 18.40 | 7.30 | 7.96 | 3.41 | 8.95 |
| Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso | % | 8.99 | 36.40 | 14.43 | 15.74 | 6.74 | 17.70 |
| Partículas Chatas y Alargadas | % | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Partículas ni Chatas ni Alargadas | % | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Partículas chatas y alargadas general | % | | | 0 | | | |
| Partículas que no son chatas ni alargadas general | % | | | 100 | | | |

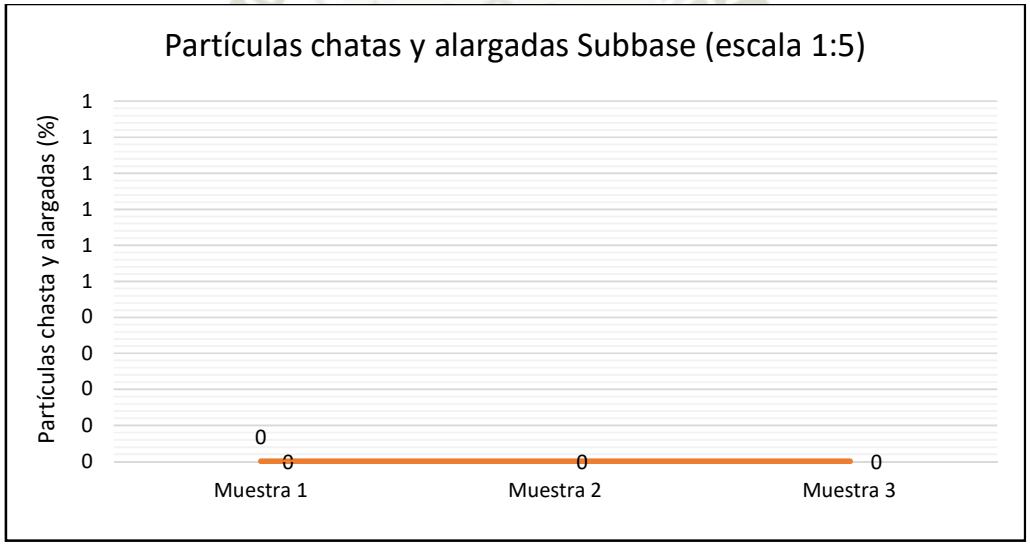


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **g** | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **g** | - | 3,191.0 | 1,371.5 | 535.0 | 177.0 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 4.54 | 18.40 | 7.30 | 7.96 | 3.41 | 8.95 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 8.99 | 36.40 | 14.43 | 15.74 | 6.74 | 17.70 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | | | 0 | | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | | | 100 | | | |






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**2.8.Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras**

(Ver Anexo 2: 2.8)

**2.9.Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados**

(Ver Anexo 2: 2.9)

**2.10. Valor equivalente de arena**

(Ver Anexo 2: 2.10)

**2.11. Sales solubles en agregados**

(Ver Anexo 2: 2.11)

**2.12. Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 2.12)

**2.13. Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 2.13)

**2.14. Ensayo de CBR**

(Ver Anexo 2: 2.14)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

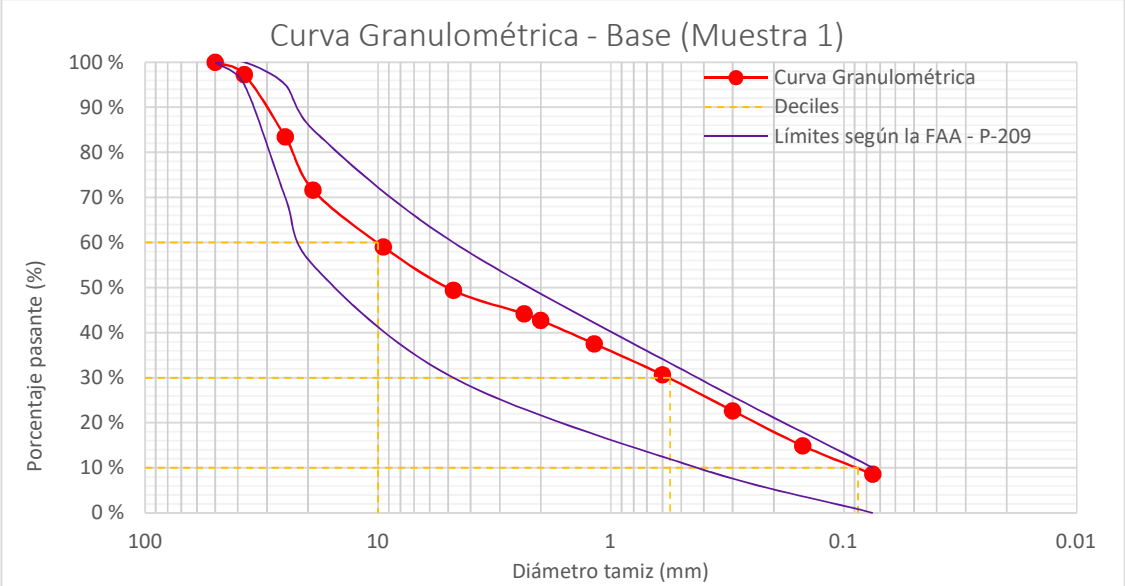
## 3. Material base para pavimento aeroportuario

### 3.1.Análisis Granulométrico

**Análisis Granulométrico - Base (Muestra 1)**

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,280.50 | 4,173.50 | 130.26 | 0.01 | 0.42 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 232.00 | 2.74 | 2.74 | 97.26 | |
| 1" | 25 | 1,172.00 | 13.86 | 16.61 | 83.39 | 50.63 |
| 3/4" | 19 | 995.50 | 11.78 | 28.38 | 71.62 | |
| 3/8" | 9.5 | 1,064.00 | 12.59 | 40.97 | 59.03 | |
| N° 4 | 4.75 | 816.50 | 9.66 | 50.63 | 49.37 | |
| N° 8 | 2.36 | 435.98 | 5.16 | 55.79 | 44.21 | |
| N° 10 | 2 | 125.48 | 1.48 | 57.27 | 42.73 | |
| N° 16 | 1.18 | 438.55 | 5.19 | 62.46 | 37.54 | |
| N° 30 | 0.6 | 584.31 | 6.91 | 69.37 | 30.63 | 40.78 |
| N° 50 | 0.3 | 673.44 | 7.97 | 77.34 | 22.66 | |
| N° 100 | 0.15 | 659.28 | 7.80 | 85.14 | 14.86 | |
| N° 200 | 0.075 | 530.58 | 6.28 | 91.41 | 8.59 | |
| Fondo | | 725.88 | 8.59 | 100.00 | 0.00 | 8.59 |
| | | 8,453.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.09 | | |
| **30** | 0.56 | 0.36 | 114.94 |
| **60** | 10.00 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

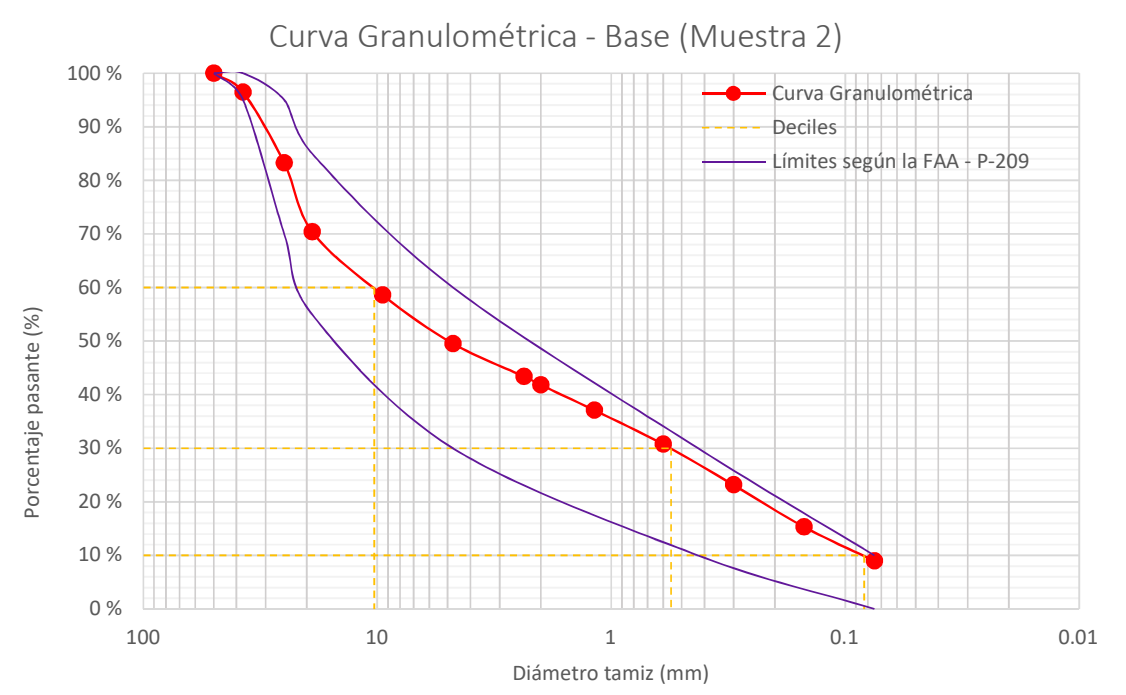
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Base (Muestra 2)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,132.00 | 4,054.00 | 127.97 | 0.06 | 0.54 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 291.00 | 3.56 | 3.56 | 96.44 | |
| 1" | 25 | 1,079.00 | 13.19 | 16.74 | 83.26 | 50.46 |
| 3/4" | 19 | 1,051.00 | 12.84 | 29.58 | 70.42 | |
| 3/8" | 9.5 | 966.00 | 11.80 | 41.39 | 58.61 | |
| N° 4 | 4.75 | 742.50 | 9.07 | 50.46 | 49.54 | |
| N° 8 | 2.36 | 500.70 | 6.12 | 56.58 | 43.42 | |
| N° 10 | 2 | 129.63 | 1.58 | 58.16 | 41.84 | |
| N° 16 | 1.18 | 388.26 | 4.74 | 62.91 | 37.09 | |
| N° 30 | 0.6 | 518.53 | 6.34 | 69.24 | 30.76 | 40.53 |
| N° 50 | 0.3 | 621.73 | 7.60 | 76.84 | 23.16 | |
| N° 100 | 0.15 | 640.21 | 7.82 | 84.67 | 15.33 | |
| N° 200 | 0.075 | 517.90 | 6.33 | 90.99 | 9.01 | |
| Fondo | | 737.03 | 9.01 | 100.00 | 0.00 | 9.01 |
| | | 8,183.50 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.08 | | |
| **30** | 0.56 | 0.36 | 124.10 |
| **60** | 10.30 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

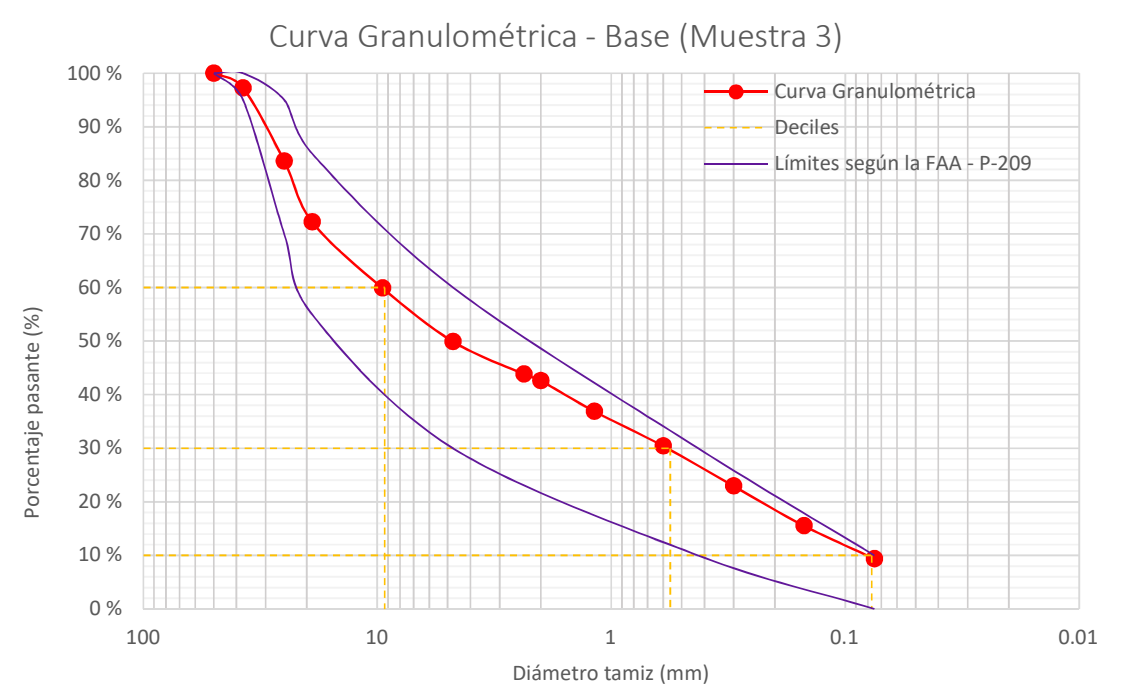
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis Granulométrico - Base (Muestra 3)

| Retenido Tamiz N°4 | Pasante Tamiz N°4 | Masa usada pasante Tamiz N°4 | Variación Retenido Tamiz N°4 | Variación Pasante Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|
| g | g | g | % | % |
| 4,130.00 | 4,114.50 | 120.16 | 0.04 | 0.52 |

| Tamiz | Diámetro mm | Masa Retenida g | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasante | % Gruesos y Finos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.5 | 227.50 | 2.76 | 2.76 | 97.24 | |
| 1" | 25 | 1,124.50 | 13.64 | 16.40 | 83.60 | |
| 3/4" | 19 | 936.50 | 11.36 | 27.76 | 72.24 | 50.08 |
| 3/8" | 9.5 | 1,017.50 | 12.34 | 40.11 | 59.89 | |
| N° 4 | 4.75 | 822.50 | 9.98 | 50.08 | 49.92 | |
| N° 8 | 2.36 | 501.49 | 6.08 | 56.17 | 43.83 | |
| N° 10 | 2 | 101.54 | 1.23 | 57.40 | 42.60 | |
| N° 16 | 1.18 | 470.51 | 5.71 | 63.11 | 36.89 | |
| N° 30 | 0.6 | 533.50 | 6.47 | 69.58 | 30.42 | 40.53 |
| N° 50 | 0.3 | 616.45 | 7.48 | 77.06 | 22.94 | |
| N° 100 | 0.15 | 611.29 | 7.42 | 84.48 | 15.52 | |
| N° 200 | 0.075 | 505.97 | 6.14 | 90.61 | 9.39 | |
| Fondo | | 773.75 | 9.39 | 100.00 | 0.00 | 9.387 |
| | | 8,243.00 | 100.00 | | | |




| Deciles | Diámetro Tamiz (mm) | Coeficiente de Curvatura | Coeficiente de Uniformidad |
|---|---|---|---|
| **10** | 0.08 | | |
| **30** | 0.56 | 0.44 | 120.78 |
| **60** | 9.30 | | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**3.2.Determinación de limite liquido**

(Ver Anexo 2: 3.2.)

**3.3.Gravedad específica y absorción de agregado fino**

(Ver Anexo 2: 3.3.)

**3.4.Peso específico y absorción de agregado grueso**

(Ver Anexo 2: 3.4.)

**3.5.Peso unitario suelto y compactado**

(Ver Anexo 2: 3.5.)

**3.6.Abrasión Los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados**

(Ver Anexo 2: 3.6.)



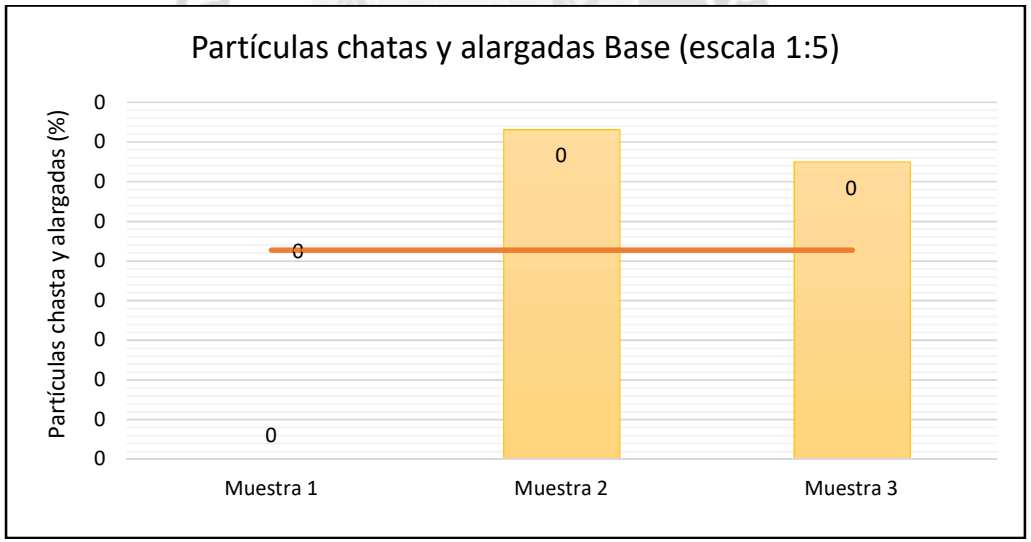
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

### 3.7.Partículas chatas y alargadas en agregados

| Partículas Chatas y Alargadas - Base (escala 1:5) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variable** | **Und.** | **Tamiz 1 1/2"** | **Tamiz 1"** | **Tamiz 3/4"** | **Tamiz 1/2"** | **Tamiz 3/8"** | **Tamiz N°4** |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **g** | - | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **g** | - | 3,524.0 | 1,418.0 | 563.0 | 179.5 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.02 | 13.56 | 11.99 | 8.57 | 3.67 | 9.57 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 5.99 | 26.92 | 23.80 | 17.00 | 7.29 | 18.99 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | | | 0 | | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | | | 100 | | | |

| **Variable** | **Und.** | **Tamiz 1 1/2"** | **Tamiz 1"** | **Tamiz 3/4"** | **Tamiz 1/2"** | **Tamiz 3/8"** | **Tamiz N°4** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **g** | - | 0.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **g** | - | 3,478.0 | 1,407.0 | 569.5 | 179.0 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.02 | 13.56 | 11.99 | 8.57 | 3.67 | 9.57 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 5.99 | 26.92 | 23.80 | 17.00 | 7.29 | 18.99 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 100 | 100 | 98 | 100 | 100 | 100 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | | | 0 | | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | | | 100 | | | |

| Variable | Und. | Tamiz 1 1/2" | Tamiz 1" | Tamiz 3/4" | Tamiz 1/2" | Tamiz 3/8" | Tamiz N°4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **g** | - | 0.0 | 22.5 | 0.0 | 0.0 | - |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **g** | - | 3,624.0 | 1,405.5 | 569.0 | 169.0 | - |
| **Porcentaje Granulometría General** | **%** | 3.02 | 13.56 | 11.99 | 8.57 | 3.67 | 9.57 |
| **Porcentaje Granulometría solo Agregado Grueso** | **%** | 5.99 | 26.92 | 23.80 | 17.00 | 7.29 | 18.99 |
| **Partículas Chatas y Alargadas** | **%** | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| **Partículas ni Chatas ni Alargadas** | **%** | 100 | 100 | 98 | 100 | 100 | 100 |
| **Partículas chatas y alargadas general** | **%** | 0 | | | | | |
| **Partículas que no son chatas ni alargadas general** | **%** | 100 | | | | | |



REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

**3.8.Índice de aplanamiento y alargamiento de los agregados para carreteras**

(Ver Anexo 2: 3.8.)

**3.9.Determinación del porcentaje de partículas fracturadas**

(Ver Anexo 2: 3.9.)

**3.10. Arcilla en terrones y partículas desmenuzables en agregados**

(Ver Anexo 2: 3.10.)

**3.11. Valor equivalente de arena**

(Ver Anexo 2: 3.11.)

**3.12. Índice de durabilidad del agregado**

(Ver Anexo 2: 3.12.)

**3.13. Durabilidad al sulfato de magnesio**

(Ver Anexo 2: 3.13.)

**3.14. Sales solubles en agregados**

(Ver Anexo 2: 3.14.)

**3.15. Compactación de suelos utilizando una energía modificada (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 3.15.)

**3.16. Compactación de suelos utilizando una energía modificada para CBR (Molde 6")**

(Ver Anexo 2: 3.16.)

**3.17. Ensayo de CBR**

(Ver Anexo 2: 3.17.)



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 5:

# Ensayo de CBR con incremento de pesas de sobrecarga



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1. Ensayo de CBR para pavimento urbano (4 pesas de sobrecarga)

| CBR - Subrasante (4 pesas de sobrecarga) Muestra N°1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Variable | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.22 | 15.23 | 15.23 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.82 | 17.79 | 17.78 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,661.00 | 9,201.00 | 7,982.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.11 | 6.12 | 6.11 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,894.00 | 13,639.50 | 12,518.00 |
| | | Masa del envase | g | 336.00 | 373.50 | 374.40 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 951.50 | 580.00 | 606.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 894.00 | 560.00 | 584.50 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 8.60 | 1.37 | 6.86 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 8.02 | 1.27 | 6.89 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 12,117.00 | 13,721.00 | 12,650.00 |
| | | Masa del envase | g | 378.00 | 337.00 | 372.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 782.00 | 888.00 | 1,015.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 742.50 | 838.00 | 959.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,129.79 | 2,123.97 | 2,125.91 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,119.24 | 2,122.14 | 2,126.45 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 615.50 | 206.50 | 232.10 |
| | | Masa muestra seca | g | 558.00 | 186.50 | 210.10 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.3 | 10.7 | 10.5 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | 4.8 | 0.7 | 3.1 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.99 | 2.09 | 2.13 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.80 | 1.89 | 1.93 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 404.00 | 551.00 | 643.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 364.50 | 501.00 | 587.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.8 | 10.0 | 9.5 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.10 | 2.13 | 2.20 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.90 | 1.94 | 2.00 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 117.06 | 116.64 | 116.67 |
| | | Expansión | % | -0.50 | -0.09 | 0.03 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.48 | 116.54 | 116.70 |

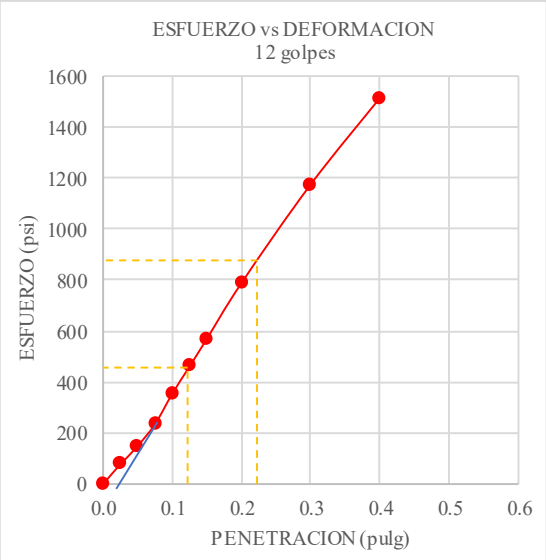
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 10 | 16 | 29 | 1.03 | 1.30 | 1.90 | 230.93 | 292.58 | 426.13 | 76.98 | 97.53 | 142.04 |
| 1.27 | 0.050 | 31 | 46 | 75 | 1.99 | 2.67 | 4.00 | 446.68 | 600.78 | 898.72 | 148.89 | 200.26 | 299.57 |
| 1.9 | 0.075 | 56 | 93 | 151 | 3.13 | 4.82 | 7.47 | 703.52 | 1083.65 | 1679.52 | 234.51 | 361.22 | 559.84 |
| 2.54 | 0.100 | 91 | 152 | 274 | 4.73 | 7.52 | 13.10 | 1063.10 | 1689.79 | 2943.17 | 354.37 | 563.26 | 981.06 |
| 3.17 | 0.125 | 122 | 221 | 430 | 6.15 | 10.67 | 20.23 | 1381.58 | 2398.67 | 4545.86 | 460.53 | 799.56 | 1515.29 |
| 3.81 | 0.150 | 153 | 294 | 576 | 7.56 | 14.01 | 26.90 | 1700.06 | 3148.65 | 6045.81 | 566.69 | 1049.55 | 2015.27 |
| 5.08 | 0.200 | 217 | 423 | 807 | 10.49 | 19.91 | 37.46 | 2357.58 | 4473.94 | 8419.02 | 785.86 | 1491.31 | 2806.34 |
| 7.62 | 0.300 | 330 | 639 | | 15.66 | 29.78 | | 3518.50 | 6693.05 | | 1172.83 | 2231.02 | |
| 10.16 | 0.400 | 429 | | | 20.18 | | | 4535.59 | | | 1511.86 | | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

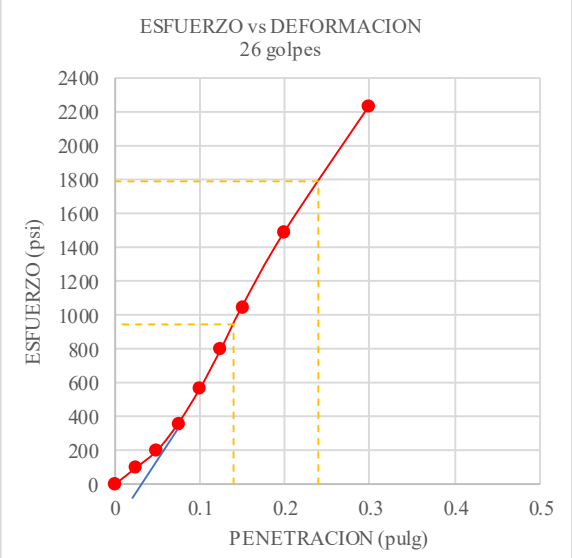


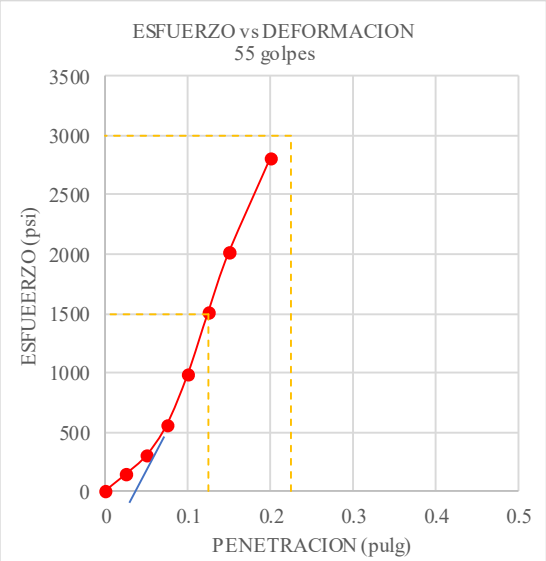
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

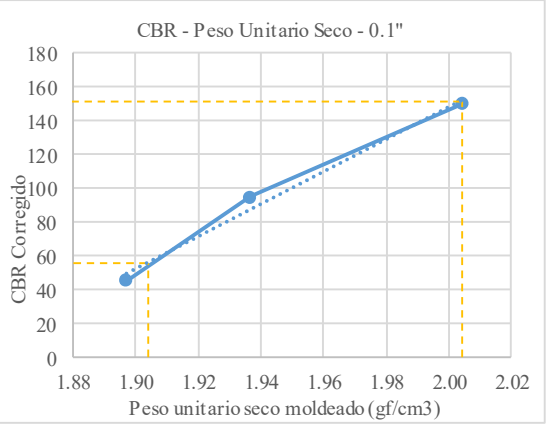
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

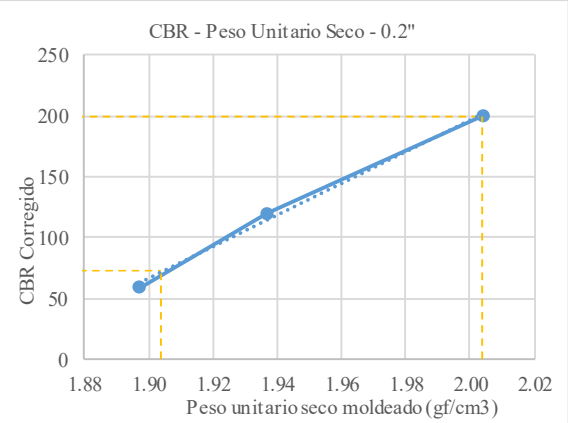



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.90 | 1.94 | 2.00 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.90 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 455.00 | 950.00 | 1,500.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 880.00 | 1,790.00 | 3,000.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 45.50 | 95.00 | 150.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 58.67 | 119.33 | 200.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 151.6% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 56.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 200.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 72.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante (4 pesas de sobrecarga) Muestra N°2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Variable | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.24 | 15.23 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.79 | 17.80 | 17.83 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,048.50 | 8,080.50 | 7,733.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.12 | 6.11 | 6.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,283.00 | 12,514.50 | 12,294.50 |
| | | Masa del envase | g | 345.50 | 119.50 | 372.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 597.50 | 304.00 | 731.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 574.50 | 287.00 | 698.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 5.22 | 5.37 | 5.49 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 5.11 | 5.45 | 5.45 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,394.00 | 12,603.00 | 12,333.00 |
| | | Masa del envase | g | 372.00 | 373.00 | 345.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 935.00 | 950.00 | 892.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 878.00 | 900.00 | 841.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,124.69 | 2,131.00 | 2,132.71 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,122.69 | 2,132.55 | 2,131.89 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 252.00 | 184.50 | 359.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 229.00 | 167.50 | 326.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.0 | 10.1 | 10.3 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | 7.5 | 6.4 | 5.1 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.99 | 2.08 | 2.14 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.81 | 1.89 | 1.94 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 563.00 | 577.00 | 547.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 506.00 | 527.00 | 496.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.3 | 9.5 | 10.2 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.05 | 2.12 | 2.16 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.84 | 1.94 | 1.96 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.68 | 116.86 | 117.10 |
| | | Expansión | % | -0.09 | 0.07 | -0.04 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.57 | 116.95 | 117.06 |

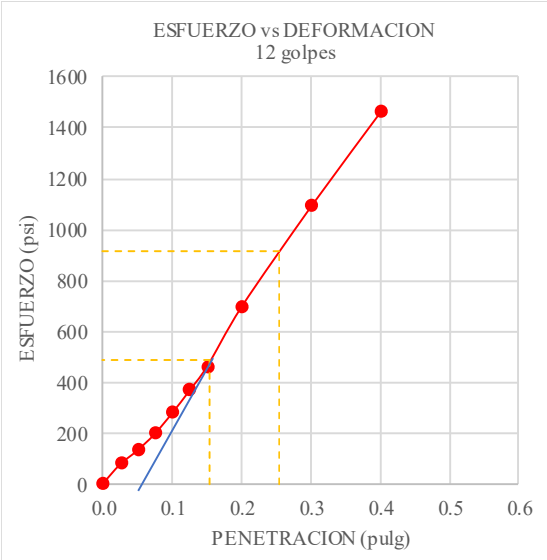
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 10 | 12 | 17 | 1.03 | 1.12 | 1.35 | 230.93 | 251.48 | 302.85 | 76.98 | 83.83 | 100.95 |
| 1.27 | 0.050 | 26 | 34 | 75 | 1.76 | 2.12 | 4.00 | 395.31 | 477.50 | 898.72 | 131.77 | 159.17 | 299.57 |
| 1.9 | 0.075 | 45 | 72 | 154 | 2.63 | 3.86 | 7.61 | 590.51 | 867.90 | 1710.34 | 196.84 | 289.30 | 570.11 |
| 2.54 | 0.100 | 69 | 126 | 267 | 3.72 | 6.33 | 12.78 | 837.08 | 1422.68 | 2871.26 | 279.03 | 474.23 | 957.09 |
| 3.17 | 0.125 | 95 | 205 | 386 | 4.91 | 9.94 | 18.22 | 1104.19 | 2234.29 | 4093.82 | 368.06 | 744.76 | 1364.61 |
| 3.81 | 0.150 | 122 | 271 | 506 | 6.15 | 12.96 | 23.70 | 1381.58 | 2912.35 | 5326.66 | 460.53 | 970.78 | 1775.55 |
| 5.08 | 0.200 | 191 | 386 | 694 | 9.30 | 18.22 | 32.30 | 2090.46 | 4093.82 | 7258.10 | 696.82 | 1364.61 | 2419.37 |
| 7.62 | 0.300 | 306 | 574 | | 14.56 | 26.81 | | 3271.93 | 6025.26 | | 1090.64 | 2008.42 | |
| 10.16 | 0.400 | 415 | | | 19.54 | | | 4391.76 | | | 1463.92 | | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

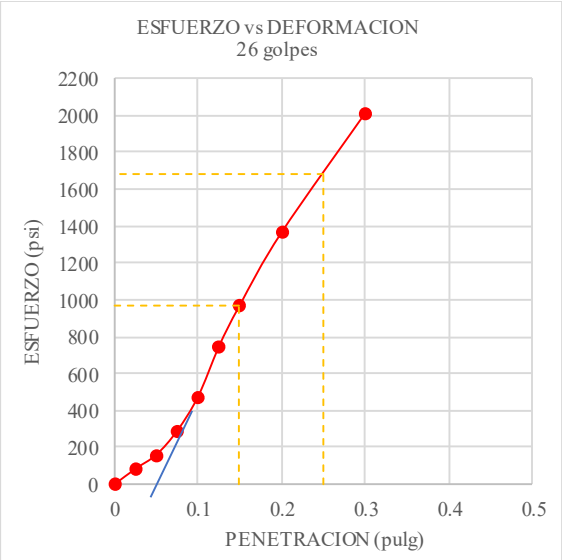


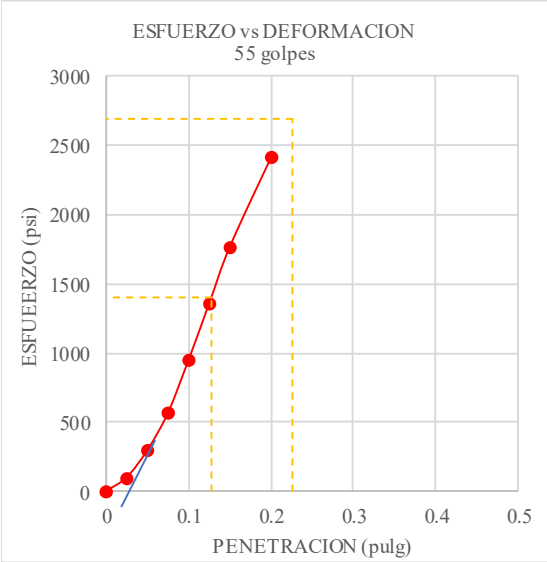
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

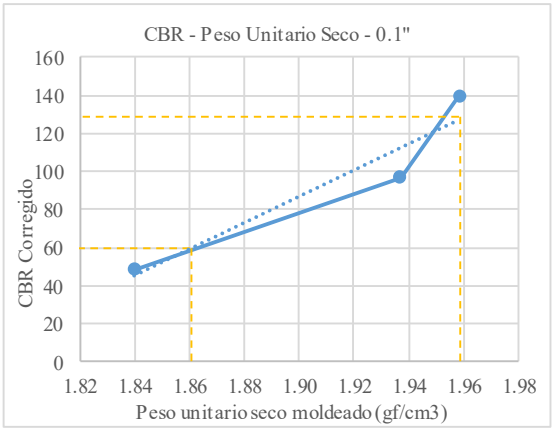
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

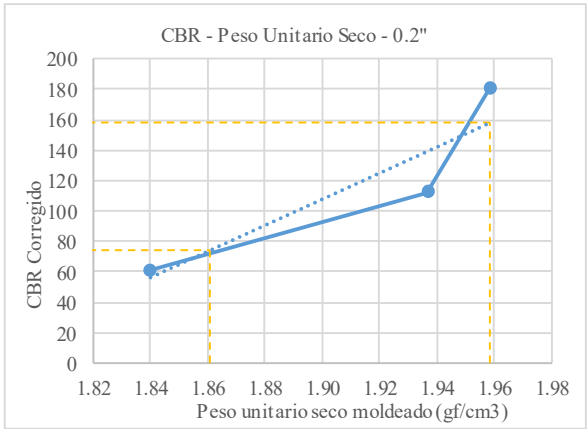



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.84 | 1.94 | 1.96 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.86 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 485.00 | 970.00 | 1,400.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 913.00 | 1,680.00 | 2,700.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 48.50 | 97.00 | 140.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 60.87 | 112.00 | 180.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 128.5% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 59.5% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 158.3% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 73.8% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante (4 pesas de sobrecarga) Muestra N°3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Variable | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.24 | 15.23 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.58 | 17.79 | 17.79 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 8,953.00 | 7,126.50 | 9,030.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.11 | 6.12 | 6.11 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,089.50 | 11,569.00 | 13,570.50 |
| | | Masa del envase | g | 348.50 | 345.00 | 372.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 544.00 | 585.00 | 611.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 527.00 | 561.00 | 588.50 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 7.03 | 4.15 | 7.71 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 7.00 | 4.20 | 7.78 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,305.00 | 11,658.00 | 13,682.00 |
| | | Masa del envase | g | 373.00 | 375.00 | 119.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 785.00 | 844.00 | 736.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 745.50 | 801.50 | 683.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,090.51 | 2,128.49 | 2,129.02 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,089.97 | 2,129.50 | 2,130.20 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 195.50 | 240.00 | 239.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 178.50 | 216.00 | 216.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 9.5 | 11.1 | 10.4 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | 13.4 | -2.8 | 3.9 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.98 | 2.09 | 2.13 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.81 | 1.88 | 1.93 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 412.00 | 469.00 | 617.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 372.50 | 426.50 | 564.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.6 | 10.0 | 9.4 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.08 | 2.13 | 2.18 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.88 | 1.94 | 2.00 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 114.70 | 116.72 | 116.81 |
| | | Expansión | % | -0.03 | 0.05 | 0.06 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 114.67 | 116.77 | 116.87 |

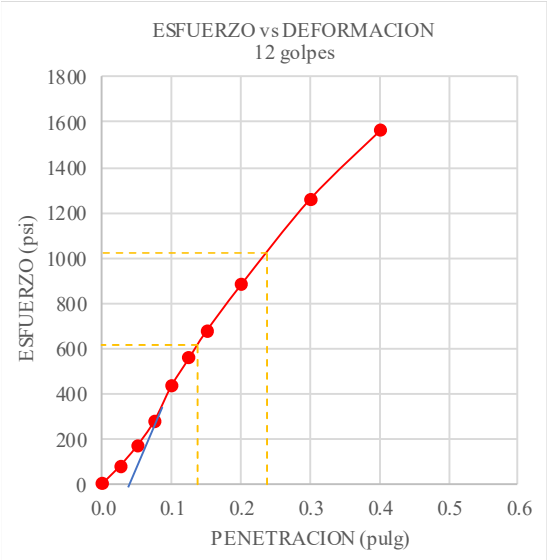
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 10 | 14 | 24 | 1.03 | 1.21 | 1.67 | 230.93 | 272.03 | 374.76 | 76.98 | 90.68 | 124.92 |
| 1.27 | 0.050 | 36 | 38 | 90 | 2.22 | 2.31 | 4.68 | 498.05 | 518.60 | 1052.82 | 166.02 | 172.87 | 350.94 |
| 1.9 | 0.075 | 68 | 80 | 135 | 3.68 | 4.23 | 6.74 | 826.80 | 950.09 | 1515.14 | 275.60 | 316.70 | 505.05 |
| 2.54 | 0.100 | 114 | 131 | 229 | 5.78 | 6.56 | 11.04 | 1299.39 | 1474.04 | 2480.86 | 433.13 | 491.35 | 826.95 |
| 3.17 | 0.125 | 149 | 190 | 340 | 7.38 | 9.26 | 16.11 | 1658.97 | 2080.19 | 3621.23 | 552.99 | 693.40 | 1207.08 |
| 3.81 | 0.150 | 184 | 243 | 462 | 8.98 | 11.68 | 21.69 | 2018.55 | 2624.69 | 4874.62 | 672.85 | 874.90 | 1624.87 |
| 5.08 | 0.200 | 244 | 358 | 707 | 11.72 | 16.94 | 32.89 | 2634.96 | 3806.16 | 7391.66 | 878.32 | 1268.72 | 2463.89 |
| 7.62 | 0.300 | 355 | 527 | 914 | 16.80 | 24.66 | 42.35 | 3775.34 | 5542.40 | 9518.30 | 1258.45 | 1847.47 | 3172.77 |
| 10.16 | 0.400 | 443 | | | 20.82 | | | 4679.42 | | | 1559.81 | | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

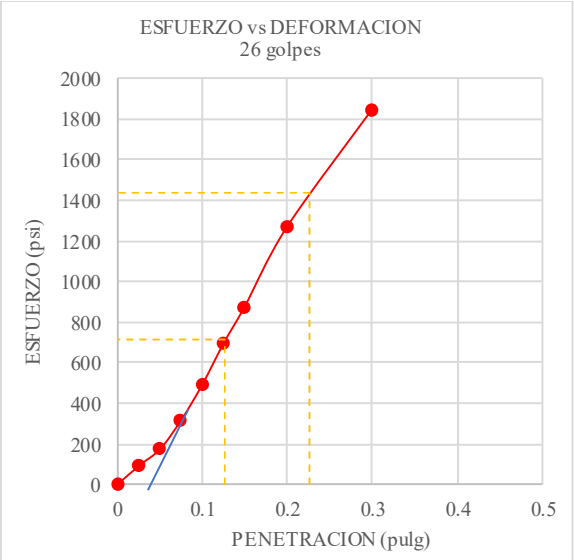


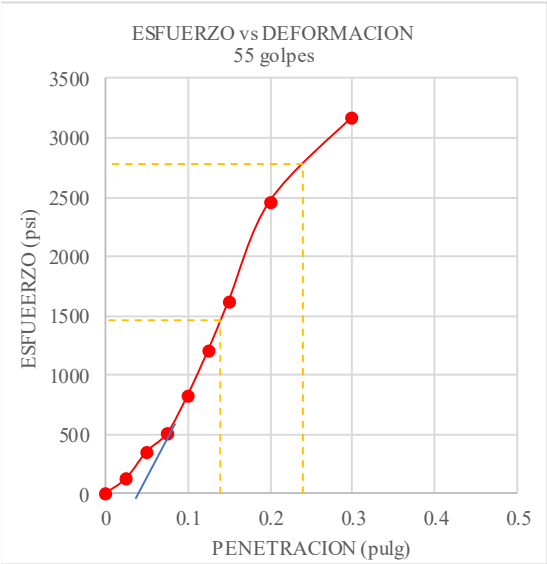
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

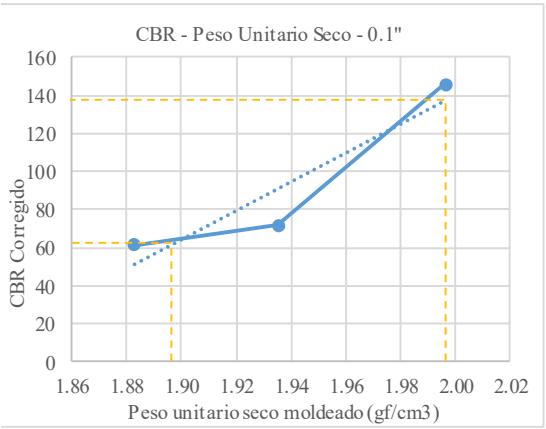
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

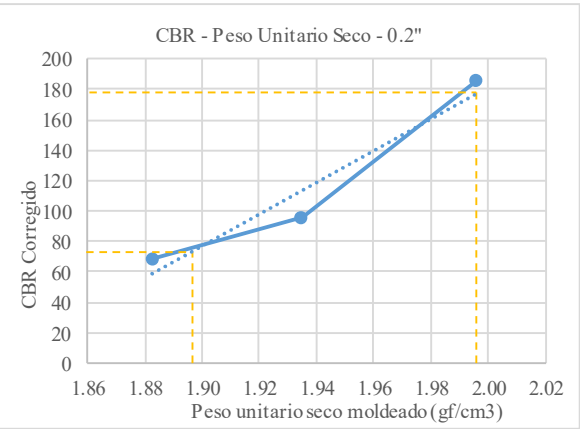



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.88 | 1.94 | 2.00 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.90 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 615.00 | 718.00 | 1,460.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 1,025.00 | 1,435.00 | 2,785.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 61.50 | 71.80 | 146.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 68.33 | 95.67 | 185.67 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 138.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 62.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 178.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 73.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2. Ensayo de CBR para pavimento rural (7 pesas de sobrecarga)

| CBR - Subrasante (7 pesas de sobrecarga) Muestra N°1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Variable | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.23 | 15.23 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.79 | 17.78 | 17.58 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 9,201.00 | 7,982.00 | 8,953.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.12 | 6.12 | 6.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 13,456.00 | 12,396.00 | 13,395.50 |
| | | Masa del envase | g | 340.50 | 375.00 | 372.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 789.00 | 587.50 | 751.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 747.00 | 567.50 | 716.50 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 7.73 | 5.26 | 1.83 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 7.40 | 5.11 | 1.66 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 13,588.00 | 12,485.00 | 13,470.00 |
| | | Masa del envase | g | 340.00 | 120.00 | 374.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 1,007.50 | 773.50 | 1,295.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 940.50 | 708.00 | 1,215.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,125.24 | 2,125.09 | 2,089.69 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,119.23 | 2,122.35 | 2,086.68 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 448.50 | 212.50 | 379.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 406.50 | 192.50 | 344.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.3 | 10.4 | 10.0 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | 4.5 | 4.0 | 7.8 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.00 | 2.08 | 2.13 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.81 | 1.88 | 1.93 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 667.50 | 653.50 | 921.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 600.50 | 588.00 | 841.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.2 | 11.1 | 9.5 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.07 | 2.12 | 2.16 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.86 | 1.91 | 1.98 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.71 | 116.62 | 114.66 |
| | | Expansión | % | -0.28 | -0.13 | -0.14 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.38 | 116.47 | 114.49 |

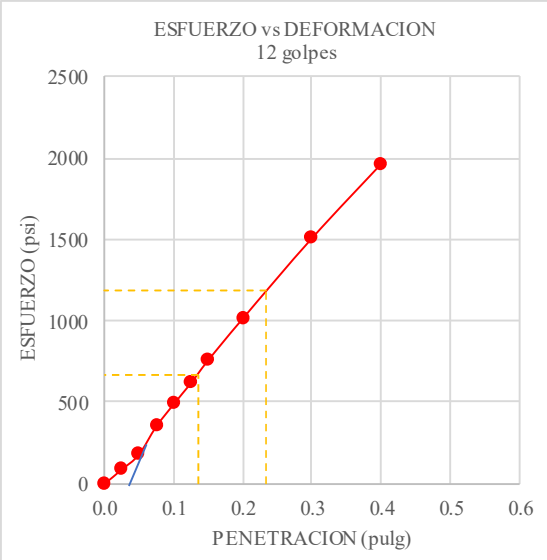
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 13 | 17 | 68 | 1.16 | 1.35 | 3.68 | 261.75 | 302.85 | 826.80 | 87.25 | 100.95 | 275.60 |
| 1.27 | 0.050 | 40 | 54 | 134 | 2.40 | 3.04 | 6.70 | 539.14 | 682.97 | 1504.86 | 179.71 | 227.66 | 501.62 |
| 1.9 | 0.075 | 90 | 110 | 214 | 4.68 | 5.60 | 10.35 | 1052.82 | 1258.30 | 2326.75 | 350.94 | 419.43 | 775.58 |
| 2.54 | 0.100 | 130 | 182 | 303 | 6.51 | 8.89 | 14.42 | 1463.77 | 1998.00 | 3241.11 | 487.92 | 666.00 | 1080.37 |
| 3.17 | 0.125 | 168 | 254 | 402 | 8.25 | 12.18 | 18.95 | 1854.17 | 2737.70 | 4258.20 | 618.06 | 912.57 | 1419.40 |
| 3.81 | 0.150 | 209 | 326 | 493 | 10.12 | 15.47 | 23.11 | 2275.39 | 3477.40 | 5193.10 | 758.46 | 1159.13 | 1731.03 |
| 5.08 | 0.200 | 284 | 480 | 611 | 13.55 | 22.51 | 28.50 | 3045.91 | 5059.54 | 6405.39 | 1015.30 | 1686.51 | 2135.13 |
| 7.62 | 0.300 | 428 | 694 | 750 | 20.14 | 32.30 | 34.86 | 4525.31 | 7258.10 | 7833.42 | 1508.44 | 2419.37 | 2611.14 |
| 10.16 | 0.400 | 561 | 852 | | 26.22 | 39.52 | | 5891.71 | 8881.33 | | 1963.90 | 2960.44 | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

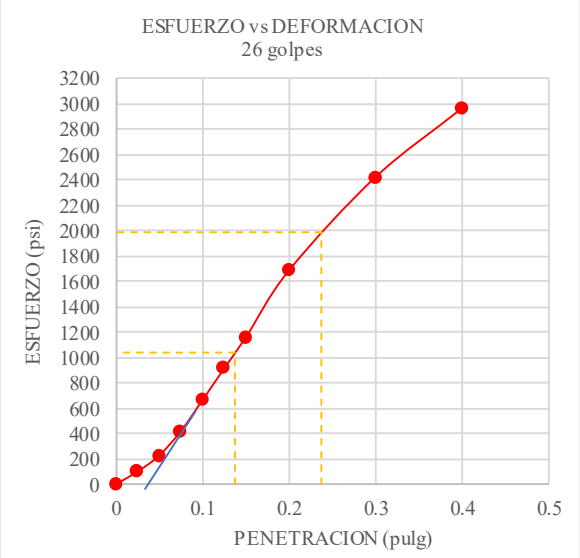


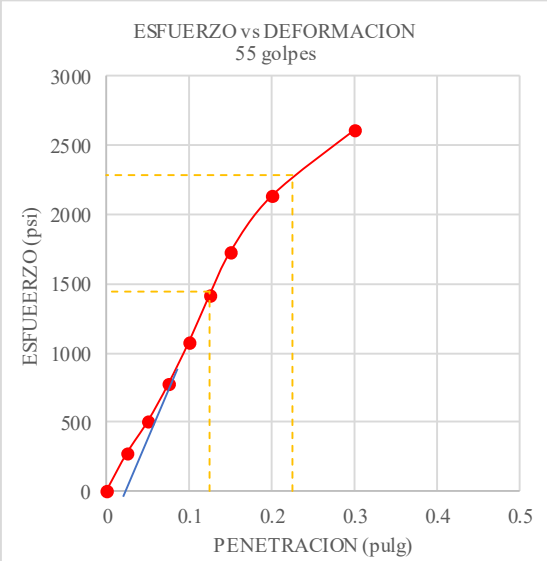
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

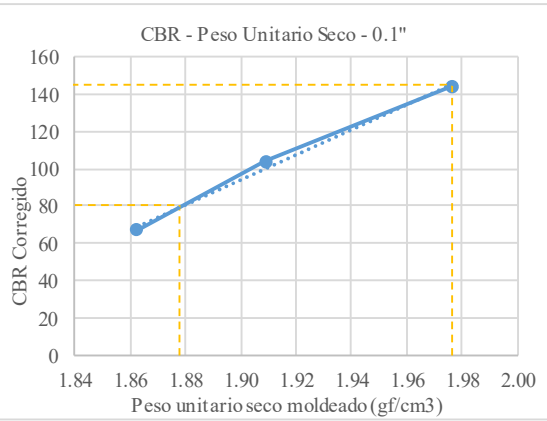
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

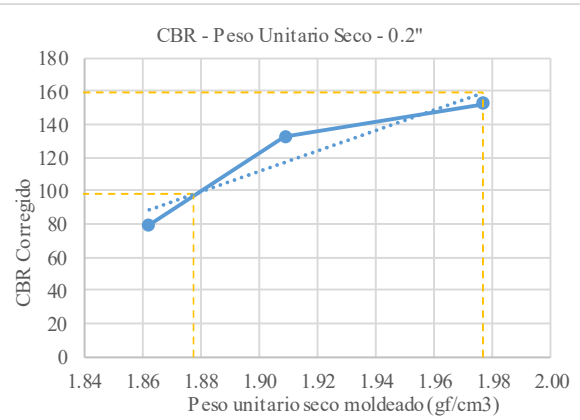



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.86 | 1.91 | 1.98 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.88 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 670.00 | 1,040.00 | 1,440.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 1,189.00 | 1,985.00 | 2,280.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 67.00 | 104.00 | 144.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 79.27 | 132.33 | 152.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 145.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 80.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 158.9% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 97.9% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante (7 pesas de sobrecarga) Muestra N°2 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Variable | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.22 | 15.23 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.79 | 17.82 | 17.79 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,048.50 | 7,661.00 | 7,048.50 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.12 | 6.12 | 6.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,324.00 | 12,063.00 | 11,548.50 |
| | | Masa del envase | g | 372.50 | 374.50 | 372.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 910.00 | 725.50 | 723.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 857.50 | 693.00 | 690.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 2.08 | 7.75 | 7.27 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 1.96 | 7.53 | 7.14 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,454.50 | 12,135.00 | 11,674.00 |
| | | Masa del envase | g | 119.00 | 372.50 | 340.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 864.00 | 1,108.50 | 951.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 795.00 | 1,043.50 | 896.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,125.51 | 2,128.98 | 2,125.51 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,123.33 | 2,124.97 | 2,123.24 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 537.50 | 351.00 | 351.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 485.00 | 318.50 | 318.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.8 | 10.2 | 10.5 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | -0.2 | 5.8 | 2.5 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.01 | 2.07 | 2.12 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.82 | 1.88 | 1.92 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 745.00 | 736.00 | 611.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 676.00 | 671.00 | 556.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.2 | 9.7 | 9.8 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.08 | 2.11 | 2.18 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.88 | 1.92 | 1.98 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.72 | 117.01 | 116.72 |
| | | Expansión | % | -0.10 | -0.19 | -0.11 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.60 | 116.79 | 116.60 |

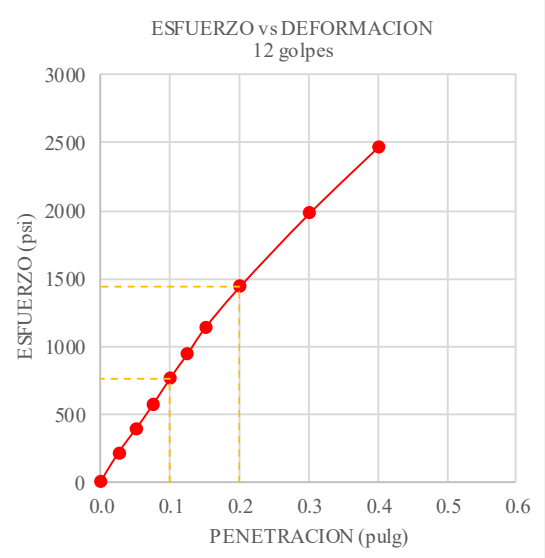
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 48 | 102 | 5 | 2.76 | 5.23 | 0.80 | 621.33 | 1176.11 | 179.57 | 207.11 | 392.04 | 59.86 |
| 1.27 | 0.050 | 100 | 182 | 35 | 5.14 | 8.89 | 2.17 | 1155.56 | 1998.00 | 487.77 | 385.19 | 666.00 | 162.59 |
| 1.9 | 0.075 | 153 | 258 | 74 | 7.56 | 12.36 | 3.95 | 1700.06 | 2778.79 | 888.45 | 566.69 | 926.26 | 296.15 |
| 2.54 | 0.100 | 210 | 335 | 168 | 10.17 | 15.88 | 8.25 | 2285.66 | 3569.86 | 1854.17 | 761.89 | 1189.95 | 618.06 |
| 3.17 | 0.125 | 263 | 408 | 282 | 12.59 | 19.22 | 13.46 | 2830.16 | 4319.84 | 3025.36 | 943.39 | 1439.95 | 1008.45 |
| 3.81 | 0.150 | 318 | 468 | 385 | 15.11 | 21.97 | 18.17 | 3395.21 | 4936.26 | 4083.55 | 1131.74 | 1645.42 | 1361.18 |
| 5.08 | 0.200 | 407 | 590 | 532 | 19.18 | 27.54 | 24.89 | 4309.57 | 6189.64 | 5593.77 | 1436.52 | 2063.21 | 1864.59 |
| 7.62 | 0.300 | 565 | 791 | 810 | 26.40 | 36.73 | 37.60 | 5932.80 | 8254.64 | 8449.84 | 1977.60 | 2751.55 | 2816.61 |
| 10.16 | 0.400 | 709 | | | 32.98 | | | 7412.20 | | | 2470.73 | | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

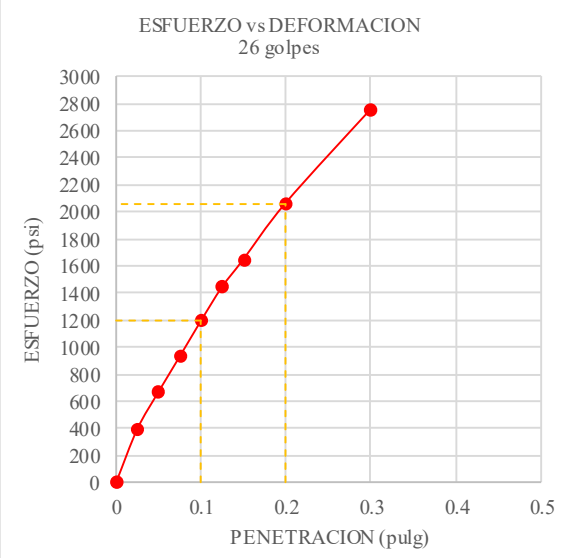


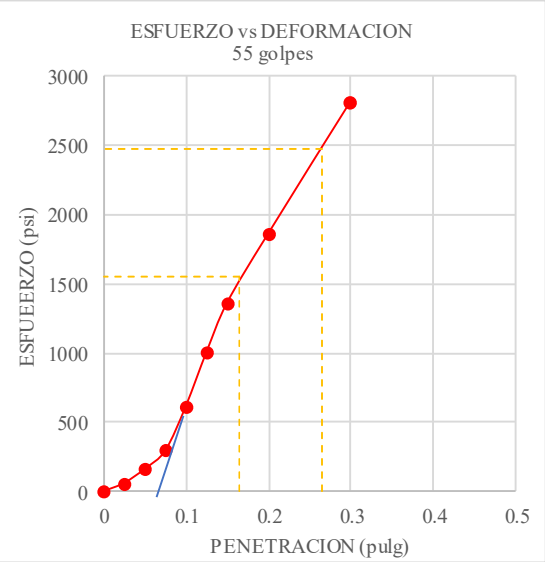
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

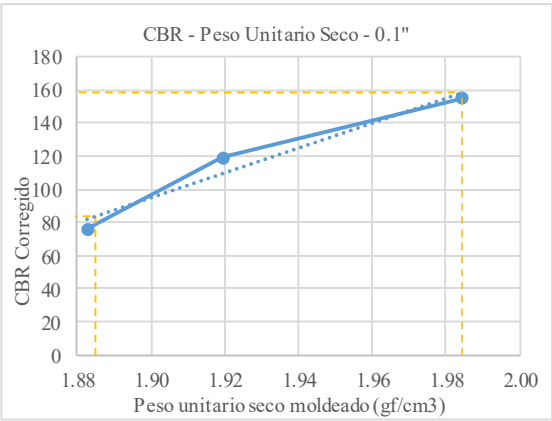
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

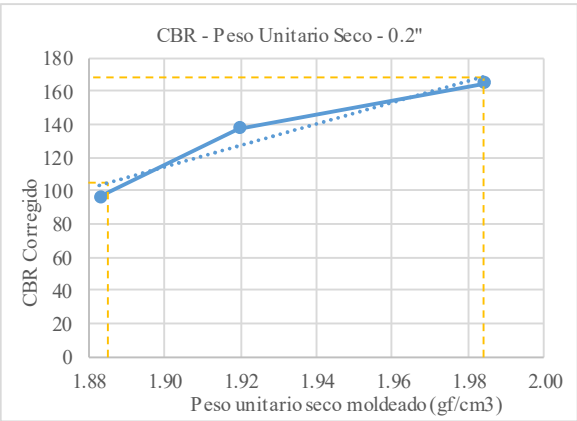



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.88 | 1.92 | 1.98 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.88 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 761.89 | 1,189.95 | 1,550.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 1,436.52 | 2,063.21 | 2,470.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 76.19 | 119.00 | 155.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 95.77 | 137.55 | 164.67 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 158.5% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 83.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 168.7% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 104.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante (7 pesas de sobrecarga) Muestra N°3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Variable | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.24 | 15.24 | 15.23 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.80 | 17.79 | 17.83 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 8,080.50 | 7,126.50 | 7,733.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.12 | 6.12 | 6.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 12,361.50 | 11,508.00 | 12,277.50 |
| | | Masa del envase | g | 375.00 | 336.50 | 340.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 840.50 | 695.00 | 630.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 794.00 | 661.50 | 603.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 9.75 | 5.37 | 5.55 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 9.53 | 5.37 | 5.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 12,453.00 | 11,581.00 | 12,386.00 |
| | | Masa del envase | g | 119.50 | 372.00 | 375.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 904.50 | 1,261.50 | 1,169.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 830.00 | 1,178.00 | 1,095.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,130.18 | 2,129.31 | 2,133.53 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,126.17 | 2,129.22 | 2,125.79 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 465.50 | 358.50 | 290.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 419.00 | 325.00 | 263.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.1 | 10.3 | 10.3 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 10.8 | |
| | | ERROR | % | -2.7 | 4.8 | 5.2 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.01 | 2.06 | 2.13 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.81 | 1.87 | 1.93 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 785.00 | 889.50 | 794.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 710.50 | 806.00 | 720.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.06 | 2.09 | 2.19 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.86 | 1.90 | 1.98 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.82 | 116.76 | 117.15 |
| | | Expansión | % | -0.19 | -0.00 | -0.36 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.60 | 116.76 | 116.72 |

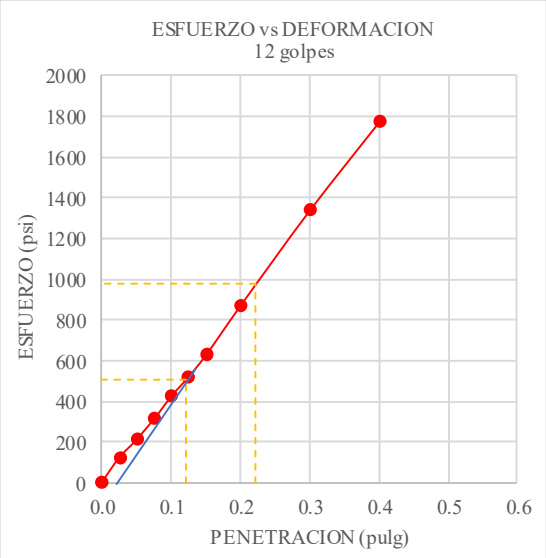
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 23 | 23 | 44 | 1.62 | 1.62 | 2.58 | 364.49 | 364.49 | 580.24 | 121.50 | 121.50 | 193.41 |
| 1.27 | 0.050 | 49 | 62 | 115 | 2.81 | 3.40 | 5.83 | 631.61 | 765.16 | 1309.67 | 210.54 | 255.05 | 436.56 |
| 1.9 | 0.075 | 78 | 140 | 218 | 4.14 | 6.97 | 10.54 | 929.54 | 1566.51 | 2367.85 | 309.85 | 522.17 | 789.28 |
| 2.54 | 0.100 | 111 | 205 | 311 | 5.64 | 9.94 | 14.79 | 1268.57 | 2234.29 | 3323.30 | 422.86 | 744.76 | 1107.77 |
| 3.17 | 0.125 | 139 | 274 | 402 | 6.92 | 13.10 | 18.95 | 1556.23 | 2943.17 | 4258.20 | 518.74 | 981.06 | 1419.40 |
| 3.81 | 0.150 | 170 | 333 | 508 | 8.34 | 15.79 | 23.79 | 1874.71 | 3549.32 | 5347.20 | 624.90 | 1183.11 | 1782.40 |
| 5.08 | 0.200 | 241 | 452 | 670 | 11.59 | 21.23 | 31.20 | 2604.14 | 4771.88 | 7011.53 | 868.05 | 1590.63 | 2337.18 |
| 7.62 | 0.300 | 378 | 685 | 830 | 17.85 | 31.89 | 38.51 | 4011.63 | 7165.64 | 8655.31 | 1337.21 | 2388.55 | 2885.10 |
| 10.16 | 0.400 | 505 | 890 | | 23.66 | 41.26 | | 5316.38 | 9271.73 | | 1772.13 | 3090.58 | |
| 12.7 | 0.500 | | | | | | | | | | | | |

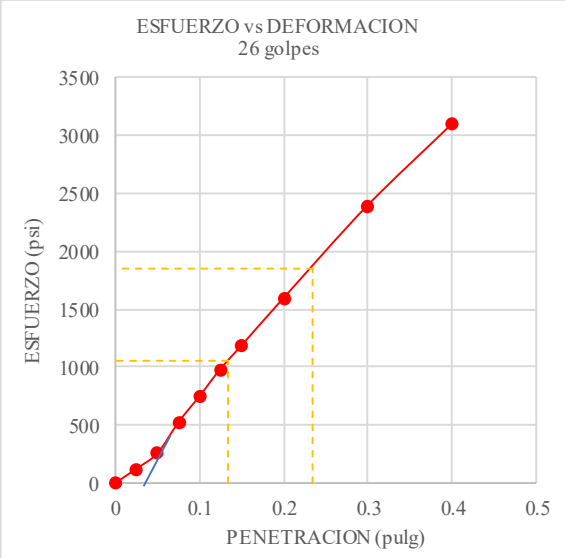


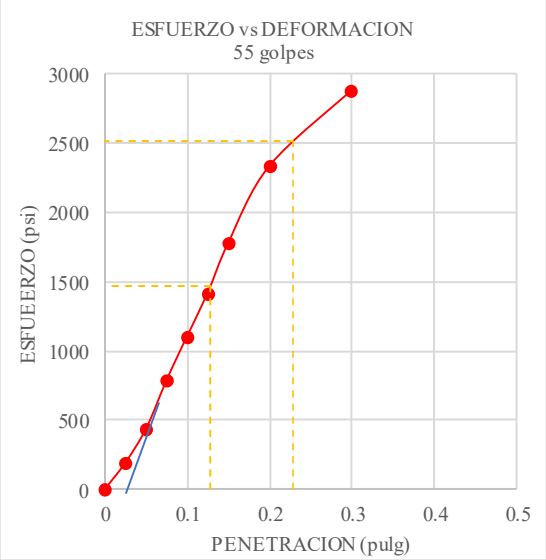
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

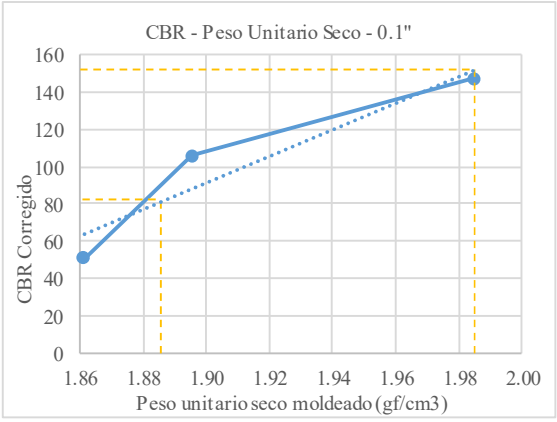
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

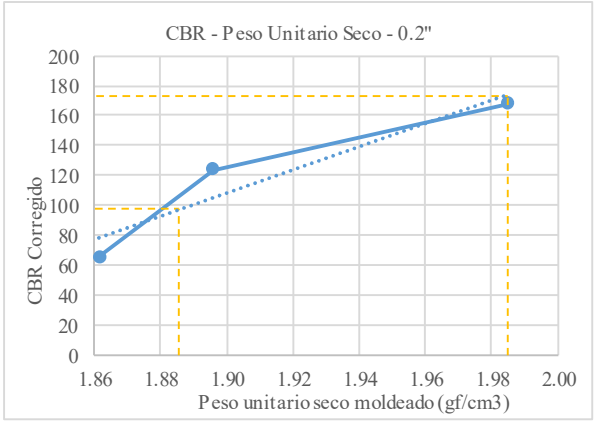



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.86 | 1.90 | 1.98 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.89 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 510.00 | 1,059.00 | 1,470.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 975.00 | 1,855.00 | 2,520.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 51.00 | 105.90 | 147.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 65.00 | 123.67 | 168.00 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 152.3% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 81.9% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 173.5% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 97.8% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 3. Ensayo de CBR para pavimento aeroportuario (7 pesas de sobrecarga)

| CBR - Subrasante (7 pesas de sobrecarga) Muestra N°1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.33 | 15.24 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.79 | 17.72 | 17.73 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,048.50 | 8,794.00 | 8,740.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.12 | 6.12 | 6.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,147.00 | 13,013.00 | 13,119.00 |
| | | Masa del envase | g | 372.50 | 374.50 | 378.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 682.50 | 711.50 | 568.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 648.50 | 677.00 | 548.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 4.70 | 4.37 | 9.99 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 4.67 | 4.28 | 10.34 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,283.50 | 13,082.50 | 13,153.00 |
| | | Masa del envase | g | 372.00 | 378.00 | 372.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 910.50 | 1,029.00 | 866.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 848.50 | 961.50 | 813.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,125.51 | 2,139.50 | 2,117.83 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,124.88 | 2,137.84 | 2,124.21 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 310.00 | 337.00 | 190.00 |
| | | Masa muestra seca | g | 276.00 | 302.50 | 170.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 12.3 | 11.4 | 11.8 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 12.0 | |
| | | ERROR | % | -2.3 | 5.5 | 2.3 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.93 | 1.97 | 2.07 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.72 | 1.77 | 1.85 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 538.50 | 651.00 | 493.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 476.50 | 583.50 | 441.00 |
| | | Contenido de humedad | % | 13.0 | 11.6 | 11.9 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.99 | 2.01 | 2.08 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.76 | 1.80 | 1.86 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.72 | 115.98 | 116.12 |
| | | Expansión | % | -0.03 | -0.08 | 0.30 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.69 | 115.89 | 116.47 |

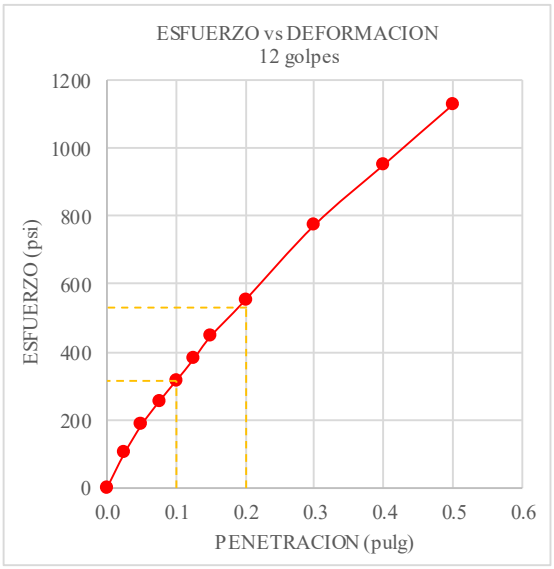
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 24 | 18 | 38 | 1.35 | 1.10 | 1.93 | 303.04 | 246.87 | 434.12 | 101.01 | 82.29 | 144.71 |
| 1.27 | 0.050 | 51 | 44 | 90 | 2.47 | 2.18 | 4.10 | 555.84 | 490.30 | 920.99 | 185.28 | 163.43 | 307.00 |
| 1.9 | 0.075 | 73 | 78 | 155 | 3.39 | 3.60 | 6.81 | 761.82 | 808.63 | 1529.57 | 253.94 | 269.54 | 509.86 |
| 2.54 | 0.100 | 93 | 118 | 223 | 4.22 | 5.26 | 9.64 | 949.07 | 1183.14 | 2166.23 | 316.36 | 394.38 | 722.08 |
| 3.17 | 0.125 | 113 | 155 | 291 | 5.06 | 6.81 | 12.47 | 1136.33 | 1529.57 | 2802.90 | 378.78 | 509.86 | 934.30 |
| 3.81 | 0.150 | 135 | 194 | 360 | 5.97 | 8.43 | 15.35 | 1342.31 | 1894.71 | 3448.93 | 447.44 | 631.57 | 1149.64 |
| 5.08 | 0.200 | 169 | 275 | 489 | 7.39 | 11.81 | 20.72 | 1660.64 | 2653.10 | 4656.73 | 553.55 | 884.37 | 1552.24 |
| 7.62 | 0.300 | 240 | 406 | 700 | 10.35 | 17.26 | 29.51 | 2325.40 | 3879.62 | 6632.27 | 775.13 | 1293.21 | 2210.76 |
| 10.16 | 0.400 | 297 | 498 | | 12.72 | 21.10 | | 2859.08 | 4740.99 | | 953.03 | 1580.33 | |
| 12.7 | 0.500 | 354 | 568 | | 15.10 | 24.01 | | 3392.75 | 5396.39 | | 1130.92 | 1798.80 | |

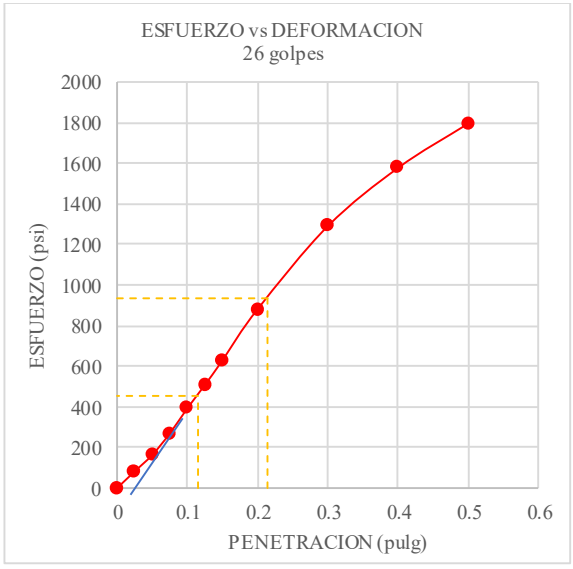


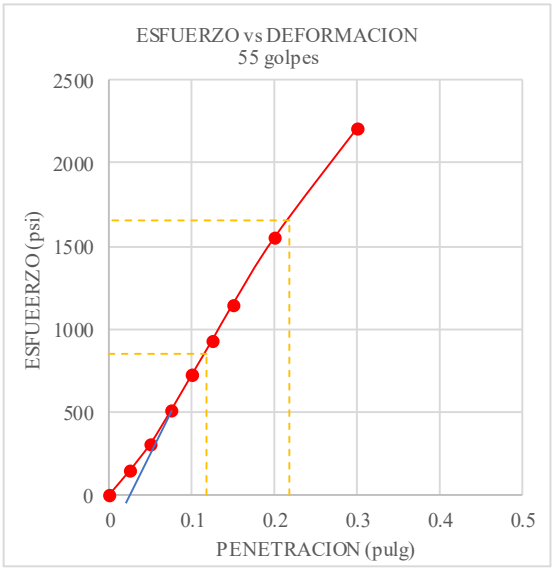
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

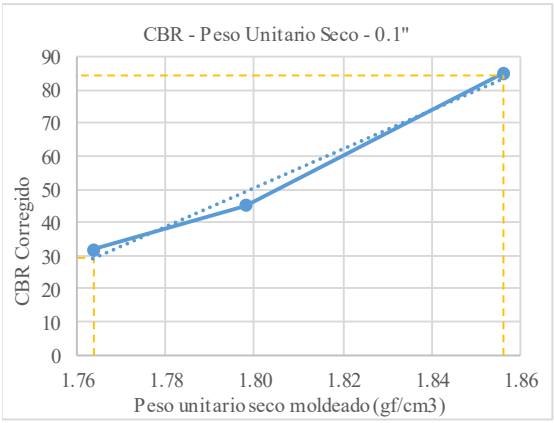
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

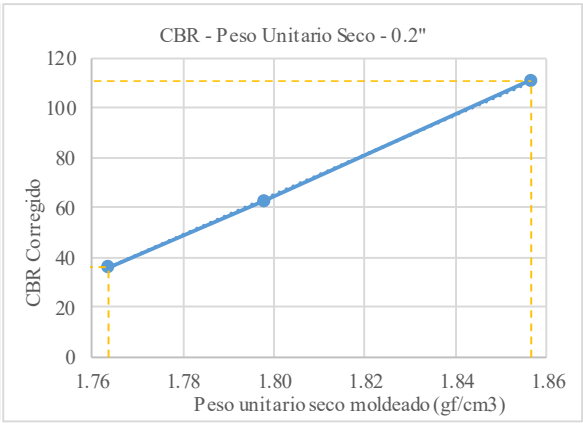



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.76 | 1.80 | 1.86 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.76 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 316.36 | 450.00 | 850.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 533.00 | 940.00 | 1,660.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 31.64 | 45.00 | 85.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 35.53 | 62.67 | 110.67 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 84.4% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 29.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 110.7% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 35.6% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante (7 pesas de sobrecarga) Muestra N°2 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.33 | 15.24 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.79 | 17.72 | 17.73 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,048.50 | 8,794.00 | 8,740.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.12 | 6.12 | 6.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,203.50 | 13,017.50 | 13,051.50 |
| | | Masa del envase | g | 375.00 | 373.00 | 370.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 762.50 | 640.00 | 725.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 722.00 | 612.00 | 689.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 8.40 | 7.43 | 7.93 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 7.84 | 7.82 | 6.91 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,275.00 | 13,124.50 | 13,093.00 |
| | | Masa del envase | g | 340.00 | 371.00 | 341.00 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 784.00 | 894.00 | 766.50 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 732.00 | 837.00 | 722.50 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,125.51 | 2,139.50 | 2,117.83 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,115.32 | 2,146.69 | 2,099.23 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 387.50 | 267.00 | 354.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 347.00 | 239.00 | 318.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.7 | 11.7 | 11.3 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 12.0 | |
| | | ERROR | % | 3.1 | 2.7 | 6.4 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.95 | 1.97 | 2.04 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.75 | 1.77 | 1.83 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 444.00 | 523.00 | 425.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 392.00 | 466.00 | 381.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 13.3 | 12.2 | 11.5 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 2.00 | 2.02 | 2.07 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.76 | 1.80 | 1.86 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.72 | 115.98 | 116.12 |
| | | Expansión | % | -0.48 | 0.34 | -0.88 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.16 | 116.37 | 115.10 |

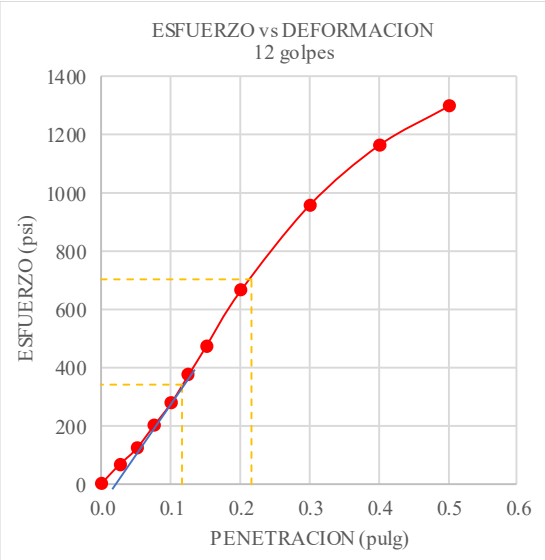
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 12 | 26 | 30 | 0.85 | 1.43 | 1.60 | 190.69 | 321.77 | 359.22 | 63.56 | 107.26 | 119.74 |
| 1.27 | 0.050 | 30 | 67 | 93 | 1.60 | 3.14 | 4.22 | 359.22 | 705.64 | 949.07 | 119.74 | 235.21 | 316.36 |
| 1.9 | 0.075 | 55 | 120 | 154 | 2.64 | 5.35 | 6.76 | 593.29 | 1201.87 | 1520.20 | 197.76 | 400.62 | 506.73 |
| 2.54 | 0.100 | 80 | 178 | 252 | 3.68 | 7.76 | 10.85 | 827.36 | 1744.91 | 2437.75 | 275.79 | 581.64 | 812.58 |
| 3.17 | 0.125 | 111 | 234 | 346 | 4.97 | 10.10 | 14.76 | 1117.60 | 2269.22 | 3317.85 | 372.53 | 756.41 | 1105.95 |
| 3.81 | 0.150 | 142 | 281 | 450 | 6.26 | 12.06 | 19.10 | 1407.85 | 2709.27 | 4291.58 | 469.28 | 903.09 | 1430.53 |
| 5.08 | 0.200 | 204 | 360 | 618 | 8.85 | 15.35 | 26.10 | 1988.34 | 3448.93 | 5864.52 | 662.78 | 1149.64 | 1954.84 |
| 7.62 | 0.300 | 299 | 489 | 822 | 12.81 | 20.72 | 34.59 | 2877.80 | 4656.73 | 7774.53 | 959.27 | 1552.24 | 2591.51 |
| 10.16 | 0.400 | 365 | 610 | | 15.56 | 25.76 | | 3495.75 | 5789.62 | | 1165.25 | 1929.87 | |
| 12.7 | 0.500 | 408 | 693 | | 17.35 | 29.22 | | 3898.34 | 6566.73 | | 1299.45 | 2188.91 | |

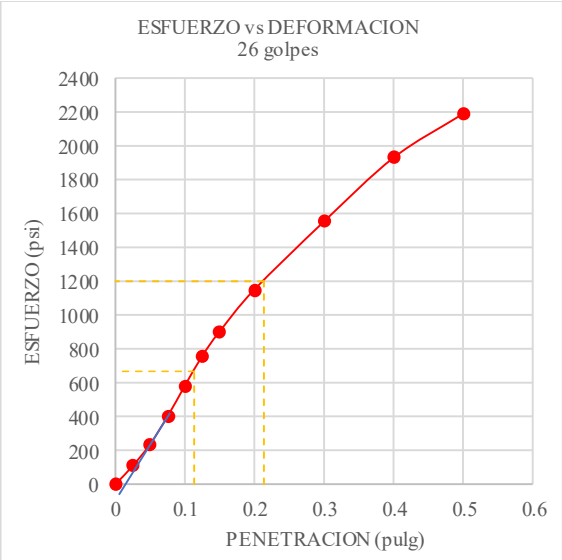


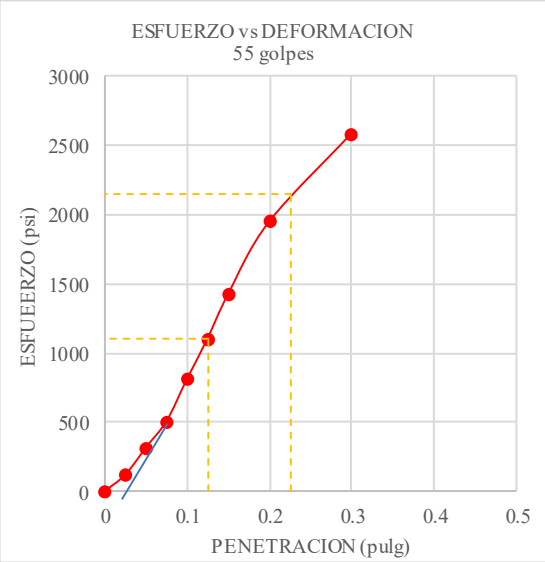
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

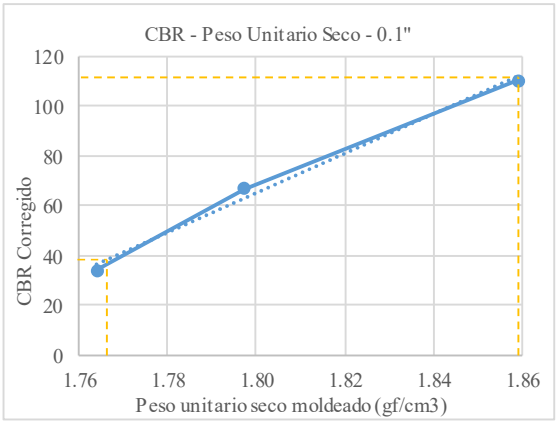
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

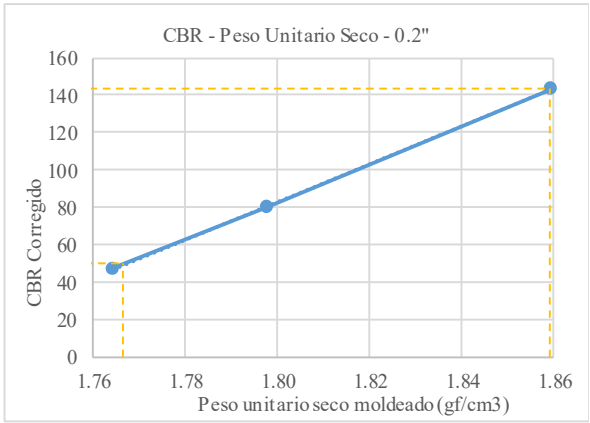



| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.76 | 1.80 | 1.86 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.77 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 342.00 | 670.00 | 1,105.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 705.00 | 1,200.00 | 2,150.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 34.20 | 67.00 | 110.50 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 47.00 | 80.00 | 143.33 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 111.3% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 38.4% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 143.3% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 49.5% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| CBR - Subrasante (7 pesas de sobrecarga) Muestra N°3 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | | | Und. | 12 Golpes | 26 Golpes | 55 Golpes |
| DATOS | Preparación de la muestra (1er día) | Área del pistón de penetración | pulg² | | 3 | |
| | | Diámetro del molde de CBR | cm | 15.23 | 15.33 | 15.24 |
| | | Altura del molde de CBR | cm | 17.79 | 17.72 | 17.73 |
| | | Peso del molde de CBR | gf | 7,048.50 | 8,794.00 | 8,740.00 |
| | | Altura del disco espaciador | cm | 6.12 | 6.12 | 6.12 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | gf | 11,156.50 | 13,012.00 | 13,075.00 |
| | | Masa del envase | g | 375.00 | 119.00 | 374.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 865.00 | 562.00 | 743.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 816.00 | 515.00 | 706.00 |
| | | Lectura de dial de deformación | mm | 5.69 | 7.85 | 4.36 |
| | Ensayo de penetración (4to día) | Lectura de dial de deformación | mm | 5.51 | 7.64 | 4.02 |
| | | Peso de la muestra + molde CBR | g | 11,243.00 | 13,128.50 | 13,119.00 |
| | | Masa del envase | g | 374.00 | 375.00 | 374.50 |
| | | Masa muestra húmeda + envase | g | 859.00 | 685.00 | 745.00 |
| | | Masa muestra seca + envase | g | 803.00 | 651.00 | 706.00 |
| RESULTADOS | Volumen del molde de CBR | Antes de sumergirlo | cm³ | 2,125.51 | 2,139.50 | 2,117.83 |
| | | Después de sumergirlo | cm³ | 2,122.24 | 2,135.62 | 2,111.63 |
| | Resultados en base al 1er día | Masa muestra húmeda | g | 490.00 | 443.00 | 368.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 441.00 | 396.00 | 331.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 11.1 | 11.9 | 11.2 |
| | | Dato teórico del COA | % | | 12.0 | |
| | | ERROR | % | 8.3 | 1.4 | 7.8 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.93 | 1.97 | 2.05 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.74 | 1.76 | 1.84 |
| | Resultados en base al 4to día | Masa muestra húmeda | g | 485.00 | 310.00 | 370.50 |
| | | Masa muestra seca | g | 429.00 | 276.00 | 331.50 |
| | | Contenido de humedad | % | 13.1 | 12.3 | 11.8 |
| | | Peso unitario húmedo de la muestra | gf/cm³ | 1.98 | 2.03 | 2.07 |
| | | Peso unitario seco de la muestra | gf/cm³ | 1.75 | 1.81 | 1.86 |
| | % Expansión | Altura inicial de la muestra | mm | 116.72 | 115.98 | 116.12 |
| | | Expansión | % | -0.15 | -0.18 | -0.29 |
| | | Altura final de la muestra | mm | 116.54 | 115.77 | 115.78 |

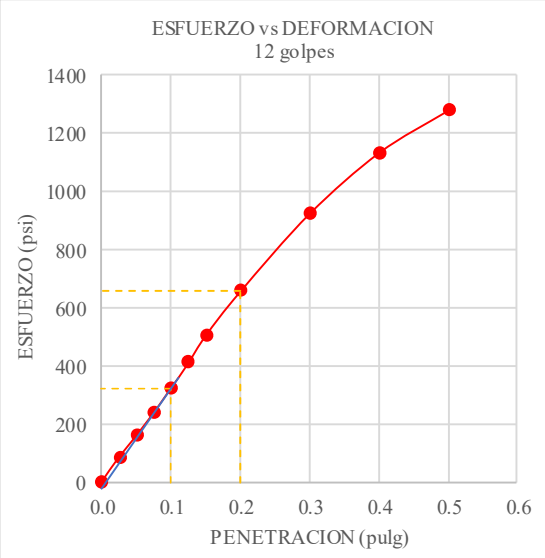
| Penetración | | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | pulg | - | - | - | KN | KN | KN | lbf | lbf | lbf | psi | psi | psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0.63 | 0.025 | 19 | 23 | 34 | 1.14 | 1.31 | 1.77 | 256.23 | 293.68 | 396.67 | 85.41 | 97.89 | 132.22 |
| 1.27 | 0.050 | 43 | 62 | 95 | 2.14 | 2.93 | 4.31 | 480.94 | 658.83 | 967.80 | 160.31 | 219.61 | 322.60 |
| 1.9 | 0.075 | 68 | 102 | 168 | 3.18 | 4.60 | 7.35 | 715.01 | 1033.34 | 1651.28 | 238.34 | 344.45 | 550.43 |
| 2.54 | 0.100 | 95 | 140 | 259 | 4.31 | 6.18 | 11.14 | 967.80 | 1389.12 | 2503.29 | 322.60 | 463.04 | 834.43 |
| 3.17 | 0.125 | 123 | 185 | 346 | 5.47 | 8.06 | 14.76 | 1229.96 | 1810.45 | 3317.85 | 409.99 | 603.48 | 1105.95 |
| 3.81 | 0.150 | 153 | 234 | 436 | 6.72 | 10.10 | 18.51 | 1510.84 | 2269.22 | 4160.50 | 503.61 | 756.41 | 1386.83 |
| 5.08 | 0.200 | 202 | 313 | 570 | 8.76 | 13.39 | 24.10 | 1969.62 | 3008.88 | 5415.11 | 656.54 | 1002.96 | 1805.04 |
| 7.62 | 0.300 | 288 | 462 | 830 | 12.35 | 19.60 | 34.93 | 2774.81 | 4403.93 | 7849.43 | 924.94 | 1467.98 | 2616.48 |
| 10.16 | 0.400 | 355 | 593 | | 15.14 | 25.05 | | 3402.12 | 5630.45 | | 1134.04 | 1876.82 | |
| 12.7 | 0.500 | 402 | 685 | | 17.10 | 28.89 | | 3842.17 | 6491.83 | | 1280.72 | 2163.94 | |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

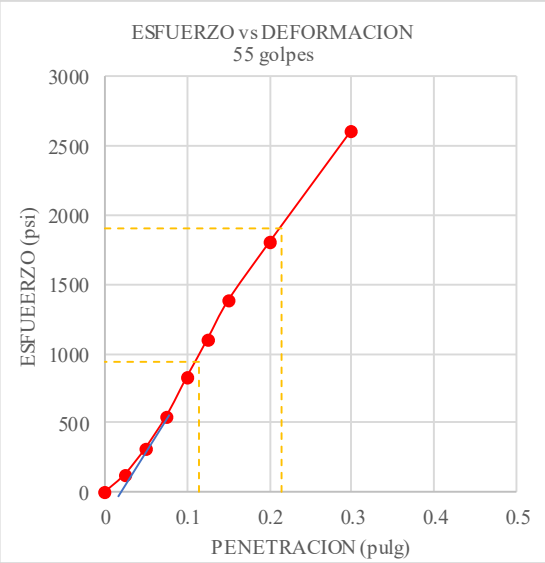
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

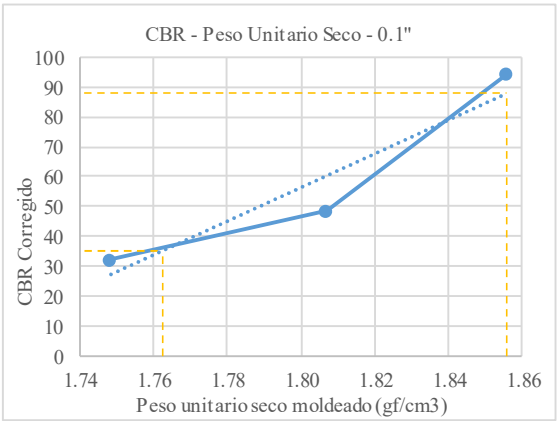


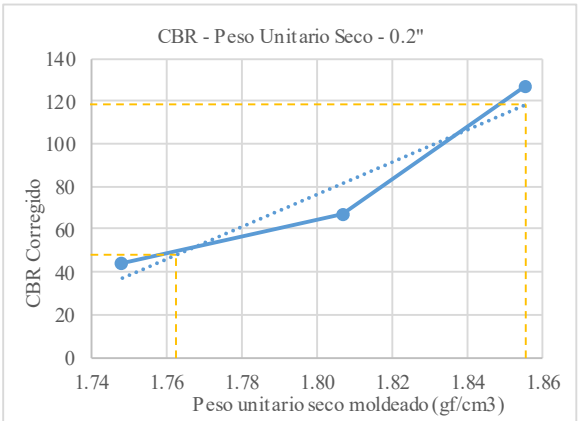







| Variable | Und. | 12 G. | 26 G. | 55 G. |
|---|---|---|---|---|
| **Peso Unitario Seco** | **gf/cm³** | 1.75 | 1.81 | 1.86 |
| **95% Maximo P.U.S.** | **gf/cm³** | | 1.76 | |
| **Esfuerzo 0.1"** | **psi** | 322.60 | 485.00 | 940.00 |
| **Esfuerzo 0.2"** | **psi** | 656.54 | 1,000.00 | 1,900.00 |
| **CBR 0.1"** | **%** | 32.26 | 48.50 | 94.00 |
| **CBR 0.2"** | **%** | 43.77 | 66.67 | 126.67 |




| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 88.0% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 35.3% |

| | |
|---|---|
| CBR para el 100% del M.P.U.S. | 118.5% |
| CBR para el 95% del M.P.U.S. | 48.4% |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 6:

# Constancia de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Universidad Católica de Santa María



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA A MARÍA

Arequipa - Perú

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

# CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

**HACE CONSTAR**
Que la Señorita Bachiller en Ingeniería Civil:

**DANIA LISSET ESPINOZA HUAQUISTO** **(COD – 2014801602)**

Ha realizado ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondiente a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

**"DETERMINACIÓN DE ESPESORES DE PAVIMENTOS FLEXIBLES VIAL Y AEROPORTUARIO CONSIDERANDO EL ANÁLISIS Y REESTRUCTURACIÓN DE PESAS DE SOBRECARGA EQUIVALENTE EN ENSAYOS CBR PARA SUBRASANTE DE SUELOS GRANULARES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"**

Los ensayos efectuados por la Bachiller fueron los siguientes:

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO PARCIAL |
|---|---|---|---|---|
| TTI-51 | Análisis Granulométrico por Tamizado | 11 | S/10.00 | S/110.00 |
| TTI-50 | Contenido de Humedad de Suelos | 6 | S/8.00 | S/48.00 |
| TTI-53 | Limite Líquido | 4 | S/9.00 | S/36.00 |
| TTI-57 | Gravedad Específica de Sólidos de Suelo Mediante el Picnómetro de Agua | 6 | S/9.00 | S/54.00 |
| TTI-06 | Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso | 16 | S/11.00 | S/176.00 |
| TTI-10 | Abrasión Los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores a 1 1/2" | 6 | S/28.00 | S/168.00 |
| TTI-07 | Peso Específico y Absorción de Agregado Fino | 6 | S/11.00 | S/66.00 |
| TTI-16 | Caras Fracturadas | 3 | S/30.00 | S/90.00 |
| TTI-15 | Particulas Chatas y Alargadas | 6 | S/20.00 | S/120.00 |
| TTI-18 | Terrones de Arcilla y Partículas Friables de Agregado Grueso | 6 | S/20.00 | S/120.00 |
| TTI-19 | Terrones de Arcilla y Partículas Friables de Agregado Fino | 6 | S/15.00 | S/90.00 |
| TTI-17 | Valor Equivalente de Arena en Agregado Fino | 9 | S/33.00 | S/297.00 |
| TTI-08 | Peso Unitario Suelto | 6 | S/6.00 | S/36.00 |
| TTI-09 | Peso Unitario Varillado | 6 | S/9.00 | S/54.00 |
| TTI-14 | Durabilidad al Sulfato de Magnesio en Agregado Grueso | 3 | S/88.00 | S/264.00 |

Cayetano Arenas N°152 - Parque Industrial - Arequipa – Perú Telf : 054 382038 anexo 1465 email: labcivil@ucsm.edu.pe



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA MARÍA

Arequipa - Perú

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
## LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TTI-63 | Proctor Modificado | 22 | S/40.00 | S/880.00 |
| TTI-67 | CBR Laboratorio | 25 | S/65.00 | S/1,625.00 |
| | | | **TOTAL:** | **S/4,234.00** |

El costo cancelado por dichos ensayos es de: S/ **1 482.00*** (Comprobante BO17-00002732)

*Según descuento opción "C" por derecho de uso de laboratorio por tesis, de acuerdo a tarifario 2019 aprobado por el Consejo de Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre **el 22/07/2019 y el 28/10/2019**

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 7 de Noviembre del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

Cayetano Arenas N°152 - Parque Industrial - Arequipa – Perú Telf : 054 382038 anexo 1465 email: labcivil@ucsm.edu.pe



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 7:

# Metrados y Análisis de Precios Unitarios



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 1. Metrados y Análisis de Precios Unitarios para pista de pavimento urbano

**METRADO DETALLADO DE PISTA PAVIMENTO URBANO TRADICIONAL**

01 **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

01.01 EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Excavación | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.50** |

01.02 CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carguío de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.03 ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eliminación de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.04 PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perfilado y compactado | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02 **PAVIMENTO**

02.01 BASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Base | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.20** |

02.02 **CARPETA ASFALTICA**

02.02.01 IMPRIMACION ASFALTICA

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imprimación asfáltica | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02.02.02 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pavimento de concreto asfaltico | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.09** |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## METRADO DETALLADO DE PISTA PAVIMENTO URBANO REDISEÑADO

01 **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

01.01 EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Excavación | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.50** |

01.02 CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carguío de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.03 ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eliminación de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.04 PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Perfilado y compactado | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02 **PAVIMENTO**

02.01 BASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Base | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.20** |

02.02 **CARPETA ASFALTICA**

02.02.01 IMPRIMACION ASFALTICA

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Imprimación asfáltica | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02.02.02 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Pavimento de concreto asfaltico | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.08 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.08** |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis de precios unitarios para pista pavimento urbano

| | | | |
|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063 | MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | |
| Subpresupuesto | 001 | PAVIMENTO FLEXIBLE | Fecha presupuesto 05/11/2019 |

Partida **01.01** **EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **570.0000** EQ. **570.0000** Costo unitario directo por : m³ **5.04**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 0.2000 | 0.0028 | 32.20 | 0.09 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.2000 | 0.0028 | 19.58 | 0.05 |
| 0147010004 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0281 | 17.67 | 0.50 |
| | | | | | | **0.64** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.64 | 0.03 |
| 910314030208 | TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 190-240 HP | hm | 1.0000 | 0.0140 | 310.80 | 4.36 |
| | | | | | | **4.39** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011

Partida **01.02** **CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **840.0000** EQ. **840.0000** Costo unitario directo por : m³ **2.28**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.5000 | 0.0048 | 19.58 | 0.09 |
| | | | | | | **0.09** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS 200-250 HP | hm | 1.0000 | 0.0095 | 229.10 | 2.18 |
| | | | | | | **2.18** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011

Partida **01.03** **ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **195.0000** EQ. **195.0000** Costo unitario directo por : m³ **6.12**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.2000 | 0.0082 | 19.58 | 0.16 |
| | | | | | | **0.16** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.16 | 0.01 |
| 910314030604 | CAMION VOLQUETE 15 m3 | hm | 1.0000 | 0.0410 | 145.00 | 5.95 |
| | | | | | | **5.96** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Partida **01.04** **PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE**

Rendimiento **m²/DIA** **MO.** **2,860.0000** EQ. **2,860.0000** Costo unitario directo por : m² **3.65**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0028 | 32.20 | 0.09 |
| 0147010004 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0112 | 17.67 | 0.20 |
| | | | | | | **0.29** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110101 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1042 | 22.79 | 2.38 |
| | | | | | | **2.38** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.29 | 0.01 |
| 910314030602 | MOTONIVELADORA 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0028 | 200.88 | 0.56 |
| 910314030305 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 tn | hm | 1.0000 | 0.0028 | 146.08 | 0.41 |
| | | | | | | **0.98** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011

*Considerando 50 cm de espesor de capa

Partida **02.01** **BASE GRANULAR**

Rendimiento **m³/DIA** **MO.** **371.0000** EQ. **371.0000** Costo unitario directo por : m³ **70.68**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0216 | 32.20 | 0.69 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 1.0000 | 0.0216 | 19.58 | 0.42 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1294 | 17.67 | 2.29 |
| | | | | | | **3.40** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110101 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1480 | 22.79 | 3.37 |
| 910309010102 | MATERIAL BASE | m3 | | 1.2500 | 45.00 | 56.25 |
| | | | | | | **59.62** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 3.40 | 0.17 |
| 910314030602 | MOTONIVELADORA 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0216 | 200.88 | 4.33 |
| 910314030305 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 tn | hm | 1.0000 | 0.0216 | 146.08 | 3.15 |
| | | | | | | **7.65** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Partida **02.02.01** **IMPRIMACION ASFALTICA**

Rendimiento **m²/DIA** **MO. 4,500.0000** EQ. **4,500.0000** Costo unitario directo por : m² **3.26**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0018 | 32.20 | 0.06 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 1.0000 | 0.0018 | 19.58 | 0.03 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.0107 | 17.67 | 0.19 |
| | | | | | | **0.28** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110107 | ASFALTO LIQUIDO MC-30 | l | | 1.5000 | 1.50 | 2.25 |
| | | | | | | **2.25** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.28 | 0.01 |
| 910314030101 | COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM | hm | 1.0000 | 0.0018 | 115.91 | 0.21 |
| 910314030206 | MINICARGADOR 70 HP | hm | 1.0000 | 0.0018 | 102.81 | 0.18 |
| 910314030803 | CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0018 | 181.55 | 0.32 |
| | | | | | | **0.73** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018

Partida **02.02.02** **PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **246.0000** EQ. **246.0000** Costo unitario directo por : m³ **1,129.91**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0325 | 32.20 | 1.05 |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0325 | 24.77 | 0.81 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1951 | 17.67 | 3.45 |
| | | | | | | **5.30** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910301100670 | MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE | m3 | | 1.3000 | 850.00 | 1,105.00 |
| | | | | | | **1,105.00** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 5.30 | 0.26 |
| 910314030702 | PAVIMENTADORA SOBRE LLANTAS 69 HP 10-16' | hm | 1.0000 | 0.0325 | 182.06 | 5.92 |
| 910314030307 | RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN | hm | 1.0000 | 0.0325 | 166.14 | 5.40 |
| 910314030309 | RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 TN | hm | 1.0000 | 0.0325 | 246.71 | 8.02 |
| | | | | | | **19.61** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 2. Metrados y Análisis de Precios Unitarios para pista de pavimento rural

**METRADO DETALLADO DE PISTA PAVIMENTO RURAL TRADICIONAL**

01 **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

01.01 EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Excavación | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.50** |

01.02 CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carguío de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.03 ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eliminación de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.04 PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Perfilado y compactado | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02 **PAVIMENTO**

02.01 SUBBASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Subbase | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.15** |

02.02 BASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Base | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.15** |

02.03 **CARPETA ASFALTICA**

02.03.01 IMPRIMACION ASFALTICA

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Imprimación asfáltica | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02.03.02 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | | | |
| Pavimento de concreto asfaltico | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.16** |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## METRADO DETALLADO DE PISTA PAVIMENTO RURAL REDISEÑADO

01 **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

01.01 EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m³ | | |
| Excavación | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.50** |

01.02 CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carguío de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.03 ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eliminación de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.04 PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m² | | |
| Perfilado y compactado | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02 **PAVIMENTO**

02.01 SUBBASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m³ | | |
| Subbase | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.15** |

02.02 BASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m³ | | |
| Base | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.15** |

02.03 **CARPETA ASFALTICA**

02.03.01 IMPRIMACION ASFALTICA

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m² | | |
| Imprimación asfáltica | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02.03.02 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m³ | | |
| Pavimento de concreto asfaltico | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.14** |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis de precios unitarios para pista pavimento rural

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063 | MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | | | |
| Subpresupuesto | 001 | PAVIMENTO FLEXIBLE | | Fecha presupuesto | 05/11/2019 |

Partida **01.01** **EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **570.0000** EQ. **570.0000** Costo unitario directo por : m³ **5.04**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 0.2000 | 0.0028 | 32.20 | 0.09 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.2000 | 0.0028 | 19.58 | 0.05 |
| 0147010004 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0281 | 17.67 | 0.50 |
| | | | | | | **0.64** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.64 | 0.03 |
| 910314030208 | TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 190-240 HP | hm | 1.0000 | 0.0140 | 310.80 | 4.36 |
| | | | | | | **4.39** |

*Fuente rendimiento: Ibañez, 2011

Partida **01.02** **CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **840.0000** EQ. **840.0000** Costo unitario directo por : m³ **2.28**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.5000 | 0.0048 | 19.58 | 0.09 |
| | | | | | | **0.09** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS 200-250 HP | hm | 1.0000 | 0.0095 | 229.10 | 2.18 |
| | | | | | | **2.18** |

*Fuente rendimiento: Ibañez, 2011

Partida **01.03** **ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **195.0000** EQ. **195.0000** Costo unitario directo por : m³ **6.12**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.2000 | 0.0082 | 19.58 | 0.16 |
| | | | | | | **0.16** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.16 | 0.01 |
| 910314030604 | CAMION VOLQUETE 15 m3 | hm | 1.0000 | 0.0410 | 145.00 | 5.95 |
| | | | | | | **5.96** |

*Fuente rendimiento: Ibañez, 2011



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Partida | 01.04 | PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rendimiento | m²/DIA | MO. 2,860.0000 | EQ. 2,860.0000 | | Costo unitario directo por : m² | 3.65 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0028 | 32.20 | 0.09 |
| 0147010004 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0112 | 17.67 | 0.20 |
| | | | | | | **0.29** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110101 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1042 | 22.79 | 2.38 |
| | | | | | | **2.38** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.29 | 0.01 |
| 910314030602 | MOTONIVELADORA 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0028 | 200.88 | 0.56 |
| 910314030305 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 tn | hm | 1.0000 | 0.0028 | 146.08 | 0.41 |
| | | | | | | **0.98** |

*Fuente rendimiento: Ibañez, 2011

*Considerando 50 cm de espesor de capa

| Partida | 02.01 | SUBBASE GRANULAR | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rendimiento | m³/DIA | MO. 428.0000 | EQ. 428.0000 | | Costo unitario directo por : m³ | 56.90 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0187 | 32.20 | 0.60 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 1.0000 | 0.0187 | 19.58 | 0.37 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1121 | 17.67 | 1.98 |
| | | | | | | **2.95** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110101 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1564 | 22.79 | 3.56 |
| 910309010103 | MATERIAL SUBBASE | m3 | | 1.2500 | 35.00 | 43.75 |
| | | | | | | **47.31** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 2.95 | 0.15 |
| 910314030602 | MOTONIVELADORA 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0187 | 200.88 | 3.75 |
| 910314030305 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 tn | hm | 1.0000 | 0.0187 | 146.08 | 2.73 |
| | | | | | | **6.63** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Partida **02.02** **BASE GRANULAR**

Rendimiento **m³/DIA** **MO. 371.0000** EQ. **371.0000** Costo unitario directo por : m³ **70.68**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0216 | 32.20 | 0.69 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 1.0000 | 0.0216 | 19.58 | 0.42 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1294 | 17.67 | 2.29 |
| | | | | | | **3.40** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110101 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1480 | 22.79 | 3.37 |
| 910309010102 | MATERIAL BASE | m3 | | 1.2500 | 45.00 | 56.25 |
| | | | | | | **59.62** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 3.40 | 0.17 |
| 910314030602 | MOTONIVELADORA 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0216 | 200.88 | 4.33 |
| 910314030305 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 tn | hm | 1.0000 | 0.0216 | 146.08 | 3.15 |
| | | | | | | **7.65** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018

Partida **02.03.01** **IMPRIMACION ASFALTICA**

Rendimiento **m²/DIA** **MO. 4,500.0000** EQ. **4,500.0000** Costo unitario directo por : m² **3.26**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0018 | 32.20 | 0.06 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 1.0000 | 0.0018 | 19.58 | 0.03 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.0107 | 17.67 | 0.19 |
| | | | | | | **0.28** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110107 | ASFALTO LIQUIDO MC-30 | l | | 1.5000 | 1.50 | 2.25 |
| | | | | | | **2.25** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.28 | 0.01 |
| 910314030101 | COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM | hm | 1.0000 | 0.0018 | 115.91 | 0.21 |
| 910314030206 | MINICARGADOR 70 HP | hm | 1.0000 | 0.0018 | 102.81 | 0.18 |
| 910314030803 | CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0018 | 181.55 | 0.32 |
| | | | | | | **0.73** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Partida | **02.03.02** | **PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rendimiento | **m³/DIA** | MO. **246.0000** | EQ. **246.0000** | | Costo unitario directo por : m³ | **1,129.91** |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0325 | 32.20 | 1.05 |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0325 | 24.77 | 0.81 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1951 | 17.67 | 3.45 |
| | | | | | | **5.30** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910301100670 | MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE | m3 | | 1.3000 | 850.00 | 1,105.00 |
| | | | | | | **1,105.00** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 5.30 | 0.26 |
| 910314030702 | PAVIMENTADORA SOBRE LLANTAS 69 HP 10-16' | hm | 1.0000 | 0.0325 | 182.06 | 5.92 |
| 910314030307 | RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN | hm | 1.0000 | 0.0325 | 166.14 | 5.40 |
| 910314030309 | RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 TN | hm | 1.0000 | 0.0325 | 246.71 | 8.02 |
| | | | | | | **19.61** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## 3. Metrados y Análisis de Precios Unitarios para pista de pavimento aeroportuario

**METRADO DETALLADO DE PISTA PAVIMENTO AEROPORTUARIO TRADICIONAL**

01 **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

01.01 EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Excavación | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.50** |

01.02 CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carguío de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.03 ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eliminación de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.04 PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perfilado y compactado | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02 **PAVIMENTO**

02.01 BASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Base | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.25** |

02.02 **CARPETA ASFALTICA**

02.02.01 IMPRIMACION ASFALTICA

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Área m² | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imprimación asfáltica | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02.02.02 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) Largo | Ancho | Alto | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pavimento de concreto asfaltico | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.15** |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## METRADO DETALLADO DE PISTA PAVIMENTO AEROPORTUARIO REDISEÑADO

01 **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

01.01 EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m³ | | |
| Excavación | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.50** |

01.02 CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Carguío de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.03 ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)

| Descripción | Und. | Cantidad | Factor de esponjamiento | Volumen m³ | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eliminación de material | m³ | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.60 | 0.60 |
| | | | | | SUMA (m³) | **0.60** |

01.04 PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m² | | |
| Perfilado y compactado | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02 **PAVIMENTO**

02.01 BASE GRANULAR

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m³ | | |
| Base | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.20** |

02.02 **CARPETA ASFALTICA**

02.02.01 IMPRIMACION ASFALTICA

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Área | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m² | | |
| Imprimación asfáltica | m² | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | | | | | | | SUMA (m²) | **1.00** |

02.02.02 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE

| Descripción | Und. | Cantidad | Dimensión (m) | | | Volumen | Parcial | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Largo | Ancho | Alto | m³ | | |
| Pavimento de concreto asfaltico | m³ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| | | | | | | | SUMA (m³) | **0.13** |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

## Análisis de precios unitarios para pista del pavimento aeroportuario

| | | | |
|---|---|---|---|
| Presupuesto | 0102063 | MEJORAMIENTO DE ESPESORES DE PAVIMENTO | |
| Subpresupuesto | 001 | PAVIMENTO FLEXIBLE | Fecha presupuesto 05/11/2019 |

Partida **01.01** **EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **570.0000** EQ. **570.0000** Costo unitario directo por : m³ **5.04**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 0.2000 | 0.0028 | 32.20 | 0.09 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.2000 | 0.0028 | 19.58 | 0.05 |
| 0147010004 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0281 | 17.67 | 0.50 |
| | | | | | | **0.64** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.64 | 0.03 |
| 910314030208 | TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 190-240 HP | hm | 1.0000 | 0.0140 | 310.80 | 4.36 |
| | | | | | | **4.39** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011

Partida **01.02** **CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE PROCEDENTE DE LA EXCAVACION**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **840.0000** EQ. **840.0000** Costo unitario directo por : m³ **2.28**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.5000 | 0.0048 | 19.58 | 0.09 |
| | | | | | | **0.09** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | CARGADOR FRONTAL SOBRE LLANTAS 200-250 HP | hm | 1.0000 | 0.0095 | 229.10 | 2.18 |
| | | | | | | **2.18** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011

Partida **01.03** **ELIMINACION DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACION (DM= 5 km)**

Rendimiento **m³/DIA** MO. **195.0000** EQ. **195.0000** Costo unitario directo por : m³ **6.12**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 0.2000 | 0.0082 | 19.58 | 0.16 |
| | | | | | | **0.16** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.16 | 0.01 |
| 910314030604 | CAMION VOLQUETE 15 m3 | hm | 1.0000 | 0.0410 | 145.00 | 5.95 |
| | | | | | | **5.96** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Partida **01.04** **PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE**

Rendimiento **m²/DIA** **MO. 2,860.0000** EQ. **2,860.0000** Costo unitario directo por : m² **3.80**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0028 | 32.20 | 0.09 |
| 0147010004 | PEON | hh | 4.0000 | 0.0112 | 17.67 | 0.20 |
| | | | | | | **0.29** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110101 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1110 | 22.79 | 2.53 |
| | | | | | | **2.53** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.29 | 0.01 |
| 910314030602 | MOTONIVELADORA 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0028 | 200.88 | 0.56 |
| 910314030305 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 tn | hm | 1.0000 | 0.0028 | 146.08 | 0.41 |
| | | | | | | **0.98** |

*Fuente rendimiento: Ibáñez, 2011

*Considerando 50 cm de espesor de capa

Partida **02.01** **BASE GRANULAR**

Rendimiento **m³/DIA** **MO. 371.0000** EQ. **371.0000** Costo unitario directo por : m³ **70.68**

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0216 | 32.20 | 0.69 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 1.0000 | 0.0216 | 19.58 | 0.42 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1294 | 17.67 | 2.29 |
| | | | | | | **3.40** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110101 | AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1480 | 22.79 | 3.37 |
| 910309010102 | MATERIAL BASE | m3 | | 1.2500 | 45.00 | 56.25 |
| | | | | | | **59.62** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 3.40 | 0.17 |
| 910314030602 | MOTONIVELADORA 125 HP | hm | 1.0000 | 0.0216 | 200.88 | 4.33 |
| 910314030305 | RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7-9 tn | hm | 1.0000 | 0.0216 | 146.08 | 3.15 |
| | | | | | | **7.65** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| Partida | 02.02.01 | | IMPRIMACION ASFALTICA | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rendimiento | m²/DIA | MO. | 4,500.0000 | EQ. | 4,500.0000 | Costo unitario directo por : m² | 3.26 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0018 | 32.20 | 0.06 |
| 0147010005 | CONTROLADOR | hh | 1.0000 | 0.0018 | 19.58 | 0.03 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.0107 | 17.67 | 0.19 |
| | | | | | | **0.28** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910304110107 | ASFALTO LIQUIDO MC-30 | l | | 1.5000 | 1.50 | 2.25 |
| | | | | | | **2.25** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 0.28 | 0.01 |
| 910314030101 | COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM | hm | 1.0000 | 0.0018 | 115.91 | 0.21 |
| 910314030206 | MINICARGADOR 70 HP | hm | 1.0000 | 0.0018 | 102.81 | 0.18 |
| 910314030803 | CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0018 | 181.55 | 0.32 |
| | | | | | | **0.73** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018

| Partida | 02.02.02 | | PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rendimiento | m³/DIA | MO. | 246.0000 | EQ. | 246.0000 | Costo unitario directo por : m³ | 1,129.91 |

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Mano de Obra** | | | | | |
| 0147010001 | CAPATAZ | hh | 1.0000 | 0.0325 | 32.20 | 1.05 |
| 0147010002 | OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0325 | 24.77 | 0.81 |
| 0147010004 | PEON | hh | 6.0000 | 0.1951 | 17.67 | 3.45 |
| | | | | | | **5.30** |
| | **Materiales** | | | | | |
| 910301100670 | MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE | m3 | | 1.3000 | 850.00 | 1,105.00 |
| | | | | | | **1,105.00** |
| | **Equipos** | | | | | |
| 0337010001 | HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 5.0000 | 5.30 | 0.26 |
| 910314030702 | PAVIMENTADORA SOBRE LLANTAS 69 HP 10-16' | hm | 1.0000 | 0.0325 | 182.06 | 5.92 |
| 910314030307 | RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TN | hm | 1.0000 | 0.0325 | 166.14 | 5.40 |
| 910314030309 | RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 111-130 HP 9-11 TN | hm | 1.0000 | 0.0325 | 246.71 | 8.02 |
| | | | | | | **19.61** |

*Fuente rendimiento: HOB CONSULTORES S.A., 2018



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

**Sustento de la Distancia Media de la partida Eliminación de Material Procedente de la Excavación (Ibáñez, 2011)**

Distancia Media = d
Velocidades promedio = 30- 40 Km/h

| | | |
|---|---|---|
| 1) Tiempo de carga (con un cargador frontal) | 2.61 | min. |
| 2) Tiempo de descarga | 2 | min. |
| 3) Tiempo de recorrido cargado (60d/30) | 2d | min. |
| 4) Tiempo de recorrido descargado (60d/40) | 1.5d | min. |
| Ciclo | [(4.61)+3.5d] | min. |

Tiempo útil = 8h/día * 60 min/h * 0.90 = 432 min/día

N° de viajes = $\frac{432\ min/dia}{ciclo}$

Volumen transportado = $\frac{432\frac{min}{dia}x\ 10^{3}}{[(4.61)+3.5d]\ min}$

Para una distancia media de 5 Km

Volumen transportado = $\frac{432\frac{min}{dia}x\ 10^{3}}{[(4.61)+3.5*5]\ min} = 195\ m^3/dia$

**Rendimiento en m³ = 195 m³/día**



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 8:

# Resultados del diseño de pavimentos aeroportuarios usando el Programa FAARFIELD v 1.42



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# FAARFIELD

**FAARFIELD v 1.42 - Airport Pavement Design**

Section DTradicional in Job 01.

Working directory is C:\Users\Satellite\Documents\FAARFIELD\

The structure is New Flexible. Asphalt CDF was not computed.

Design Life = 20 years.

A design for this section was completed on 11/05/19 at 12:46:18.

**Pavement Structure Information by Layer, Top First**

| No. | Type | Thickness mm | Modulus MPa | Poisson's Ratio | Strength R,MPa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P-401/ P-403 HMA Surface | 150.0 | 1,378.95 | 0.35 | 0.00 |
| 2 | P-209 Cr Ag | 214.7 | 554.74 | 0.35 | 0.00 |
| 3 | Subgrade | 0.0 | 236.83 | 0.35 | 0.00 |

**Total thickness to the top of the subgrade = 364.7 mm**

**Airplane Information**

| No. | Name | Gross Wt. tonnes | Annual Departures | % Annual Growth |
|---|---|---|---|---|
| 1 | A319-100 std | 64.400 | 198 | 2.00 |
| 2 | A320-200 Twin std | 73.900 | 7,310 | 2.00 |
| 3 | B737-500 | 60.781 | 517 | 2.00 |
| 4 | B737-300 | 63.503 | 4 | 2.00 |
| 5 | B737-400 | 68.266 | 1,120 | 2.00 |

**Additional Airplane Information**

Subgrade CDF

| No. | Name | CDF Contribution | CDF Max for Airplane | P/C Ratio |
|---|---|---|---|---|
| 1 | A319-100 std | 0.00 | 0.00 | 1.74 |
| 2 | A320-200 Twin std | 0.98 | 0.98 | 1.74 |
| 3 | B737-500 | 0.00 | 0.00 | 1.72 |
| 4 | B737-300 | 0.00 | 0.00 | 1.71 |
| 5 | B737-400 | 0.02 | 0.03 | 1.66 |

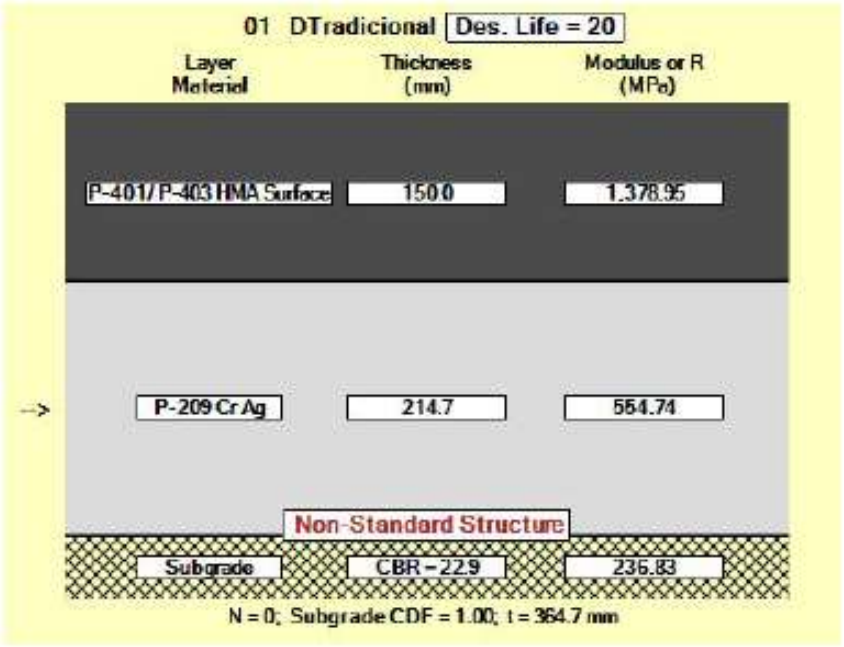
**User is responsible for checking frost protection requirements.**



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# FAARFIELD

**FAARFIELD v 1.42 - Airport Pavement Design**

Section DRediseñado in Job 01.

Working directory is C:\Users\Satellite\Documents\FAARFIELD\

The structure is New Flexible. Asphalt CDF was not computed.

Design Life = 20 years.

A design for this section was completed on 11/05/19 at 12:48:14.

**Pavement Structure Information by Layer, Top First**

| No. | Type | Thickness mm | Modulus MPa | Poisson's Ratio | Strength R,MPa |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | P-401/ P-403 HMA Surface | 125.0 | 1,378.95 | 0.35 | 0.00 |
| 2 | P-209 Cr Ag | 171.5 | 665.18 | 0.35 | 0.00 |
| 3 | Subgrade | 0.0 | 344.39 | 0.35 | 0.00 |

**Total thickness to the top of the subgrade = 296.5 mm**

**Airplane Information**

| No. | Name | Gross Wt. tonnes | Annual Departures | % Annual Growth |
|---|---|---|---|---|
| 1 | A319-100 std | 64.400 | 198 | 2.00 |
| 2 | A320-200 Twin std | 73.900 | 7,310 | 2.00 |
| 3 | B737-500 | 60.781 | 517 | 2.00 |
| 4 | B737-300 | 63.503 | 4 | 2.00 |
| 5 | B737-400 | 68.266 | 1,120 | 2.00 |

**Additional Airplane Information**

Subgrade CDF

| No. | Name | CDF Contribution | CDF Max for Airplane | P/C Ratio |
|---|---|---|---|---|
| 1 | A319-100 std | 0.00 | 0.00 | 1.92 |
| 2 | A320-200 Twin std | 0.99 | 0.99 | 1.93 |
| 3 | B737-500 | 0.00 | 0.00 | 1.91 |
| 4 | B737-300 | 0.00 | 0.00 | 1.90 |
| 5 | B737-400 | 0.01 | 0.02 | 1.83 |

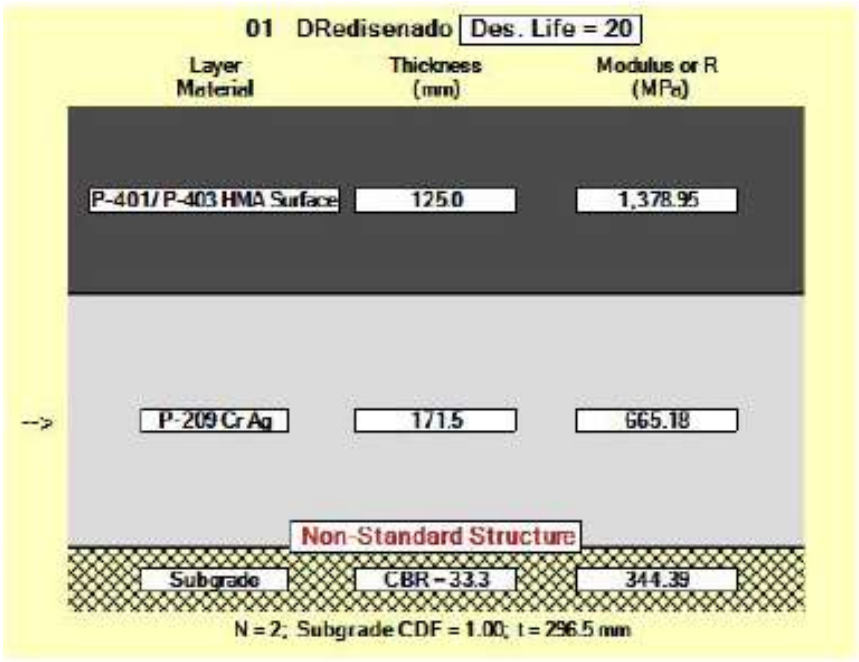
**User is responsible for checking frost protection requirements.**



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA






Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 9:

# Conteo de vehículos para el diseño de pavimento urbano



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

## ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|---|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Av. Cayma |
| UBICACIÓN | Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa |

| DIA Y FECHA | 07 | 08 | 19 |
|---|---|---|---|

| Hora | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | | Trailer | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | E | 115 | 8 | 5 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 86 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | E | 84 | 6 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 79 | 6 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | E | 63 | 10 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 54 | 6 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | E | 45 | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 57 | 4 | 2 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | E | 68 | 6 | 5 | 16 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 95 | 21 | 2 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | E | 115 | 13 | 6 | 25 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 117 | 20 | 9 | 27 | 9 | 2 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | E | 188 | 22 | 11 | 40 | 16 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 361 | 42 | 7 | 73 | 39 | 5 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | E | 222 | 18 | 13 | 53 | 36 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 480 | 55 | 9 | 78 | 52 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08-09 | E | 301 | 60 | 15 | 55 | 36 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 505 | 67 | 27 | 60 | 36 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09-10 | E | 413 | 81 | 27 | 64 | 60 | 2 | 0 | 0 | 14 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 667 | 110 | 27 | 75 | 50 | 0 | 0 | 0 | 16 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11 | E | 419 | 81 | 31 | 56 | 43 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 641 | 133 | 28 | 51 | 52 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12 | E | 481 | 84 | 35 | 60 | 52 | 0 | 0 | 0 | 13 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 633 | 127 | 34 | 54 | 33 | 0 | 2 | 0 | 15 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13 | E | 508 | 97 | 33 | 54 | 35 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 594 | 104 | 27 | 61 | 46 | 2 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14 | E | 479 | 127 | 47 | 51 | 41 | 4 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 563 | 83 | 33 | 59 | 35 | 3 | 0 | 0 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15 | E | 380 | 105 | 22 | 58 | 42 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 506 | 82 | 31 | 53 | 31 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16 | E | 450 | 92 | 33 | 88 | 33 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 585 | 105 | 17 | 76 | 56 | 0 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17 | E | 517 | 108 | 13 | 53 | 30 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 417 | 94 | 16 | 39 | 31 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18 | E | 447 | 146 | 36 | 55 | 50 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 551 | 128 | 33 | 72 | 46 | 0 | 0 | 0 | 11 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19 | E | 370 | 76 | 21 | 58 | 39 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 417 | 60 | 17 | 29 | 41 | 3 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-20 | E | 387 | 95 | 37 | 37 | 46 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 464 | 74 | 19 | 56 | 25 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | E | 399 | 74 | 16 | 50 | 33 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 460 | 56 | 19 | 43 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | E | 410 | 77 | 19 | 31 | 18 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 377 | 52 | 7 | 19 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | E | 351 | 46 | 15 | 32 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 313 | 20 | 8 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | E | 196 | 29 | 9 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 180 | 19 | 2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | E | 7408 | 1463 | 456 | 970 | 624 | 10 | 0 | 0 | 138 | 31 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 9202 | 1475 | 374 | 982 | 613 | 15 | 2 | 0 | 138 | 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|---|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Av. Cayma |
| UBICACIÓN | Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa |

DIA Y FECHA: 08 / 08 / 19

| Hora | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | | Trailer | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | E | 112 | 7 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 84 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | E | 82 | 5 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 77 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | E | 61 | 9 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 52 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | E | 44 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 55 | 3 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | E | 66 | 5 | 4 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 93 | 20 | 1 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | E | 112 | 12 | 5 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 114 | 19 | 8 | 26 | 8 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | E | 184 | 21 | 10 | 39 | 15 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 353 | 41 | 6 | 71 | 38 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | E | 217 | 17 | 12 | 51 | 35 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 469 | 53 | 8 | 76 | 50 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08-09 | E | 294 | 58 | 14 | 53 | 35 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 494 | 65 | 26 | 58 | 35 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09-10 | E | 404 | 79 | 26 | 62 | 58 | 1 | 0 | 0 | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 652 | 107 | 26 | 73 | 48 | 0 | 0 | 0 | 15 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11 | E | 410 | 79 | 30 | 54 | 42 | 0 | 0 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 627 | 130 | 27 | 49 | 50 | 0 | 0 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12 | E | 470 | 82 | 34 | 58 | 50 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 619 | 124 | 33 | 52 | 32 | 0 | 1 | 0 | 14 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13 | E | 497 | 94 | 32 | 52 | 34 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 581 | 101 | 26 | 59 | 45 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14 | E | 468 | 124 | 46 | 49 | 40 | 3 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 551 | 81 | 32 | 57 | 34 | 2 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15 | E | 372 | 102 | 21 | 56 | 41 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 495 | 80 | 30 | 51 | 30 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16 | E | 440 | 90 | 32 | 86 | 32 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 572 | 102 | 16 | 74 | 54 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17 | E | 506 | 105 | 12 | 51 | 29 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 408 | 92 | 15 | 38 | 30 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18 | E | 437 | 142 | 35 | 53 | 48 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 539 | 125 | 32 | 70 | 45 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19 | E | 362 | 74 | 20 | 56 | 38 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 408 | 58 | 16 | 28 | 40 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-20 | E | 378 | 93 | 36 | 36 | 45 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 454 | 72 | 18 | 54 | 24 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | E | 390 | 72 | 15 | 48 | 32 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 450 | 54 | 18 | 42 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | E | 401 | 75 | 18 | 30 | 17 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 369 | 50 | 6 | 18 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | E | 343 | 45 | 14 | 31 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 306 | 19 | 7 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | E | 191 | 28 | 8 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 176 | 18 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | E | 7241 | 1419 | 433 | 933 | 602 | 7 | 0 | 0 | 118 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 8998 | 1430 | 353 | 947 | 591 | 10 | 1 | 0 | 120 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|---|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Av. Cayma |
| UBICACIÓN | Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa |

| DIA Y FECHA | 09 | 08 | 19 |
|---|---|---|---|

| Hora | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | Trailer | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | E | 109 | 7 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 82 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | E | 80 | 5 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 75 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | E | 59 | 9 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 51 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | E | 43 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 54 | 3 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | E | 64 | 5 | 4 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 90 | 20 | 1 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | E | 109 | 12 | 5 | 24 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 111 | 19 | 8 | 26 | 8 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | E | 178 | 21 | 10 | 38 | 15 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 342 | 40 | 6 | 69 | 37 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | E | 210 | 17 | 12 | 50 | 34 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 454 | 52 | 8 | 74 | 49 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08-09 | E | 285 | 57 | 14 | 52 | 34 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 478 | 63 | 26 | 57 | 34 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09-10 | E | 391 | 77 | 26 | 60 | 57 | 1 | 0 | 0 | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 631 | 104 | 26 | 71 | 47 | 0 | 0 | 0 | 15 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11 | E | 397 | 77 | 30 | 53 | 41 | 0 | 0 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 607 | 126 | 27 | 48 | 49 | 0 | 0 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12 | E | 455 | 80 | 33 | 57 | 49 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 599 | 120 | 32 | 51 | 31 | 0 | 1 | 0 | 14 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13 | E | 481 | 91 | 31 | 51 | 33 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 562 | 98 | 26 | 58 | 44 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14 | E | 453 | 120 | 45 | 48 | 39 | 3 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 533 | 79 | 31 | 56 | 33 | 2 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15 | E | 360 | 99 | 21 | 55 | 40 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 479 | 78 | 30 | 50 | 30 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16 | E | 426 | 88 | 31 | 84 | 31 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 554 | 99 | 16 | 72 | 53 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17 | E | 490 | 102 | 12 | 50 | 29 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 395 | 89 | 15 | 37 | 30 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18 | E | 423 | 138 | 34 | 52 | 47 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 522 | 121 | 31 | 68 | 44 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19 | E | 350 | 72 | 20 | 55 | 37 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 395 | 57 | 16 | 28 | 39 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-20 | E | 366 | 90 | 35 | 35 | 44 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 439 | 70 | 18 | 53 | 24 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | E | 378 | 70 | 15 | 47 | 31 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 436 | 53 | 18 | 41 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | E | 388 | 73 | 18 | 30 | 17 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 357 | 49 | 6 | 18 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | E | 332 | 44 | 14 | 30 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 296 | 19 | 7 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | E | 185 | 28 | 8 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 171 | 18 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | E | 7012 | 1383 | 427 | 915 | 589 | 7 | 0 | 0 | 118 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 8713 | 1393 | 350 | 928 | 580 | 10 | 1 | 0 | 120 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|---|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Av. Cayma |
| UBICACIÓN | Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa |

| DIA Y FECHA | 10 | 08 | 19 |
|---|---|---|---|

| Hora | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | | Trailer | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | E | 91 | 6 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 69 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | E | 67 | 5 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 63 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | E | 50 | 8 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 43 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | E | 36 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 45 | 3 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | E | 54 | 5 | 4 | 13 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 76 | 17 | 1 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | E | 91 | 10 | 5 | 20 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 93 | 16 | 7 | 22 | 7 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | E | 150 | 18 | 9 | 32 | 13 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 287 | 34 | 5 | 58 | 31 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | E | 177 | 14 | 10 | 42 | 29 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 381 | 44 | 7 | 62 | 41 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08-09 | E | 239 | 48 | 12 | 44 | 29 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 402 | 53 | 22 | 48 | 29 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09-10 | E | 329 | 65 | 22 | 51 | 48 | 1 | 0 | 0 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 530 | 87 | 22 | 60 | 39 | 0 | 0 | 0 | 13 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11 | E | 333 | 65 | 25 | 44 | 35 | 0 | 0 | 0 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 510 | 106 | 22 | 40 | 41 | 0 | 0 | 0 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12 | E | 382 | 67 | 28 | 48 | 41 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 503 | 101 | 27 | 43 | 26 | 0 | 1 | 0 | 12 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13 | E | 404 | 77 | 26 | 43 | 28 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 472 | 83 | 22 | 48 | 37 | 1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14 | E | 381 | 101 | 38 | 40 | 33 | 3 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 448 | 66 | 26 | 47 | 28 | 2 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15 | E | 303 | 83 | 18 | 46 | 34 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 402 | 65 | 25 | 42 | 25 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16 | E | 358 | 74 | 26 | 70 | 26 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 465 | 83 | 13 | 61 | 44 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17 | E | 411 | 86 | 10 | 42 | 24 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 332 | 75 | 13 | 31 | 25 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18 | E | 355 | 116 | 29 | 44 | 39 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 438 | 102 | 26 | 57 | 37 | 0 | 0 | 0 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19 | E | 294 | 61 | 17 | 46 | 31 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 332 | 48 | 13 | 23 | 33 | 2 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-20 | E | 307 | 76 | 30 | 30 | 37 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 369 | 59 | 15 | 44 | 20 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | E | 317 | 59 | 13 | 39 | 26 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 366 | 44 | 15 | 35 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | E | 326 | 61 | 15 | 25 | 14 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 300 | 41 | 5 | 15 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | E | 279 | 37 | 12 | 26 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 249 | 16 | 6 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | E | 156 | 23 | 7 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 143 | 15 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | E | 5890 | 1166 | 365 | 771 | 497 | 7 | 0 | 0 | 105 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 7318 | 1173 | 294 | 781 | 487 | 10 | 1 | 0 | 106 | 29 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|---|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Av. Cayma |
| UBICACIÓN | Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa |

| DIA Y FECHA | 11 | 08 | 19 |
|---|---|---|---|

| Hora | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | Trailer | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | E | 49 | 4 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 37 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | E | 36 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 34 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | E | 27 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 23 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | E | 19 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 24 | 2 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | E | 29 | 3 | 2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 41 | 9 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | E | 49 | 6 | 3 | 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 50 | 9 | 4 | 12 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | E | 80 | 10 | 5 | 17 | 7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 152 | 18 | 3 | 31 | 17 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | E | 94 | 8 | 6 | 22 | 16 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 202 | 23 | 4 | 33 | 22 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08-09 | E | 127 | 25 | 7 | 23 | 16 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 213 | 28 | 12 | 25 | 16 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09-10 | E | 174 | 35 | 12 | 27 | 25 | 1 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 281 | 47 | 12 | 32 | 21 | 0 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11 | E | 177 | 35 | 13 | 24 | 19 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 270 | 56 | 12 | 22 | 22 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12 | E | 203 | 36 | 15 | 25 | 22 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 267 | 54 | 15 | 23 | 14 | 0 | 1 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13 | E | 214 | 41 | 14 | 23 | 15 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 251 | 44 | 12 | 26 | 20 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14 | E | 202 | 54 | 20 | 22 | 18 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 238 | 35 | 14 | 25 | 15 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15 | E | 161 | 44 | 10 | 25 | 18 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 214 | 35 | 13 | 22 | 13 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16 | E | 190 | 39 | 14 | 38 | 14 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 247 | 44 | 7 | 32 | 24 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17 | E | 218 | 46 | 6 | 22 | 13 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 176 | 40 | 7 | 17 | 13 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18 | E | 189 | 62 | 16 | 23 | 21 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 232 | 54 | 14 | 31 | 20 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19 | E | 156 | 32 | 9 | 25 | 17 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 176 | 25 | 7 | 13 | 18 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-20 | E | 163 | 41 | 16 | 16 | 20 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 196 | 31 | 8 | 24 | 11 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | E | 168 | 31 | 7 | 21 | 14 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 194 | 24 | 8 | 19 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | E | 173 | 33 | 8 | 13 | 8 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 159 | 22 | 3 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | E | 148 | 20 | 7 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 132 | 9 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | E | 83 | 13 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 76 | 8 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | E | 3129 | 626 | 199 | 413 | 269 | 5 | 0 | 0 | 64 | 13 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 3885 | 626 | 162 | 421 | 264 | 6 | 1 | 0 | 62 | 19 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|---|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Av. Cayma |
| UBICACIÓN | Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa |

| DIA Y FECHA | 12 | 08 | 19 |
|---|---|---|---|

| Hora | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | | Trailer | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | E | 99 | 7 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 75 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | E | 73 | 5 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 68 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | E | 54 | 8 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 46 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | E | 39 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 49 | 3 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | E | 59 | 5 | 4 | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 83 | 18 | 1 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | E | 99 | 11 | 5 | 22 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 101 | 17 | 8 | 23 | 8 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | E | 163 | 19 | 9 | 35 | 14 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 312 | 37 | 6 | 63 | 34 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | E | 192 | 16 | 11 | 46 | 31 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 414 | 47 | 8 | 68 | 45 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08-09 | E | 260 | 52 | 13 | 47 | 31 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 437 | 58 | 23 | 52 | 31 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09-10 | E | 357 | 70 | 23 | 55 | 52 | 1 | 0 | 0 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 576 | 95 | 23 | 65 | 43 | 0 | 0 | 0 | 14 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11 | E | 362 | 70 | 27 | 48 | 38 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 554 | 115 | 24 | 44 | 45 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12 | E | 415 | 73 | 31 | 52 | 45 | 0 | 0 | 0 | 11 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 547 | 110 | 30 | 46 | 29 | 0 | 1 | 0 | 13 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13 | E | 439 | 83 | 29 | 46 | 31 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 513 | 90 | 23 | 53 | 40 | 1 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14 | E | 414 | 110 | 41 | 44 | 36 | 3 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 487 | 72 | 29 | 51 | 31 | 2 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15 | E | 329 | 91 | 19 | 50 | 37 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 437 | 71 | 27 | 46 | 27 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16 | E | 389 | 80 | 29 | 76 | 29 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 505 | 91 | 15 | 66 | 48 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17 | E | 447 | 93 | 11 | 46 | 26 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 361 | 82 | 14 | 34 | 27 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18 | E | 386 | 126 | 31 | 47 | 43 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 476 | 111 | 29 | 62 | 40 | 0 | 0 | 0 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19 | E | 320 | 66 | 18 | 50 | 34 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 361 | 52 | 15 | 25 | 36 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-20 | E | 334 | 83 | 32 | 32 | 40 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 401 | 64 | 16 | 48 | 22 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | E | 345 | 64 | 14 | 43 | 29 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 398 | 48 | 16 | 38 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | E | 354 | 67 | 16 | 27 | 16 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 326 | 45 | 6 | 16 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | E | 303 | 40 | 13 | 28 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 271 | 17 | 7 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | E | 169 | 25 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 156 | 16 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | E | 6401 | 1265 | 393 | 836 | 543 | 7 | 0 | 0 | 114 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 7954 | 1275 | 322 | 847 | 532 | 10 | 1 | 0 | 113 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

## ESTUDIO DE TRAFICO

| | |
|---|---|
| TRAMO DE LA CARRETERA | Av. Cayma |
| UBICACIÓN | Distrito de Cayma, Provincia de Arequipa |

| DIA Y FECHA | 13 | 08 | 19 |
|---|---|---|---|

| Hora | Sentido | Auto | Camionetas | | | Micro | Buses | | | Camion | | | Semi Trailer | | | | | | Trailer | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | SW | Pick up | Combi | | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | C2R2 | C2R3 | C3R2 | C3R3 |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 00-01 | E | 103 | 7 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 77 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01-02 | E | 76 | 5 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 71 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 02-03 | E | 56 | 9 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 48 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03-04 | E | 41 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 51 | 3 | 1 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 04-05 | E | 61 | 5 | 4 | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 86 | 19 | 1 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 05-06 | E | 103 | 11 | 5 | 22 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 105 | 18 | 8 | 24 | 8 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 06-07 | E | 169 | 20 | 10 | 36 | 14 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 324 | 38 | 6 | 66 | 35 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 07-08 | E | 199 | 16 | 11 | 47 | 33 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 430 | 49 | 8 | 70 | 46 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 08-09 | E | 270 | 54 | 13 | 49 | 33 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 453 | 60 | 24 | 54 | 33 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 09-10 | E | 370 | 73 | 24 | 57 | 54 | 1 | 0 | 0 | 12 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 597 | 98 | 24 | 67 | 44 | 0 | 0 | 0 | 14 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11 | E | 376 | 73 | 28 | 50 | 39 | 0 | 0 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 575 | 120 | 25 | 45 | 46 | 0 | 0 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12 | E | 431 | 76 | 32 | 54 | 46 | 0 | 0 | 0 | 11 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 567 | 114 | 31 | 48 | 30 | 0 | 1 | 0 | 13 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13 | E | 456 | 87 | 30 | 48 | 32 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 532 | 93 | 24 | 55 | 42 | 1 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14 | E | 429 | 114 | 43 | 45 | 37 | 3 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 505 | 75 | 30 | 53 | 32 | 2 | 0 | 0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15 | E | 341 | 94 | 20 | 52 | 38 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 454 | 74 | 28 | 47 | 28 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16 | E | 403 | 83 | 30 | 79 | 30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 524 | 94 | 15 | 68 | 50 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17 | E | 464 | 97 | 11 | 47 | 27 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 374 | 85 | 14 | 35 | 28 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18 | E | 401 | 131 | 33 | 49 | 44 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 494 | 115 | 30 | 65 | 42 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19 | E | 332 | 68 | 19 | 52 | 35 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 374 | 54 | 15 | 26 | 37 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19-20 | E | 347 | 86 | 33 | 33 | 42 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 416 | 66 | 17 | 50 | 22 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21 | E | 358 | 66 | 14 | 44 | 30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 412 | 50 | 17 | 39 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22 | E | 368 | 69 | 17 | 28 | 16 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 338 | 46 | 6 | 17 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23 | E | 315 | 42 | 13 | 29 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 281 | 18 | 7 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24 | E | 175 | 26 | 8 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 162 | 17 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| PARCIAL: | E | 6644 | 1313 | 407 | 863 | 561 | 7 | 0 | 0 | 115 | 21 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | S | 8250 | 1322 | 332 | 879 | 550 | 10 | 1 | 0 | 118 | 30 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

# Anexo 10:

# Conteo de aeronaves para el diseño de pavimento aeroportuario



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Ene-18 | | | |
|---|---|---|---|
| | FLIGHT | CRAFT TYPE | AEROLINEA |
| 01/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 02/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 03/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 04/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 05/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LL 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 06/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 08/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 09/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VP3 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| 11/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| 12/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 14/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 15/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 234 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VP3 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 17/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 18/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 20/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 21/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 22/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 23/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 24/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| 26/01/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 27/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 28/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 29/01/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 30/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 31/01/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |

| Feb-18 | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA** | **FLIGHT** | **CRAFT TYPE** | **AEROLINEA** |
| 01/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 02/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 03/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 04/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 05/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 06/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 07/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 08/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 09/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 10/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 11/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 13/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 14/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| 16/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 17/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 18/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 801 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | VIVA |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 19/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 20/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| 22/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 23/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 24/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 25/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 26/02/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 801 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | VIVA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 27/02/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| 28/02/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |

| Mar-18 | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA** | **FLIGHT** | **CRAFT TYPE** | **AEROLINEA** |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| 01/03/2018 | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 02/03/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 03/03/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 04/03/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 05/03/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 06/03/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 07/03/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 08/03/2018 | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 09/03/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7244 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/03/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 11/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 12/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/03/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 14/03/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 15/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16/03/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 17/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 18/03/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/03/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 20/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 21/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 22/03/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 23/03/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 24/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| 26/03/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 27/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 28/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 29/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 30/03/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 31/03/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Abr-18 | | | |
|---|---|---|---|
| FECHA | FLIGHT | CRAFT TYPE | AEROLINEA |
| 01/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 02/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 03/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 04/04/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 05/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 06/04/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/04/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 08/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 09/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 11/04/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 12/04/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/04/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 14/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 15/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 17/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 18/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 20/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 21/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 22/04/2018 | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 23/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 24/04/2018 | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 26/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 27/04/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| 28/04/2018 | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| 29/04/2018 | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 30/04/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |

| May-18 | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA** | **FLIGHT** | **CRAFT TYPE** | **AEROLINEA** |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 01/05/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| 02/05/2018 | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 03/05/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| 04/05/2018 | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 05/05/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 06/05/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 08/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 09/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | JJ 6502 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | JJ 6506 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2144 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 11/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 12/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 14/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 15/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 17/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 18/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 20/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 21/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 22/05/2018 | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 23/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 24/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 25/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 26/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 27/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 28/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 29/05/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 30/05/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| 31/05/2018 | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |

| Jun-18 | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA** | **FLIGHT** | **CRAFT TYPE** | **AEROLINEA** |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 01/06/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-300 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 319-100 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 319-100 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 319-100 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 02/06/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 03/06/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 04/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 05/06/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-500 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 06/06/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/06/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 08/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 09/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 11/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 13/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 15/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 16/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 18/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 20/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 22/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 23/06/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| 24/06/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 25/06/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 26/06/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-300 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 27/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-300 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 28/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-300 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 30/06/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Jul-18 | | | |
|---|---|---|---|
| FECHA | FLIGHT | CRAFT TYPE | AEROLINEA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 01/07/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 02/07/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 03/07/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 04/07/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 05/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 06/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2144 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 08/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 09/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 10/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 12/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2144 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| 14/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| 16/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 737-500 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 18/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 20/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2144 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21/07/2018 | LA 2108 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 737-500 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 22/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 23/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 737-500 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| 24/07/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 26/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2161 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 27/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 28/07/2018 | LA 2108 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 737-500 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 30/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 31/07/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Ago-18 | | | |
|---|---|---|---|
| FECHA | FLIGHT | CRAFT TYPE | AEROLINEA |
| 01/08/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 02/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2148 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 03/08/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 04/08/2018 | LA 2108 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2148 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 05/08/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 06/08/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| 07/08/2018 | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 08/08/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2148 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 09/08/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 10/08/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | LA 2108 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 11/08/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2148 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 12/08/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/08/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2142 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 14/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 15/08/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 16/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2148 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2142 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 17/08/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2108 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 18/08/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2142 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 19/08/2018 | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2148 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2142 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| 20/08/2018 | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 22/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 23/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 24/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | P9 236 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-500 | PERUVIAN |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 26/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 27/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 28/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 29/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 30/08/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 31/08/2018 | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| Set-18 | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA** | **FLIGHT** | **CRAFT TYPE** | **AEROLINEA** |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 01/09/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 02/09/2018 | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 03/09/2018 | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 04/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 05/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 06/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7243 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 08/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 09/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 11/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 12/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 13/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 14/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 15/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 17/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 18/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 20/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 22/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 23/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 811 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 24/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 25/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2142 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 26/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 27/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 28/09/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 29/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 30/09/2018 | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| Oct-18 | | | |
|---|---|---|---|
| FECHA | FLIGHT | CRAFT TYPE | AEROLINEA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 01/10/2018 | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 02/10/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| 03/10/2018 | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| 04/10/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| 05/10/2018 | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| 06/10/2018 | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 08/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 09/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 11/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2142 | 737-500 | LC PERU |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 12/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 14/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 15/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 17/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 18/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2144 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 20/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | AV 807 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| 21/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 22/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 23/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 24/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 26/10/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7644 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 27/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7663 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 28/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2106 | 320-200 | LATAM |
| 29/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 30/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 31/10/2018 | AV 810 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | AV 814 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3044 | 320-200 | AVIANCA |
| | UA 6600 | 320-200 | AVIANCA |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 237 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |

| Nov-18 | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA** | **FLIGHT** | **CRAFT TYPE** | **AEROLINEA** |
| 01/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 02/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7721 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 03/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 04/11/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 05/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| 06/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 07/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 08/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 09/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 11/11/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 12/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 14/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 15/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 16/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 18/11/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 19/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 20/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 21/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | W4 2146 | 737-500 | LC PERU |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 22/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 23/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| 24/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 25/11/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 26/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| 27/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| 28/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 29/11/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 30/11/2018 | LA 2126 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| | CM 3046 | 320-200 | AVIANCA |
| | AC 6475 | 320-200 | AVIANCA |
| | AV 816 | 320-200 | AVIANCA |
| | AM 8201 | 320-200 | AVIANCA |

| Dic-18 | | | |
|---|---|---|---|
| **FECHA** | **FLIGHT** | **CRAFT TYPE** | **AEROLINEA** |
| 01/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 02/12/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 03/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 04/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 05/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 06/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 07/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 08/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2531 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 09/12/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 10/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 11/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 12/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 14/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 15/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 16/12/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 17/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 18/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 19/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 20/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 22/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 23/12/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | P9 233 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 24/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 25/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 26/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 27/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | P9 222 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 28/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 30/12/2018 | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7153 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | P9 238 | 737-400 | PERUVIAN |
| | AA 7649 | 319-100 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 803 | 320-200 | VIVA |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |
| 31/12/2018 | LA 2126 | 320-200 | LATAM |
| | VPE 801 | 320-200 | VIVA |
| | P9 231 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2116 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2094 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2136 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2124 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2104 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2142 | 320-200 | LATAM |
| | P9 234 | 737-400 | PERUVIAN |
| | LA 2090 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2140 | 320-200 | LATAM |
| | IB 7152 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2150 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2146 | 320-200 | LATAM |
| | AA 7649 | 320-200 | LATAM |
| | LA 2102 | 320-200 | LATAM |



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis