



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“NÚMERO DE CICLOS PATRÓN A NIVEL DE CAPA DE AFIRMADO PARA OBTENER EL ÓPTIMO GRADO DE COMPACTACIÓN, UTILIZANDO MÉTODOS: CONO DE ARENA Y DENSÍMETRO NUCLEAR; EN EL ACCESO PRINCIPAL A CONGA, CAJAMARCA 2015”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Cavero Tello Edward Jimmy
Teran Soret Jorge Luis

Asesor:

Ing. Alejandro Cubas Becerra

Cajamarca – Perú
2015

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **Cavero Tello Edward Jimmy y Teran Soret Jorge Luis**, denominada:

**“NÚMERO DE CICLOS PATRÓN A NIVEL DE CAPA DE AFIRMADO PARA
OBTENER EL ÓPTIMO GRADO DE COMPACTACIÓN, UTILIZANDO
MÉTODOS: CONO DE ARENA Y DENSÍMETRO NUCLEAR; EN EL ACCESO
PRINCIPAL A CONGA, 2015”**

Ing. Alejandro Cubas Becerra.
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Irene Ravines Azañero
JURADO

Ing. Iván Hedilbrando Mejía Díaz
JURADO

DEDICATORIA

A DIOS.

Por habernos permitido llegar hasta este punto y por darnos todas las virtudes necesarias, para alcanzar nuevas metas y objetivos trazados en nuestras vidas.

A NUESTROS PADRES.

Por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, por sus valores y por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan; ya que sin la ayuda de ellos no seríamos las personas que somos y sobre todo por la confianza que depositaron en nosotros.

A NUESTRAS FAMILIAS.

Quienes de alguna manera siempre han mostrado su apoyo durante la realización de nuestros estudios.

AGRADECIMIENTO

En la presente investigación nos gustaría agradecer a Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, y hacer realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Privada del Norte, a la facultad de Ingeniería Civil por la formación que nos brindó para poder llegar a ser ingenieros. A nuestras familias que han formado parte de nuestra vida profesional y habernos brindado su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE GRÁFICOS	8
ÍNDICE DE FÓRMULAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Limitaciones	3
1.5. Objetivos	4
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Bases Teóricas	6
2.3. Definición de términos básicos.....	10
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS	401
3.1. Formulación de la hipótesis.....	41
3.2. Operacionalización de variables	41
CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS	42
5.1. Tipo de diseño de investigación.....	42
5.2. Material de estudio.....	42
5.2.1. <i>Unidad de estudio</i>	42
5.2.2. <i>Población</i>	42
5.2.3. <i>Muestra</i>	42
5.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	52
5.3.1. <i>Para recolectar datos</i>	52
5.3.2. <i>Para analizar información</i>	53

CAPÍTULO 5. RESULTADOS	534
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01 Granulometría de Agregados.....	10
Tabla N° 02 Clasificación del suelo por abertura del tamiz.....	15
Tabla N° 03 Contenido de Humedad.....	22
Tabla N° 04 Índice de Plasticidad.....	25
Tabla N° 05 Sistema de clasificación AASHTO.....	29
Tabla N° 06 Sistema de clasificación SUCS.....	33
Tabla N° 07 Sistema de clasificación SUCS.....	34
Tabla N° 08 Comparación de sistemas AASHTO y SUCS.....	35
Tabla N° 09 - 10 Operacionalización de variables.....	41
Tabla N° 11 Localización Geográfica.....	44
Tabla N° 12 Maquinaria y Equipo utilizado.....	50
Tabla N° 13 Especificación técnica del rodillo liso vibratorio Cat CSS53.....	51
Tabla N° 14 Para analizar información.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01 Granulometría.....	18
Gráfico N° 02 Ubicación del Proyecto.....	43

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Rendimiento del equipo de compactación.....	06
Grado de compactación.....	07
Energía Específica.....	08
Contenido de Humedad.....	11
Índice de Consistencia.....	25
Índice de Grupo.....	26

RESUMEN

En la actualidad no existen parámetros propios en Cajamarca que nos permitan controlar la compactación en cuanto al número de “ciclos” necesarios que debe realizar un compactador en obra, por el cual el presente estudio se realiza para determinar el “NÚMERO DE CICLOS PATRÓN A NIVEL DE CAPA DE AFIRMADO PARA OBTENER EL ÓPTIMO GRADO DE COMPACTACIÓN, UTILIZANDO MÉTODOS: CONO DE ARENA Y DENSÍMETRO NUCLEAR; EN EL ACCESO PRINCIPAL A CONGA” y con los resultados obtenidos de los ensayos de densidad de campo, determinar los valores que se identifican como los más confiables, ayudados por normas nacionales e internacionales.

Para la realización del presente trabajo se seleccionó un tramo de prueba, de 3 kilómetros, sobre el cual una vez colocada la capa uniforme con espesor de 150 mm de material de afirmado, se realizaron los ensayos de control de compactación, utilizando los métodos: Densímetro Nuclear ASTM D2922 – MTC E 124 y Cono de arena ASTM D1556 – MTC E 117. El grado de compactación se determinó de acuerdo con el siguiente número de ciclos:

- A los 3 ciclos.
- A los 5 ciclos.
- A los 7 ciclos.
- A los 2 ciclos.
- A los 4 ciclos.
- A los 6 ciclos.

De los resultados obtenidos con los métodos de densidad de campo, se determinó que con 6 ciclos pasados con el rodillo liso vibratorio de 10 tn. se alcanza el óptimo grado de compactación del 95% proctor estándar ASTM D 698 – MTC E 116 en la capa de afirmado; que es lo que especifica las EG – 2013 en su acápite Requerimiento de Construcción: 301.E.21 Aceptación de los Trabajos (e. Compactación).

ABSTRACT

At present there are no specific parameters in Cajamarca that enable us to control the compaction in the number of necessary "cycles" to be performed by a compactor at work, for which this study was performed to determine the "number of cycles STANDARD LEVEL LAYER AFFIRMED for optimum compactness, using methods: CONE OF SAND AND NUCLEAR densimeter; IN THE MAIN ACCESS TO CONGA "and the results of field density tests to determine the values that are identified as the most reliable, aided by national and international standards.

To carry out this test work a stretch of 3 kilometers, on which once placed the uniform layer thickness of 150 mm of said material, the compaction control tests were conducted using the methods selected: Densimeter Nuclear ASTM D2922 - MTC E 124 and ASTM D1556 sand cone - MTC E 117. The degree of compaction is determined according to the following number of cycles:

- After 3 cycles.
- After 5 cycles.
- After 7 cycles.
- After 2 cycles.
- After 4 cycles.
- After 6 cycles.

From the results obtained with the methods of field density, it was determined that 6 past cycles with smooth 10 tn vibratory roller. the optimum degree of compaction of 95% standard proctor is reached ASTM D 698 - E 116 MTC in said layer; which it is what specifies the EG - 2013 in its heading Construction Requirement: 301.E.21 Acceptance of Work (e. Compaction).

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial:

La mayoría de las personas piensan que la construcción de las carreteras tienen costos elevados y que las carreteras se deterioran con mayor facilidad, es porque no se usa la maquinaria correcta o no sabe aplicarlo bien; en este caso no se conoce un parámetro preciso respecto al número de ciclos que debe realizar un compactador en obra, el contratista usa materiales no adecuados, en fin pueden hacerse muchas conjeturas sobre la construcción de carreteras. En los países desarrollados a través de la AIPCR (Asociación Mundial de Carreteras) en los comités técnicos que trabajan en todo el mundo, confirmaron que el problema radica en una mala compactación y en el deficiente control de calidad.

En España se produjo varios hundimientos en el vial del Hospital de las Tres Culturas, los técnicos de Toledo confirmaron que los hundimientos que se produjeron en el vial del Hospital de las Tres Culturas se deben a los efectos de una mala compactación del pavimento y deficiente control de calidad.

En México la problemática general del costo elevado de la construcción de carreteras y el comportamiento de los pavimentos con la estructura usual dentro de la práctica mexicana, en primer lugar se discute el papel fundamental que juegan las características del comportamiento mecánico de los materiales térreos, del óptimo grado de compactación y de un eficiente control de calidad.

A nivel nacional:

En los últimos 15 años el Perú ha impulsado una política favorable para la Construcción de Obras Viales a lo largo y ancho del territorio, habiéndose ejecutado más de 15,000 kilómetros de carreteras con pavimentos asfálticos, según reportes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La dinámica se manifiesta en obras importantes como las carreteras interoceánicas que atraviesan transversalmente el territorio peruano por el norte, centro y sur. La Interoceánica Sur, parte de los límites con Brasil terminando en

puertos marítimos del Océano Pacífico; interconectando de esta manera pueblos del Perú. Ante esta realidad existe la imperiosa necesidad de mejorar la tecnología de los pavimentos en el Perú a fin que estos logren alcanzar la vida útil para la que fueron diseñados. La deformación permanente que es una de las fallas del deterioro prematuro es debido a una deficiente compactación; es necesario conocer a mayor profundidad a fin de tomar las previsiones del caso desde la elaboración de los proyectos y la posterior ejecución de las obras. A nivel de subrasante se presentan fallas funcionales como estructurales; se considera la necesidad de la elección y buen manejo del material en cuanto a su gradación, forma, resistencia, etc. Asimismo se considera la elección de la maquinaria a utilizar ya que influyen en forma determinante para la deformación permanente. Como es conocida, la deformación permanente se presenta en las diferentes capas de la estructura del pavimento, la misma que también puede generarse a nivel de la subrasante, Por ello la elaboración de un proyecto de pavimentos deberá ser integral y muy cuidadoso en cuanto al control de calidad y debida utilización de los materiales, diseños eficientes, como diseño de la estructura del pavimento en la que se deberá realizar un estudio minucioso del tráfico y el tipo de suelos que conforman la subrasante; asimismo del drenaje, clima, etc., así como procesos constructivos eficientes con una buena compactación y un buen control de calidad para que aseguren la durabilidad de los pavimentos.

A nivel local:

Según una encuesta en Cajamarca, la infraestructura vial es percibida por los encuestados como uno de los principales problemas de la región. El 79.4% de encuestados considera que la pavimentación de pistas y carreteras es el principal problema debido al elevado costo de construcción y al rápido deterioro de estas, esto se debe a que actualmente no existen parámetros propios en Cajamarca que nos permitan controlar la compactación en cuanto al número de “ciclos” necesarios que debe realizar el compactador, en un afirmado. Esta problemática también se debe a una mala compactación y a un deficiente control de calidad. Este punto mencionado es una problemática que no aparece a nivel nacional pero que figura significativamente en Cajamarca.

1.2. Formulación del problema

¿Cuántos ciclos debe pasar un compactador para obtener el óptimo grado de compactación en la capa de afirmado utilizando Cono de arena y Densímetro nuclear en el Acceso Principal a Conga, 2015?

1.3. Justificación

- Debido a que en Cajamarca, no existen parámetros propios que nos permitan controlar el número de “CICLOS” necesarios, para obtener el óptimo grado de compactación en la capa de afirmado, es que se realiza la presente investigación con la finalidad de determinar el número de “CICLOS” para alcanzar el óptimo grado de compactación, para ser aplicado como parámetro de compactación en la construcción de afirmados, contribuyendo además con los resultados obtenidos en la elaboración de proyectos de pavimentación, a fin de optimizar el número de ciclos del compactador en los procesos constructivos actuales. El desarrollo de este proyecto permitirá adaptar la experimentación como modelo de mejora de procesos constructivos, incorporar un parámetro de diseño en la construcción de afirmados, motivar la puesta en práctica de la cultura de mejora continua, y lograr los objetivos académicos, la adquisición de experiencia, fundamental en el desarrollo profesional del investigador.

1.4. Limitaciones

TIEMPO: El tiempo es una limitación de esta investigación, porque no se pueden realizar los 6 ensayos en una misma progresiva, ya que generaría un retraso en el avance de obra.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar el número de ciclos patrón a nivel de capa de afirmado para obtener el óptimo grado de compactación utilizando métodos: cono de arena y densímetro nuclear en el acceso en estudio.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Obtener la densidad de campo para la obtención del grado de compactación mediante el ensayo de cono de arena y densímetro nuclear.
- Comparar los resultados obtenidos en ambos métodos: Cono de Arena y Densímetro Nuclear.
- Determinar el número de ciclos patrón para obtener un parámetro y así poder optimizar costos en la construcción de afirmados.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

“COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE DENSIDAD DE CAMPO POR LOS MÉTODOS CONO Y ARENA, VOLUMÉTRICO Y DENSÍMETRO NUCLEAR”, realizado por: SILVIA ALEXANDRA GUERRÓN AVECILLAS. Universidad Central del Ecuador, Abril 2013. Investigación especial de grado.

Esta investigación estuvo dirigida a realizar comparaciones entre los resultados de los ensayos, utilizando el método del Cono y Arena, aparato Volumétrico, Densímetro Nuclear en subrasante, sub-base y base de una carretera, es decir que los resultados obtenidos con estos métodos pueden ser utilizados como referencia al realizar la medición de la densidad en el campo, bien sea con cono de arena, volumétrico y densímetro nuclear. Es evidente la importancia y el aporte que este trabajo nos brinda a esta investigación, ya que constituye uno de los procedimientos para poder determinar el grado de compactación de los suelos.

Entre las conclusiones que se obtuvieron al culminar este trabajo de grado se tiene, que los tres métodos son aptos para la determinación de la densidad de campo. Pero por su interacción con las partículas del suelo los resultados que fueron cercanos, son los que se obtuvieron por el método del cono y arena, seguido del método volumétrico y después del densímetro nuclear.

Los resultados obtenidos de los ensayos: método del cono y arena y el densímetro nuclear, indican que son equivalentes.

“VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL MÉTODO DE LA ARENA Y EL DENSÍMETRO NUCLEAR EN LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE CAMPO”, realizado por: Eddy José Estuardo De León Monroy. Universidad de San Carlos de Guatemala, Agosto 2009. Investigación especial de grado.

Esta investigación tuvo como objetivo: Determinar las ventajas y desventajas de la utilización del método de la arena y el densímetro nuclear en la determinación de la densidad de campo. Es significativo el aporte para la investigación debido a que se

realizó la elaboración de un estudio teórico-práctico sobre las diferentes ventajas y desventajas en cuanto al tiempo y costo acerca del modo a emplear con métodos de determinación y evaluación de la densidad de los suelos obtenida en campo.

La conclusión mostrada en esta investigación establece ambos métodos, sin importar que el procedimiento no fuere el mismo, serían equivalentes al momento de determinar la densidad de campo. Y luego de la realización de pruebas, los resultados indican que son equivalentes; pero en costo, el ensayo por método cono de la arena es menor que el ensayo del método de densímetro nuclear; y en tiempo, el ensayo por método cono de arena es mayor que el ensayo del método de densímetro nuclear.

Según los resultados obtenidos, se pudo determinar que el método de la arena es el procedimiento más viable, confiable y factible para el ensayo de la densidad de campo. No solo desde el aspecto económico, sino debido a su procedimiento, ya que se interactúa de una manera más directa con el estrato de suelo a trabajar.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Ciclo de compactación

Es la pasada que realiza el compactador en ir y volver a su posición inicial en un área determinada y en un periodo de tiempo, una vez finalizado el ciclo, vuelve a empezar.

2.2.2. Rendimiento del equipo de compactación

La cantidad de material que puede ser compactado por un determinado rodillo vibratorio, se puede determinar por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V * E * D * A}{N} * 100 \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

R = metros cúbicos de material suelto compactado en una hora.

V = velocidad, en kilómetros por hora, de la máquina que compacta.

E = eficiencia de la operación, aproximadamente 0.83.

D = profundidad en metros, de la capa de material suelto.

A = ancho efectivo del rodillo compactador, en metros.

N = número de pasadas necesarias para compactar.

(Juarez & Rico, 2005)

2.2.3. Grado de compactación (G.C)

Este parámetro es el más empleado en nuestro medio para controlar la compactación de un suelo y consiste en relacionar el peso unitario seco del suelo compactado en obra, con el máximo peso unitario seco obtenido en el laboratorio empleando el mismo material.

$$GC = \frac{\text{Peso volumétrico seco medido en el ensayo en el terreno}}{\text{Peso volumétrico máximo de laboratorio}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

(Montejo , S/F)

2.2.4. Compactación

Compactación es el proceso por medios artificiales, por el cual se pretende obtener mejores características en los suelos, de tal manera que la obra resulte duradera y cumpla con el objetivo por el que fue proyectada. (Montejo , S/F)

La importancia de la compactación de los suelos estriba en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtiene al sujetar el suelo a técnicas convenientes que aumenten su peso específico seco, disminuyendo sus vacíos. (Juarez & Rico, 2005).

Ventajas de la compactación

- Aumento de resistencia y capacidad de carga.
- Reducción de la compresibilidad.
- Disminución de vacíos.
- Mejora la relación esfuerzo – deformación del suelo.
- Resistencia a la erosión.

Factores que influyen en la compactación

Tipos de suelo

Tiene influencia la granulometría del suelo, forma de sus partículas, contenido de finos, cantidad y tipo de minerales arcillosos. De acuerdo a la naturaleza del suelo se aplicarán técnicas adecuadas en el proceso de compactación. En laboratorio, un suelo granular alcanzará densidades secas altas para contenidos óptimos de humedad bajos, en cambio los suelos finos presentan valores bajos de densidades secas máximas y altos contenidos óptimos de humedad. (Juarez & Rico, 2005)

Energía específica

La energía específica es la presión aplicada al suelo por unidad de volumen, durante cualquier proceso de compactación. En laboratorio, la compactación por impacto queda definida por:

$$Ec = \frac{NnWh}{V} \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

Ec: Energía Específica

N: Número de golpes del pisón por capas

n: Número de capas

W: Peso del pisón compactador

h: Altura de caída del pisón

V: Volumen total del molde de compactación.

El empleo de una mayor energía de compactación permite alcanzar densidades secas mayores y óptimos contenidos de humedad menores, esto se comprueba al analizar los resultados obtenidos con la prueba de Proctor Estándar. (Juarez & Rico, 2005)

Método de compactación

En el campo y laboratorio existen diferentes métodos de compactación. La elección de uno de ellos influirá en los resultados a obtenerse.

Humedad

La humedad que nos permite alcanzar una compactación óptima es el óptimo contenido de humedad, la cual nos permitirá alcanzar la densidad seca máxima. Si el contenido de humedad está por debajo del óptimo, el suelo es rígido y difícil de comprimir, originando densidades bajas y contenidos de aire elevados. Cuando está por encima del óptimo, el contenido de aire se mantiene pero aumenta la humedad produciendo la disminución de la densidad seca. (Juarez & Rico, 2005)

Temperatura

Dependiendo de la temperatura puede producirse la evaporación o condensación del agua.

La curva de saturación

La curva de saturación representa las densidades de un suelo en estado de saturación, es decir cuando el volumen de vacíos es cero, razón por la cual se le conoce también como “Curva de cero vacíos de aire” o de “saturación completa”. (Villalaz, 2007)

2.2.5. Afirmados

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de material de afirmado debidamente seleccionado, como capa de rodadura de dicha carretera, siendo obtenidos de manera procesada o natural, siendo debidamente aprobados, colocándolos sobre una capa debidamente preparada. Dichos materiales aprobados pueden ser provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicadas en el proyecto y aprobados por el supervisor.

Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas. (MTC, EG – 2013).

Los agregados para la construcción de afirmado deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

Tabla N° 01 Granulometría de Agregados construcción del afirmado

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A - 1	A - 2
50mm (2")	100	-
37.5mm (1 1/2")	100	-
25mm (1")	90 - 100	100
19mm (3/4")	65 - 100	80 - 100
9.5 (3/8")	45 - 80	65 - 100
4.75 (N° 4)	30 - 65	50 - 85
2.0mm (N° 10)	22 - 52	33 - 67
4.25um (N° 40)	15 - 35	20 - 45
75um (N° 200)	5 - 20	5 - 20

Fuente: MTC, EG – 2000.

2.3. Definición de términos básicos

ENSAYOS PARA CONTROLAR LA COMPACTACIÓN

2.3.1. Ensayo de contenido de humedad (ASTM D-2216 – MTC E 108).

Es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Descripción del Ensayo de contenido de humedad.

Aparatos.

Balanza con aproximación 0.01g.

Horno de secado (110 ± 5 °C)

Recipientes para las muestras.

Otros utensilios: espátulas, cuchillos, cucharas, tenazas, guantes, etc.

Procedimiento de realización.

Se pesa la muestra y el recipiente con la ayuda de la balanza. Este peso se registra en la hoja de datos como peso de tarro más la muestra húmeda.

Se procede a colocar la muestra en el horno de modo que esta se seque.

Cuando ya ha secado la muestra se saca del horno y se deja enfriar hasta que regrese a su temperatura ambiente. Se debe evitar que la muestra absorba la humedad.

Se pesa el recipiente con la muestra con una aproximación de 0.01g, y el dato se registra en la hoja de datos como peso de tarro más la muestra seca.

Si el peso del recipiente no ha sido obtenido anteriormente, se debe limpiar este y obtener su peso. Es recomendable obtener su peso con anterioridad al ensayo para evitar errores.

Se calcula el contenido de humedad, de la muestra, usando la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso del suelo secado al horno}} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

Equipo utilizado para el ensayo de contenido de humedad

Foto N° 01 Horno para secado de muestras.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

2.3.2. Métodos utilizados para determinar el peso unitario o densidad máxima (Proctor Estandar) y humedad óptima. (ASTM D-698 – MTC E 116)

Descripción del Ensayo.

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 o 6 pulgadas (101,6 o 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 5,5 lbf (24,4 N) que cae de una altura de 12 pulgadas (305 mm), produciendo una Energía de compactación de 12 400 lb-pie/pie³ (600 Kn-m/m³). Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de ¾” (19.0 mm).

La compactación debe hacerse en forma uniforme, haciendo caer libremente el martillo y distribuyendo los golpes sobre toda el área. Cabe mencionar que para la realización del Proctor estándar se utilizó el método C.

Método C:

Molde de 152.4mm (6”) de diámetro con material que pasa el tamiz 19mm (No. ¾). Compactar en 3 capas de 56 golpes cada una.

2.3.3. Contenido de humedad en los suelos método del carburo de calcio (ASTM D-4944 – MTC E 126)

Este ensayo determina la humedad de un suelo con un probador de humedad de gas a presión con carburo de calcio, este método no deberá emplearse en materiales granulares que tengan partículas tan grandes que afecten la presión del ensayo.

Aparatos.

- Probador de carburo de calcio de gas a presión.
- Balanza, con aproximación de 0.1 g.
- Dos esferas de acero de (1 ¼”) de diámetro, (31.75 mm).
- Un cepillo para limpieza.
- Una cuchara medidora de reactivo de carburo de calcio.

Procedimiento.

1. Se pesa la muestra con el peso exacto especificado por el fabricante y la muestra se coloca en la tapa del probador. Colocar las dos esferas de acero en el probador con el carburo de calcio.
2. Con el vaso de presión en una posición aproximadamente horizontal.
3. Levántese el probador hasta una posición vertical.
4. Agitar fuertemente el aparato de tal forma que todos los terrones se fragmenten hasta lograr la reacción que provoca el carburo de calcio con toda la humedad libre. Deberá agitarse durante 1 minuto con suelos granulares y hasta 3 minutos con los suelos restantes.
5. Cuando paralice la aguja, leer el dial manteniendo horizontalmente el instrumento a la altura del ojo.
6. Analizar el peso total de la muestra y a la vez la lectura del dial.

Foto N° 02 Ensayo de humedad con carburo.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 03 Ensayo de humedad con carburo.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

ENSAYO PARA DETERMINAR CLASIFICACIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

2.3.4. Análisis granulométrico (ASTM D-422 – MTC E 107)

Descripción del Ensayo.

El análisis granulométrico es la determinación del rango de tamaños de las partículas presentes en un suelo, como un porcentaje del peso seco total.

Los resultados del análisis granulométrico se presentan generalmente en gráficas semi-logarítmicas como curvas de distribución granulométrica en las cuales se grafica el porcentaje de partículas inferiores a un tamaño en particular en función de ese tamaño en escala logarítmica, con las formas de dichas curvas se puede describir la gradación, que depende de la amplitud o estrechez del gráfico.

Tabla N° 02 Clasificación del suelo por abertura del Tamiz

TAMIZ (ASTM)	ABERTURA REAL (MM)	TIPO DE SUELO
3"	76.12	GRAVA
2"	50.8	
1 1/2"	38.1	
1"	25.4	
3/4"	19.05	
3/8"	9.52	
N° 4	4.76	ARENA GRUESA
N° 10	2	ARENA MEDIA
N° 20	0.84	
N° 40	0.42	
N° 60	0.25	ARENA FINA
N° 140	0.105	
N° 200	0.074	

Fuente: MTC, EG – 2013.

Aparatos.

- Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0.01 g. para pesar material que pasa el tamiz N° 4. Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz N° 4.
- Tamices de malla cuadrada.
- Estufa.
- Envases, para el secado de muestras.
- Brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

Foto N° 04

Juego de tamices.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Procedimiento

Con lavado

1. Obtener una muestra representativa del suelo, colocar en el horno para que el contenido de humedad que exista desaparezca.
2. Sacar la muestra del horno y colocarlo en el tamiz N° 200 de lavado, lavar cuidadosamente el material a través del tamiz utilizando agua común.
3. Verter cuidadosamente el residuo, con ayuda de agua en un recipiente de secado y permitir por un periodo de tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente.
4. Al día siguiente, pesar el residuo secado al horno. Pasamos la muestra por el conjunto de tamices que varíen desde los diámetros mayores hasta los diámetros inferiores. El objetivo de este ensayo es lograr una curva semi-logarítmica del porcentaje de material más fino contra el tamaño de las partículas, será necesario obtener una distribución razonable de puntos a lo largo del rango potencial de diámetros presentes en la muestra.
5. Obtener el peso del material que quedó retenido en cada una de los

tamices. Se procede sumando estos pesos para comparar el total del peso obtenido en el paso N° 4. Dicho procedimiento nos permite detectar cualquier pérdida de material durante dicho procedimiento de tamizado. Si se tiene una pérdida más del 2% con respecto al peso original se considera no satisfactorio.

6. Luego calculamos el porcentaje retenido en cada uno de los tamices dividiendo el peso retenido en cada uno de los tamices entre el peso de la muestra original obtenido en el punto N° 1.
7. Calcular el porcentaje que pasa (o el porcentaje más fino), comenzando por 100% y sustraer el porcentaje retenido en cada tamiz como un proceso acumulado.
8. Trazar la curva granulométrica, ubicando en el eje de las abscisas en escala semi-logarítmica el diámetro en milímetros y en el eje de las ordenadas en escala aritmética el porcentaje que pasa.

Sin Lavado

Se realiza cuando las partículas finas no son predominantes arcillosas.

1. Este procedimiento obedece a muestras que contengan una cantidad considerable de gravas y muy pocos finos; dichas muestras deben ser mayores a 500 g. Colocar en el horno para que el contenido de humedad que exista desaparezca.
2. Al día siguiente, pesar el residuo secado al horno. Pasamos la muestra por el conjunto de tamices que varíen desde los diámetros mayores hasta los diámetros inferiores. El objetivo de este ensayo es lograr una curva semi-logarítmica del porcentaje que pasa contra el tamaño de las partículas, será necesario obtener una distribución razonable de puntos a lo largo del rango potencial de diámetros presentes en la muestra.
3. Se retiran el conjunto de tamices luego de haberlos agitado y así se obtiene el peso del material que fue retenido en cada tamiz. Luego se suman dichos pesos para comparar el total del peso obtenido en el paso N° 2. Dicho procedimiento nos permite detectar cualquier pérdida del material durante dicho procedimiento de tamizado. Si se tiene una pérdida más del 2% con

este límite denominado “Copa de Casagrande”, el cual es una copa esférica con un radio interior de 54 mm, espesor de 2 mm y peso de 200.20 g incluyendo el tacón los cuales giran en torno a un eje fijo unido a la base.

Foto N° 05

Equipo Casa Grande.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Aparatos.

- Recipiente para almacenaje. Vasija de porcelana.
- Espátula con hoja flexible de 75 a 100 mm de longitud aproximadamente y 20 mm de ancho.
- Aparato de límite líquido o de Casagrande.
- Acanalador.
- Balanza con sensibilidad de 0.01 g.
- Probeta con capacidad de 25 cm³.
- Estufa termostáticamente controlado y que pueda conservar temperatura de 110 ± 5 °C.

Preparación de la muestra por el método seco

1. El material pasante por el tamiz N° 4 se desmenuzan 150 g, en un mortero.
2. Se pasa el material a través del tamiz N° 40, desechando el material que queda retenido.

3. Se pone en una cápsula el material que ha pasado por el tamiz.
4. A este material se le agrega agua y con una espátula se mezcla perfectamente hasta obtener una pasta suave y pastosa.

Preparación de la muestra por el método húmedo

Cuando conviene aplicar este método se sigue el mismo procedimiento que se usa en el análisis granulométrico por vía húmeda, solo que con más tiempo de remojo, con la diferencia de que en vez de utilizar la malla N° 200, se utiliza la N° 40, y que al evaporar el agua del recipiente se deja que el material se seque hasta que tenga la consistencia de una pasta suave, logrado lo cual se pasa a una cápsula. También se puede tamizar primero en seco, apartando lo que pasa en el tamiz N° 40, poner a remojar y lavar el material retenido.

Procedimiento

1. De la pasta ya preparada por cualquiera de los dos métodos, se aparta una pequeña porción para el ensayo del límite plástico y el resto se utiliza para el ensayo del límite líquido.
2. Colocar la copa de Casagrande sobre una base firme y horizontal; verificando la calibración de la copa. Ajusta la altura de la caída de la copa haciendo girar la manivela hasta que la tasa se eleve a su mayor altura. Utilizando el calibrador de 1 cm, adosado al ranurador, se verifica que la distancia entre el punto de percusión y la base sea de 1 cm exactamente. De ser necesario se aflojan los tornillos de fijación y se mueve el ajuste hasta obtener la altura de caída requerida.
3. La muestra de ensayo debe ser igual o mayor que 100 g. y pasar completamente por el tamiz N° 40 (malla de 0.5 mm); obtenido de acuerdo a la norma ASTM D-423 – MTC E 110. Tener en cuenta que si la muestra presenta partículas de mayor tamaño estas deben ser eliminadas.
4. Extraiga por cuarteo, una muestra representativa de un tamaño que asegure una masa mínima de ensayo de 160 g. de material. Se procede a agregar agua cuando sea necesario, revolver la muestra hasta obtener una pasta

semilíquida homogénea.

5. Dejar un tiempo de curado para que la fase líquida y sólida se mezclen homogéneamente. El límite líquido, se determina considerando que el suelo remoldeado a la humedad del límite líquido, tiene una pequeña resistencia al corte de aproximadamente 0.02 kg/cm^2 ; de tal modo que la muestra remoldeada necesita 25 golpes para cerrar dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especiales por norma.
6. Reincorporar el material sobrante a la cazuela de porcelana y usando el ranurador, separar la mezcla depositada en la copa de la máquina en dos mitades según el eje de simetría de la copa; quedando una ranura de 1 cm. a lo largo de 13 mm. aproximadamente. Para una arcilla el surco se puede hacer de una sola vez, los limos es recomendable realizarlo de dos a tres pasadas suaves antes de completarlo.
7. Girar la manivela levantando y dejando caer la copa desde una altura de un centímetro a razón de dos golpes por segundo hasta que las paredes del surco sufran un cierre de 1 cm. después de 25 golpes. Si el cierre del surco es irregular, descártelo.
8. Retirar aproximadamente 10 g. de material que se junta en el fondo del surco, en un recipiente ya pesado con anterioridad depositar el material extraído y determinar su humedad (%H). Transferir el material sobrante desde la copa hasta la cazuela, donde se tiene el total de la mezcla homogénea. Limpiar y secar la copa de la máquina y el ranurador.
9. Repetir todo el ensayo, con el mismo material, por lo menos dos pruebas adicionales y así tener suficiente información para formar el gráfico con una abscisa semi-logarítmica, en la cual se ubicará el número de golpes; y en la ordenada una escala aritmética donde se ubica el porcentaje de humedad (%H).
10. Los datos obtenidos se alinean en una recta, lo que permite la determinación de la ordenada para la abscisa $N=25$ golpes. Y este porcentaje de humedad se denomina como Límite líquido.
11. Como alternativa para determinar el contenido de humedad correspondientes al límite líquido, se pueden utilizar los datos de la siguiente tabla en donde se requiere el número de golpes N para determinar el valor K ; el cual debe ser

multiplicado por la humedad correspondiente determinada en laboratorio.

Tabla N° 03 Contenido de Humedad.

<i>Nº. Golpes</i> N	<i>Factor</i> K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Fuente: (Villalaz, 2007).

2.3.5.2. Límite plástico (L.P) (ASTM D-424 - MTC E 111)

El límite plástico (L.P) es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, en relación al peso seco al horno de la muestra, por lo tanto los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Para determinar el límite plástico, usualmente se usa el material que ha sido mezclado con agua y a sobrado del ensayo del límite líquido, a dicha muestra se remueve y se mezcla hasta obtener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable. Se forma luego una pequeña bola que deberá rodillarse en una placa de vidrio o en la palma de la mano, aplicando una presión a efectos de formar filamentos.

Cuando el diámetro del filamento resultante sea de 3.17 mm. (1/8”) sin romperse, deberá juntarse nuevamente la muestra, mezclarlo en forma de bola y volver a rodillar el material. Este proceso se continúa hasta que se produzca la ruptura del cilindro al instante de alcanzar 1/8” de diámetro. Los suelos que no pueden rodillarse con ningún contenido de humedad se consideran como no plásticos (N.P.). Cuando al enrollar la muestra de suelo se agriete el cilindro de diámetro de 1/8”, se toman todas las partes, se pesan, se procede a secar al horno, se vuelven a pesar ya secos y se determina la humedad.

Aparatos.

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm. (3"- 4") de longitud y 20 mm. (3/4") de ancho.
- Recipientes para almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm. (4 ½") de diámetro.
- Balanza, con aproximación a 0.01g.
- Horno o estufa, termostáticamente controlado regulable a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Tamiz N° 40.
- Agua destilada.
- Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Superficie de rodadura, comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

Foto N° 06

Límite Plástico.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Procedimiento

1. Se toman aproximadamente 20 g. de la muestra que pase por el tamiz N° 40.
2. Tomar la muestra, y mezclar completamente con el agua y con la espátula hacer una pasta hasta que sea suficientemente plástica.
3. Se procede a curar la muestra de suelo el tiempo que sea necesario para que las fases líquida y sólida se mezclen homogéneamente.

4. Tomar una fracción de la muestra de ensayo preparada, de 1 cm^3 aproximadamente.
5. Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
6. Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm. (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.
7. La acción se repite hasta lograr que se disgregue el cilindro y así llegar a un diámetro de 3.2 mm. aproximadamente.
8. Repetir las etapas anteriores con dos opciones más de la muestra de ensayo, hasta obtener un número considerable de cilindros.
9. Juntar las partes del cilindro disgregado y ponerlas en un recipiente (tarro), para determinar y registrar su humedad la cual será el porcentaje de humedad que corresponde al límite plástico.
10. La falla o agrietamiento del cilindro se puede visualizar por separación en pequeños pedazos, por desprendimiento de escamas de forma tubular desde dentro hacia fuera del cilindro del suelo.

Foto N° 07

Límite plástico.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Índice de consistencia

Con el índice de consistencia puede evaluarse la consistencia actual que presenta el suelo en base al límite líquido, índice de plasticidad y el contenido de humedad actual que presente el suelo, que es:

$$CI = \frac{LL - w}{LL - IP} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

CI= Índice de consistencia del suelo.

w = Contenido de humedad actual del suelo.

LL= Límite líquido.

IP= Índice de plasticidad.

(Villalaz, 2007)

Índice de plasticidad

Se denomina índice de plasticidad o índice plástico (I.P.) a la diferencia numérica entre los límites líquido y plástico, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos.

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo; sin embargo, el límite plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo. (Villalaz, 2007)

Tabla N° 04 Índice de plasticidad

si IP = 0	Si no es posible determinar uno de los dos límites (LL o LP), o si la diferencia es negativa (IP), el suelo se clasifica como NO PLASTICO (NP)
si IP < 7	El suelo tiene una baja plasticidad
si 7 < IP < 17	El suelo es medianamente plástico
si IP > 17	suelo altamente plástico

Fuente: MTC, EG – 2000.

Índice de grupo

Es la evaluación de todos los suelos que tienen un comportamiento similar que se encuentran ubicados dentro de un mismo grupo, se hace por medio del “índice de grupo”, mismo que se calcula con la siguiente fórmula empírica.

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(LL - 40)) + 0.01(F - 15)(IP - 10) \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

IG = Índice de grupo.

F = Porcentaje del suelo que pasa por el tamiz N° 200.

LL= Límite líquido.

IP= Índice de plasticidad.

(Villalaz, 2007).

Clasificación de los suelos

Los sistemas de clasificación de suelos están divididos en grupos y sub grupos con base en propiedades ingenieriles comunes tales como la distribución granulométrica, el límite líquido y límite plástico. Los dos sistemas principales de clasificación usados actualmente son (1) el sistema AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) y (2) el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos SUCS o USCS (*Unified Soil Classification System*) también llamado clasificación ASTM. El sistema de clasificación AASHTO se usa principalmente de las subrasantes de las carreteras. No se usa en la construcción de cimentaciones. (Das, 2008)

Sistema de Clasificación AASHTO

El sistema de clasificación de suelos AASHTO fue originalmente propuesto por el comité sobre clasificación de materiales para caminos de tipo granular y subrasantes del Highway Research Board (1945). De acuerdo con la forma actual de este sistema, los suelos pueden clasificarse según ocho grupos principales, A-1 A-8, con base en su distribución granulométrica, límite líquido e índice de plasticidad. Estos suelos están en los grupos A-1, A-2 y A-3 siendo estos materiales de grano grueso y aquellos en los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 son de grano fino. La turba, compostas orgánicas y otros suelos altamente orgánicos quedan clasificados en el grupo A-8. (Das, 2008)

MATERIALES GRANULARES

GRUPO A-1: el material clasificado en este grupo es una mezcla bien graduada de fragmentos de piedra o grava, arena gruesa, arena fina y un aglomerante no plástico o poco plástico.

GRUPO A-1-a: En este subgrupo se clasifican aquellos materiales que están formados, principalmente, de fragmentos de piedra o grava con o sin un aglomerante fino bien graduado.

GRUPO A-1-b: Se incluyen en este subgrupo aquellos materiales que están formados, principalmente, de arena gruesa con aglomerante bien graduado o sin él.

GRUPO A-2: En este grupo queda incluida una amplia gama de materiales granulares que forman un campo de transición entre los materiales clasificados como A-1 y los clasificados como A-3, así como los materiales limo-arcillosos de los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7. Incluye a todos los materiales que contienen hasta un 35% pasando por la malla N° 200 que no pueden clasificarse como A-1 o A-3, por sobrepasar las limitaciones de dichos grupos debido a un exceso en la proporción de finos, en la plasticidad o en ambas cosas.

SUB-GRUPO A-2-4 y A-2-5: Se incluyen en estos grupos diversos materiales granulares que contienen hasta un 35% de material pasando por la malla N° 200, y en los que la fracción que pasa por la malla N° 40 tiene las características de los grupos A-4 y A-5. Quedan incluidos los materiales como gravas y arenas gruesas, con una porción de limo o un índice de plasticidad mayor a la limitación del grupo A-1, y arenas finas que contienen limo no plástico en cantidad superior a las limitaciones del grupo A-3.

SUB-GRUPO A-2-6 y A-2-7: Materiales similares a los de los grupos A-2-4 y A-2-5, con la diferencia de que el material fino contiene arcilla plástica que tiene las características de los grupos A-6 y A-7.

GRUPO A-3: El material de este grupo es una arena fina de playa o de duna, carente de material fino arcilloso o limoso, o con una cantidad muy pequeña de limo no plástico. También quedan incluidas en este grupo las mezclas de arena fina mal graduada con pequeñas cantidades de arena gruesa y gravas de ríos. (Villalaz, 2007)

MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS

GRUPO A-4: A este grupo pertenecen los suelos limosos sin plasticidad o poco plásticos, que tienen más del 75 % de sus partículas pasando por la malla N° 200. También incluye este grupo a mezclas de limo fino y hasta un 64% de arenas y gravas que carecen de la fracción que pasa por la malla N° 200. El índice de grupo varía de 1 a 8, notándose un aumento en el porcentaje de material grueso a medida que se reduce el índice de grupo.

GRUPO A-5: Los materiales de este grupo son similares a los del grupo A-4, pero con la diferencia de que los suelos del grupo A-5 son por lo general, del tipo diatomáceo o micáceo. Estos suelos pueden ser muy elásticos, Según se refleja por lo alto de su límite líquido. Su índice de grupo varía de 1 a 12.

GRUPO A-6: Corresponden a este grupo las arcillas plásticas que tienen 75% o más de material pasado por la malla N° 200. El grupo incluye también a las mezclas de suelo arcilloso fino con hasta de 64% de gravas y arenas que carezcan de la fracción que pasa por la malla N° 200. Con la humedad estos suelos experimentan fuertes cambios de volumen. Su índice de grupo varía de 1 a 16.

GRUPO A-7: Los material de este grupo son similares a los del grupo A-6, excepto que tienen un límite líquido muy alto, como es característico de los suelos del grupo A-5. Los suelos del grupo A-7 pueden ser elásticos y están sujetos a grandes cambios de volumen. Estos suelos tienen un índice de grupo que varía de 1 a 20, reflejándose el efecto combinado del aumento del límite líquido y del índice plástico y de la disminución del porcentaje de material grueso, en los valores crecientes del índice de grupo.

SUB-GRUPO A-7-5: En este grupo se tiene a los materiales con un índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido, los cuales pueden ser muy elásticos y estar sujetos a grandes cambios de volumen.

SUB-GRUPO A-7-6: Se incluye en este grupo a los materiales que tienen un índice plástico alto con relación a su límite líquido y que están sujetos a extremadamente grandes cambios de volumen con los cambios de humedad. (Villalaz, 2007)

Sistema de clasificación AASHTO

Tabla N° 05 Sistema de clasificación AASHTO

GRUPO SUB - GRUPO	SUELOS GRANULARES: 35% ó MENOS PASA MALLA N° 200							SUELOS ARCILLOSOS Y LIMOSOS: MAS DE 35% PASA MALLA N° 200				
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5"	A-7-6"
Porcentaje de material que pasa el tamiz												
N° 10	50 máx.											
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 min.									
N° 200	15 máx.	30 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.	
Plasticidad Pasa la malla N° 40												
LL				40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	
IP	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	min.	
Índice de grupo	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.	
Materiales Constructivos	Piedra grava y Arena		Arena Fina	Grava y/o Arena Limosa		Grava y/o Arena arcillosa		Suelos Limosos		Suelos Arcillosos		
Calidad (Subrasante)	Excelente a Buena								Regular a Mala			
	*A-7-5: IP menor o igual a LL - 30						*A-7-6: IP mayor que LL - 30					

Fuente: (Villalaz, 2007).

Sistema Unificado SUCS (ASTM D 2487)

El sistema unificado de clasificación de suelos fue originalmente propuesto por Arthur Casagrande en 1942, este sistema de clasificación permite describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo; se representa mediante un símbolo con dos letras, este sistema divide el suelo en dos grandes grupos:

(Das, 2008)

SUELOS DE GRANO GRUESO (GRANULARES)

Son dichos materiales en los cuales debe ser superior al 50%, el porcentaje retenido en la malla N° 200. Dentro de estos materiales están las fracciones de grava y arena, la forma de los granos y la distribución del tamaño notablemente influyen las propiedades físico-mecánicas del suelo. El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo.

G: Del término inglés Gravel, fracción de suelo más grueso (grava).

S: Del término inglés Sand, fracción del suelo con tamaño de grano comprendido entre la malla N° 4 y malla N° 200 (arena).

M: Del término sueco Mo, fracción fina del suelo que no posee propiedades de plasticidad, o de tener, es muy baja (limo).

C: Del término inglés Clay, fracción fina del suelo que posee propiedades de plasticidad (arcilla).

W: Del término inglés Well, buena gradación del suelo, o sea que dentro de la masa de suelo hay predominio de un tamaño de grano.

P: Del término inglés Poorly, mala gradación. Significa que dentro de la masa de suelo hay variedad en el tamaño de grano, aunque haya predominio de uno de ellos.

(Das, 2008)

SUELOS DE GRANO FINO

También en este caso el sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos y dando lugar a las siguientes divisiones:

a. Limos inorgánicos:

M: Del término sueco Mo, fracción fina del suelo que no posee propiedades de plasticidad o de tener, es muy baja.

b. Limos orgánicos:

C: Del término inglés Clay, fracción fina del suelo que posee propiedades de plasticidad.

c. Limos y arcillas orgánicas:

O: Del término inglés Organic, define a los suelos como no aptos para la ingeniería. Dentro de los cuales se encuentra la Turba.

L: Del término inglés Low, suelos con baja plasticidad, son aquellos donde $LL < 50$. Obteniéndose de esta combinación los grupos ML, CL y OL.

H: del término inglés High, suelos con alta plasticidad donde $LL > 50\%$ obteniéndose de esta combinación los grupos MH, CH y OH.

En la siguiente tabla se presentan los factores a considerar en la clasificación de un suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS.

1. Gravas y arenas son: GW, GP, SW o SP, si es menos del cinco por ciento del material que pasa a través del tamiz N° 200; la designación bien graduada o grada depende de los valores característicos para Cu y Cc. (Coeficiente de uniformidad y Coeficiente de curvatura)
2. Gravas y arenas son: GM, GC, SM o SC, si más del 12% del material que pasa a través del tamiz No. 200; la designación limo o arcilla se determina después de obtener los valores de los Límites líquidos y plásticos de la

fracción menor al tamiz N° 40 y utilizando los criterios de plasticidad.

3. Las gravas y las arenas se pueden clasificar así

GW-GC SW-SC GP-GC GP-SC GW-GM SW-SM GP-GM SP-SM

Si entre 5 y 12% del material pasa a través del tamiz No. 200

4. Los suelos de grano fino (más del 50% pasa del tamiz N° 200) son ML, OL o CL. Si los límites líquidos son menores que 50%.
5. Los suelos de grano fino son: MH, OH o CH, si los Límites líquidos son superiores a 50%. Los límites líquidos y plásticos se ejecutan sobre material correspondiente a la fracción menor del tamiz N° 40 de todos los suelos, incluyendo gravas, arenas y suelos finos. (Das, 2008)

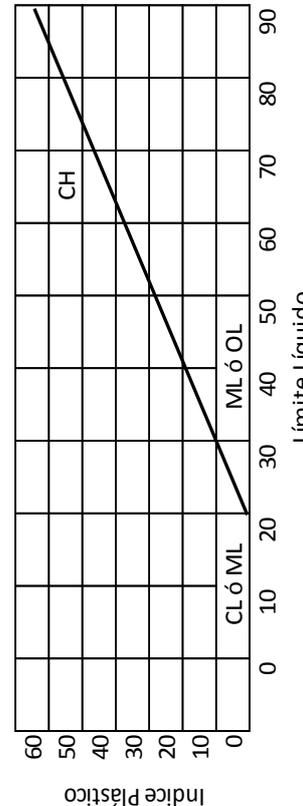
Tabla N° 06 Sistema unificado de clasificación de los suelos SUCS

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO DE GRUPO		NOMBRES TIPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION PARA SUELOS GRANULARES			
SUELOS DE GRANO GRUESO MENOS DEL 50% DEL MATERIAL PASA EL TAMIZ N° 200	Gravas (Si menos del 50% de la fricción gruesa pasa por el tamiz N° 4)	Gravas limpias (pocos o ningún fino)	GW		Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, pocos o ningún fino	Cu=D ₆₀ /D ₁₀ >4 Cc=1<D ₃₀ ² /D ₁₀ *D ₆₀ <3		
			GP		Gravas pobremente gradadas, mezclas grava - arena, pocos o ningún fino	No cumplir todos los requisitos de gradación para GW		
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	GM	d/u	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o IP<4	A los materiales sobre la línea A con 4<IP<7 se considera de frontera y se les asigna doble símbolo	
			GC		Gravas arcillosas, mezclas gravo-arena-arcillosas	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o IP>4		
		Arenas (Si mas del 50% de la fricción gruesa pasa por el tamiz N° 4)	Arenas limpias (pocos o ningún fino)	SW		Arenas bien gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	Cu=D ₆₀ /D ₁₀ >4 Cc=1<D ₃₀ ² /D ₁₀ *D ₆₀ <3	
				SP		Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	No cumplir todos los requisitos de gradación para GW	
	Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)		SM	d/u	Arenas limosas, mezcla arena-limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o IP<4	A los materiales sobre la línea A con 4≤IP≤7 se considera de frontera y se les asigna doble símbolo	
			SC		Arenas arcillosas,mezclas arena-arcilla	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o IP>4		

Fuente: (Villalaz, 2007).

Tabla N° 07 Sistema unificado de clasificación de los suelos SUCS

SUELOS DE GRANO FINO SI MAS DEL 50% DEL MATERIAL PASA EL TAMIZ N° 200	Limos y arcillas (Límite líquido LL<50)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad	<p>1. Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría.</p> <p>2. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz N° 200 los suelos gruesos se clasifican como sigue:</p> <p>Menos del 5% - GW. GP. SW. SP. Mas del 12% - GM. GC. SM. SC. De 5 a 12% - Casos de frontera que requieren doble símbolo</p>	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas		
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
	Limos y arcillas (Límite líquido LL>50)	MH	Limos inorgánicos suelos limosos o arenosos finosmicáceos o diatomáceos, suelos elásticos		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad		
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media alta, limos orgánicos		
		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		
	Suelos altamente orgánicos				



Fuente: (Villalaz, 2007).

Para tener una idea más clara de las similitudes entre ambos sistemas de la clasificación de los suelos, en la siguiente tabla se presenta una comparación entre los grupos de suelos clasificados por el Sistema AASHTO y SUCS.

Tabla N° 08 Comparación de sistemas AASHTO y SUCS

CLASIFICACIÓN AASHTO	CLASIFICACIÓN SUCS
A - 1	GW, GP, GM
A - 1 - a	SW, SM
A - 1 - b	
A - 2	
A - 2 - 4	GM, SM
A - 2 - 5	GM, SM
A - 2 - 6	GC, SC
A - 2 - 7	GC, SC
A - 3	SP
A - 4	ML, OL
A - 5	MH
A - 6	CL
A - 7	
A - 7 - 5	CL, OL
A - 7 - 6	CH, OH

Fuente: (Villalaz, 2007).

2.3.6. Densidad de campo

La Densidad de Campo sirve para conocer y controlar la compactación de las diferentes capas en la construcción de carreteras; los valores de densidad pueden expresarse en las siguientes unidades: gr/cm³, kg/m³, lb/pie³. La densidad de campo se determina mediante un ensayo en el sitio donde se toma la muestra, usando los métodos cono de arena y densímetro nuclear. (Lopez, 2009)

2.3.7. Métodos utilizados

Método del cono de arena (ASTM D-1556 - MTC E 117)

Este método se emplea para la determinación de la densidad de suelos en el lugar (in situ), utilizando un equipo denominado cono de arena. Dicho método de ensayo se aplica a suelos que no contengan una cantidad excesiva de roca o materiales gruesos con un diámetro mayor a 1 1/2 pulg. (38 mm).

Cualquier suelo u otro material, que pueda ser excavado con herramientas de mano, puede ser ensayado siempre que los vacíos o aberturas de los poros en la masa sean lo suficientemente pequeños para prevenir que la arena usada en el ensayo penetre en los vacíos naturales.

Este método de ensayo no es adecuado para suelos orgánicos, saturados o altamente plásticos que podrían deformarse o comprimirse durante la excavación del hoyo de ensayo.

El aparato de densidad consiste en lo siguiente:

Un frasco desarmable u otro contenedor de arena que tenga una capacidad de volumen que exceda el volumen requerido para llenar el orificio de prueba y el aparato durante la prueba.

Un aparato desarmable que consiste en una válvula cilíndrica con un orificio de 1/2" (13 mm) de diámetro, presentando en un extremo un pequeño cono de metal conectado a un frasco en un extremo y a un embudo (cono) en el otro extremo. La válvula debe tener un freno (seguro) para prevenir la rotación de una posición completamente abierta a otra completamente cerrada.

Una placa metálica cuadrada o rectangular, con un hueco central con borde para recibir el embudo grande (cono). La placa debe ser plana en la base y tener suficiente rigidez, con un espesor de 3/8" a 1/2" (10 a 13 mm).

La arena debe ser limpia, uniforme, seca, durable y que discurra libremente. Tener un coeficiente de uniformidad ($C_u = D_{60} / D_{10}$) menor de 2 y el tamaño máximo de partículas menor que 2.0 mm (Malla N°10) y menos del 3% en peso que pase la (Malla N° 60). Debe estar libre de finos y partículas de arena fina para prevenir cambios significativos en la densidad de la masa.

Realización del Método Cono y Arena

Foto N° 08 Placa base; cincel y martillo.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 09 Aparato de cono y arena.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Método nuclear (Densímetro Nuclear) (ASTM D2922 y D3017 – MTC E 124)

Es la determinación en el terreno del peso unitario húmedo total de un suelo o de un suelo – agregado con fines de investigación, control o diseño, colocando una fuente emisora y un detector de rayos gamma, sobre o dentro del material, o adyacente al mismo. Los métodos nucleares pueden aplicarse hasta profundidades entre 50 y 300 mm (2 y 12”).

La ventaja principal de este ensayo, con respecto a procedimientos tradicionales (cono de arena u otros, etc.) radica en que no es destructivo y en la relativa facilidad para hacerlo, por lo cual pueden efectuarse muchos más ensayos.

Realización del Método Nuclear

Foto N° 10

Densímetro Nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 11 Densímetro Nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Operación correcta con Densímetro Nuclear en terreno.

Densímetro Nuclear, Modelo 3440 P (serie 65348).

Antes de proceder a la operación, con el equipo radiactivo, se demarcará el área de trabajo con conos, letreros y el símbolo relacionado con el riesgo de la radiactividad.

Solo el operador autorizado manipulará el equipo, permaneciendo en las proximidades sólo el personal autorizado y restringiendo el ingreso de personal ajeno a la operación.

Primero se perforará y marcará el suelo y el perímetro de la placa de raspado para que, posteriormente, el operador baje el vástago procediendo a medir.

Nunca debe bajarse el vástago sin que el equipo esté completamente apoyado en el suelo y ubicado en la perforación.

No se trabajará en zonas de vehículos o maquinarias en movimiento, coordinando los trabajos con la supervisión a fin de determinar, previamente, los accesos, rutas de circulación, zonas de medición y horarios.

Verificar que las vías de circulación en el área de operación estén expeditas.

Una vez finalizada la tarea se procederá a guardar y mantener en su caja de transporte, el equipo, retirará la señalización en el terreno.

Foto N° 12 Densímetro Nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 13 Densímetro Nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

El número de ciclos patrón en el afirmado del acceso principal a Conga para obtener el óptimo grado de compactación es 8.

3.2. Operacionalización de variables

Tabla N° 09

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Número de ciclos	Es la pasada que realiza el compactador en ir y volver a su posición inicial en una área determinada y en un periodo de tiempo, una vez finalizado el ciclo, vuelve a empezar	Potencia del rodillo liso vibratorio.	Especificaciones técnicas del fabricante. Efectividad de la maquinaria.
		Rendimiento del rodillo liso vibratorio.	Tiempo. Costo.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla N° 10

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Grado de compactación	Unidad de medida de la compactación expresado en porcentaje (%)	Óptimo contenido de humedad (%).	Densidad de laboratorio. Densidad de campo.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Tipo de diseño de investigación.

Investigación experimental Aplicada.

Esta investigación es aplicada, porque tiene como propósito dar solución a situaciones o problemas concretos e identificables.

4.2. Material de estudio.

4.2.1. Unidad de estudio.

Grado de compactación.

4.2.2. Población.

3 Km. de afirmado en el accesos principal a Conga Cajamarca, 2015.

4.2.3. Muestra.

Se considera la muestra por conveniencia equivalente a los 3 Km. de afirmado en el acceso principal a Conga Cajamarca, 2015.

TOMA DE MUESTRAS EN ACCESO PRINCIPAL A CONGA.

Gráfico N° 02 Ubicación del proyecto.



Fuente: EIA Proyecto Conga, 2015

1. LOCALIZACIÓN POLÍTICA:

DEPARTAMENTO: Cajamarca.
PROVINCIA: Cajamarca.
DISTRITO: Encañada.
CENTRO POBLADO: Chailhuagón.

2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA:

Geográficamente el presente proyecto se encuentra ubicado entre las coordenadas:

Tabla N° 11

PUNTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM		
	Latitud	Longitud	Este	Norte	Cota
Inicial	6° 55' 21" S	78° 23' 48" W	787690.93	9233862.75	3944.72
Final	6° 55' 21" S	78° 22' 57" W	789245.20	9234013.82	3986.03

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Proceso constructivo del afirmado.

1. Proceso de preparación de la subrasante.

Esta partida consiste en la conformación del terreno natural mediante los cortes o en el caso de rellenos por suelos transportados, tendrá completo el ancho de vía y estará libre de raíces, hierbas, desmonte o material suelto de inferior calidad al del suelo natural; esta capa debidamente preparada formará la cama donde se apoyará la estructura del afirmado, cabe hacer notar que la subrasante debe cumplir con el grado de compactación de 95% según las EG – 2013.

Foto N° 14 Preparación de la subrasante.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

2. Transporte y colocación del afirmado.

Esta partida consiste en el transporte y colocación del afirmado, compuesto por grava o piedra fracturada y finos, ya sea de forma artificial o natural, sobre la base debidamente preparada. El material de afirmado será colocado sobre la capa de subrasante debidamente preparada y será compactada en capas de 150 mm.

Foto N° 15 Colocación de material afirmado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

3. Extendido de material de afirmado.

El material se extenderá en una sección uniforme con una motoniveladora cat 140, de tal manera que forme una capa suelta, que permita obtener el espesor y el grado de compactación requerido.

Foto N° 16 Extendido de material.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 17 Extendido de material.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

4. Batido de material de afirmado.

Para la conformación del afirmado se batirá todo el material por medio de la cuchilla de la motoniveladora cat 140 en toda la profundidad de la capa, llevándolo en forma alternada hacia el centro y los bordes de la calzada.

Foto N° 18 Batido de material.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 19 Batido de material.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

5. Humectación de material de afirmado.

Una vez extendida la capa de afirmado, se procede a acondicionar la humedad del suelo. Este proceso es importante ya que cumple una doble función.

Asegura una óptima compactación del afirmado, asegurando una buena resistencia y reduciendo los asentamientos que se puedan dar posteriormente.

Evitando que los cambios de humedad que se puedan producir después de la construcción provoquen variaciones excesivas de volumen en el suelo, provocando daños y deformaciones en la capa de rodadura.

Foto N° 20 Humectación de material.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6. Compactación de material de afirmado.

Una vez concluido el extendido del material, cada capa de afirmado de 150 mm. deberá ser compactada en todo el ancho de la superficie con un rodillo liso vibratorio Cat 10 tn. Esta compactación será de manera progresiva desde los bordes hacia el centro de la vía, siendo el mismo procedimiento en toda la superficie. Cualquier deformación que se presente durante el proceso de compactación, se corregirá aflojando y cambiando el material en dicho lugar, hasta que la capa resulte uniforme.

Foto N° 21

Compactación de material.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 22

Compactación de material.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla N° 12 Maquinaria y equipo utilizado.

Maquinaria que será utilizada	<ul style="list-style-type: none"> - Volquete de 15 m³ - Motoniveladora Cat 140 - Cisterna de 2000 gal. - Rodillo liso vibratorio de 10 Ton
Equipo Laboratorio que será Utilizado	Densímetro Nuclear, Modelo 3440 Plus (N° serie 65348) Cono de Arena.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla N° 13 Especificaciones técnicas del rodillo liso vibratorio Cat CSS53.

PESOS	
Peso en orden de trabajo con cabina	10840.0 kg
Peso en orden de trabajo con estructura de protección en caso de vuelcos (ROPS)/Estructura de protección contra objetos que caen (FOPS)	10485.0 kg
Peso en el tambor con la cabina	5760.0 kg
Peso en el tambor con ROPS/FOPS	5570.0 kg
ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	
Ancho de compactación	2134.0 mm
Espacio libre sobre el suelo	543.0 mm
Carga lineal estática, con cabina	27.0 kg/cm
Carga lineal estática con ROPS/FOPS	26.1 kg/cm
Velocidad de desplazamiento: máxima	12.0 km/h
Radio de giro dentro del borde del tambor	3.68 m
MOTOR	
Potencia bruta	97.0 Kw
Modelo de motor	Cat 3054C
DIMENSIONES	
Diámetro del tambor	1534.0 mm
Ancho del tambor	2134.0 mm
Altura con ROPS/FOPS o con cabina	3.07 m
Longitud total	5.51 m
Ancho total	2.29
Distancia entre ejes	2.9 m
SISTEMA VIBRATORIO	
Fuerza centrífuga: máxima	234.0 KN
Fuerza centrífuga: mínima	133.0 KN
Amplitud nominal: alta	1.8 mm
Amplitud nominal: baja	0.85 mm
Frecuencia vibratoria: estandar	31/34 Hz (1860/2040 vpm)
NEUMÁTICOS	
Neumáticos	8 lonas para flotación de 23.1 x 26
CAPACIDADES DE LLENADO DE SERVICIO	
Capacidad del tanque de combustible	200.0 L

(CATERPILLAR, 2000)

4.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

Primero se procedió a la recolección de la información necesaria para la investigación descrito anteriormente para su desarrollo adecuado en base a los ensayos, de acuerdo con los métodos ya mencionados.

Se realizó las siguientes actividades para el desarrollo de la tesis.

- Contactamos a la Empresa Concel SRL para la realización de los ensayos en una obra que estuvo ejecutando. (acceso principal a conga – Cajamarca).
- Ubicación de los sectores de muestreo en el Acceso principal a Conga.
- Se realizaron los ensayos in situ, con los métodos indicados, con la posterior obtención de resultados.
- Se llevó material obtenido de los Ensayos a laboratorio de mecánica de suelos de la empresa para la obtención de las características físico mecánicas del suelo.
- Finalmente se determinó el número de ciclos patrón a nivel de capa de afirmado para obtener el óptimo grado de compactación.

4.3.1. Para recolectar datos.

Formatos en Excel para recoger información durante los ensayos.

Formatos en Excel para procesar los datos.

4.3.2. Para analizar información.

Tabla N° 14 Para analizar información

Análisis granulométrico (ASTM D-422 – MTC E 107)	Gravas	61.10%
	Arenas	26.71%
	Finos	12.19%
Ensayo de contenido de humedad (ASTM D-2216 – MTC E 108).		6.20%
Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C- 127 – MTC E 206)		1.63%
Contenido de humedad - partículas de sobre tamaño (ASTM D – 2216 – MTC E 108)		0.80%
Proctor Estandar y humedad óptima. (ASTM D-698 – MTC E 116)		2.34%
Corrección de Proctor por partículas de sobre tamaño (ASTM D – 4718)		4.90%
Límite líquido (L.L) (ASTM D-423 – MTC E 110)		24
Límite plástico (L.P) (ASTM D-424 – MTC E 111)		16
Índice de plasticidad		8
Sistema de Clasificación AASHTO		A-2-4
Sistema Unificado SUCS (ASTM D 2487)		GM, SM

Fuente: Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

6.1. Cuadro de Resultados de Ensayos Obtenidos.

Interesados : Cavero Tello Edward Jimmy Teran Soret Jorge Luis						
Proyecto: Acceso Principal a Conga Tramo II						
Fecha: 01/10/2014 - 30/10/2014						
Muestra : capa de afirmado.						
ENSAYOS						
PROGRESIVAS	N° DE ENSAYOS	CICLOS	CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
			COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
14+310	1	3	93.71	3.62	92.90	4.20
	2	5	96.11	3.40	95.90	4.80
	3	7	98.84	3.90	99.20	4.10
14+570	4	2	92.26	3.23	92.30	4.20
	5	4	94.05	3.11	94.20	4.80
	6	6	95.85	3.79	95.90	4.10
14+820	7	3	93.07	3.59	93.10	3.90
	8	5	94.65	3.21	94.80	4.70
	9	7	99.06	3.40	99.60	4.20
15+080	10	2	92.81	3.35	91.40	3.90
	11	4	94.22	3.21	94.40	4.20
	12	6	95.29	3.78	95.80	4.30
15+330	13	3	93.07	3.55	93.10	4.10
	14	5	94.74	3.34	94.60	4.60
	15	7	97.82	3.18	97.90	3.90
15+580	16	2	92.13	3.72	92.10	3.90
	17	4	93.58	3.57	93.80	4.20
	18	6	95.76	4.02	95.30	3.90
15+840	19	3	93.20	3.71	93.40	3.90
	20	5	94.78	3.16	94.50	4.10
	21	7	98.93	3.54	100.10	4.10
16+090	22	2	93.41	3.33	92.40	3.90
	23	4	94.27	3.11	94.50	3.80
	24	6	95.68	3.84	95.50	4.10
16+350	25	3	93.11	3.43	93.90	3.90
	26	5	95.38	3.19	95.40	3.90
	27	7	99.83	3.88	100.08	4.20
16+600	28	2	92.43	3.56	93.10	3.80
	29	4	94.01	3.51	94.50	3.90
	30	6	96.11	3.83	96.60	3.80
16+850	31	3	93.71	3.62	94.10	3.90
	32	5	94.44	3.72	94.70	4.10
	33	7	97.86	3.37	98.90	3.90
17+100	34	2	91.57	3.94	91.70	3.90
	35	4	93.50	3.98	94.20	4.10
	36	6	99.10	3.31	100.10	4.10

Fuente: Elaboración propia, 2015

6.2. Promedio y Desviación Estándar de Resultados Obtenidos.

6.2.1 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 3 Ciclos de Compactación.

INTERESADOS : CAVERO TELLO EDWARD JIMMY
TERAN SORET JORGE LUIS
PROYECTO: ACCESO PRINCIPAL A CONGA TRAMO II
FECHA: 01/10/2014 – 30/10/2014
MUESTRA: AFIRMADO - 3 CICLOS

3CICLOS			
CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
93.71	3.62	92.9	4.2
93.07	3.59	93.1	3.9
93.07	3.55	93.1	4.1
93.2	3.71	93.4	3.9
93.11	3.43	93.9	3.9
93.71	3.62	94.1	3.9

PROMEDIO	93.31	3.59	93.42	3.98
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.31	0.09	0.48	0.13

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 6.2.1 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 3 Ciclos de Compactación en la Capa de Afirmado.

Todos los Cálculos Respecto a Los Resultados de La Tabla se encuentran en los Anexos.

6.2.2 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 5 Ciclos de Compactación.

INTERESADOS : CAVERO TELLO EDWARD JIMMY
TERAN SORET JORGE LUIS
PROYECTO: ACCESO PRINCIPAL A CONGA TRAMO II
FECHA: 01/10/2014 – 30/10/2014.
MUESTRA: AFIRMADO - 5 CICLOS

5 CICLOS			
CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
94.16	3.40	95.90	4.80
94.65	3.21	94.80	4.70
94.74	3.34	94.60	4.60
94.78	3.16	94.50	4.10
95.38	3.19	95.40	3.90
94.44	3.72	94.70	4.10

PROMEDIO	94.69	3.34	94.98	4.37
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.62	0.21	1.59	0.38

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 6.2.2 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 5 Ciclos de Compactación en la Capa de Afirmado.

Todos los Cálculos Respecto a Los Resultados de La Tabla se encuentran en los Anexos.

6.2.3 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 7 Ciclos de Compactación.

INTERESADOS : CAVERO TELLO EDWARD JIMMY
TERAN SORET JORGE LUIS
PROYECTO: ACCESO PRINCIPAL A CONGA TRAMO II
FECHA: 01/10/2014 – 30/10/2014.
MUESTRA: AFIRMADO - 7 CICLOS

7 CICLOS			
CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
98.84	3.90	99.20	4.10
99.06	3.40	99.60	4.20
97.82	3.18	97.90	3.90
98.93	3.54	100.10	4.10
99.83	3.88	100.08	4.20
97.86	3.37	98.90	3.90

PROMEDIO	98.96	3.55	99.30	4.07
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.00	0.29	2.91	0.14

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 6.2.3 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 7 Ciclos de Compactación en la Capa de Afirmado.

Todos los Cálculos Respecto a Los Resultados de La Tabla se encuentran en los Anexos.

6.2.4 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 2 Ciclos de Compactación.

INTERESADOS : CAVERO TELLO EDWARD JIMMY
TERAN SORET JORGE LUIS
PROYECTO: ACCESO PRINCIPAL A CONGA TRAMO II
FECHA: 02/10/2014 – 30/10/2014.
MUESTRA: AFIRMADO - 2 CICLOS

2 CICLOS			
CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
92.26	3.23	92.3	4.2
92.81	3.35	91.4	3.9
92.13	3.72	92.1	3.9
93.41	3.33	92.4	3.9
92.43	3.56	93.1	3.8
91.57	3.94	91.7	3.9

PROMEDIO	92.44	3.52	92.17	3.93
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.63	0.27	0.59	0.14

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 6.2.4 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 2 Ciclos de Compactación en la Capa de Afirmado.

Todos los Cálculos Respecto a Los Resultados de La Tabla se encuentran en los Anexos.

6.2.5 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 4 Ciclos de Compactación.

INTERESADOS : CAVERO TELLO EDWARD JIMMY
TERAN SORET JORGE LUIS
PROYECTO: ACCESO PRINCIPAL A CONGA TRAMO II
FECHA: 02/10/2014 – 30/10/2014.
MUESTRA: AFIRMADO - 4 CICLOS

4 CICLOS			
CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
94.05	3.11	94.2	4.8
94.22	3.21	94.4	4.2
93.58	3.57	93.8	4.2
94.27	3.11	94.5	3.8
94.01	3.51	94.5	3.9
93.5	3.98	94.2	4.1

PROMEDIO	93.94	3.42	94.88	4.17
DESVIACIÓN ESTANDAR	0.32	0.34	1.50	0.35

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 6.2.5 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 4 Ciclos de Compactación en la Capa de Afirmado.

Todos los Cálculos Respecto a Los Resultados de La Tabla se encuentran en los Anexos.

6.2.6 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 6 Ciclos de Compactación.

INTERESADOS : CAVERO TELLO EDWARD JIMMY
TERAN SORET JORGE LUIS
PROYECTO: ACCESO PRINCIPAL A CONGA TRAMO II
FECHA: 02/10/2014 – 30/10/2014.
MUESTRA: AFIRMADO - 6 CICLOS

6 CICLOS			
CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
95.85	3.79	95.9	4.1
95.29	3.78	95.8	4.3
95.76	4.02	95.3	3.9
95.68	3.84	95.5	4.1
96.11	3.83	96.6	3.8
99.1	3.31	100.1	4.1

PROMEDIO	96.30	3.76	96.53	4.05
DESVIACIÓN ESTANDAR	1.40	0.24	1.80	0.18

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Tabla 6.2.6 Promedio y Desviación Estándar de Resultados de 6 Ciclos de Compactación en la Capa de Afirmado.

Todos los Cálculos Respecto a Los Resultados de La Tabla se encuentran en los Anexos.

6.3. Cuadro de Resultados Obtenidos de cada progresiva en 3 Ciclos, 5 Ciclos y 7 Ciclos de compactación. - Cuadro de Resultados Obtenidos en cada progresiva en 2 Ciclos, 4 Ciclos y 6 Ciclos de compactación.

INTERESADOS : CAVERO TELLO EDWARD JIMMY
TERAN SORET JORGE LUIS
PROYECTO: ACCESO PRINCIPAL A CONGA TRAMO II
FECHA: 01/10/2014 - 30/10/2104
MUESTRA: AFIRMADO

PROGRESIVAS	3 CICLOS				5 CICLOS				7 CICLOS			
	CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR		CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR		CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
14+310	93.71	3.62	92.90	4.20	96.11	3.40	95.90	4.80	98.84	3.90	99.20	4.10
14+820	93.07	3.59	93.10	3.90	94.65	3.21	94.80	4.70	99.06	3.40	99.60	4.20
15+330	93.07	3.55	93.10	4.10	94.74	3.34	94.60	4.60	97.82	3.18	97.90	3.90
15+840	93.20	3.71	93.40	3.90	94.78	3.16	94.50	4.10	98.93	3.54	100.10	4.10
16+350	93.11	3.43	93.90	3.90	95.38	3.19	95.40	3.90	99.83	3.88	100.08	4.20
16+850	93.71	3.62	94.10	3.90	94.44	3.72	94.70	4.10	97.86	3.37	98.90	3.90

PROGRESIVAS	2 CICLOS				4 CICLOS				6 CICLOS			
	CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR		CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR		CONO DE ARENA		DENSÍMETRO NUCLEAR	
	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %	COMPACTACIÓN %	CONTENIDO DE HUMEDAD %
14+570	92.26	3.23	92.30	4.20	94.05	3.11	94.20	4.80	95.85	3.79	95.90	4.10
15+080	92.81	3.35	91.40	3.90	94.22	3.21	94.40	4.20	95.29	3.78	95.80	4.30
15+580	92.13	3.72	92.10	3.90	93.58	3.57	93.80	4.20	95.76	4.02	95.30	3.90
16+090	93.41	3.33	92.40	3.90	94.27	3.11	94.50	3.80	95.68	3.84	95.50	4.10
16+600	92.43	3.56	93.10	3.80	94.01	3.51	94.50	3.90	96.11	3.83	96.60	3.80
17+100	91.57	3.94	91.70	3.90	93.50	3.98	94.20	4.10	99.10	3.31	100.10	4.10

Fuente: Elaboración propia, 2015.

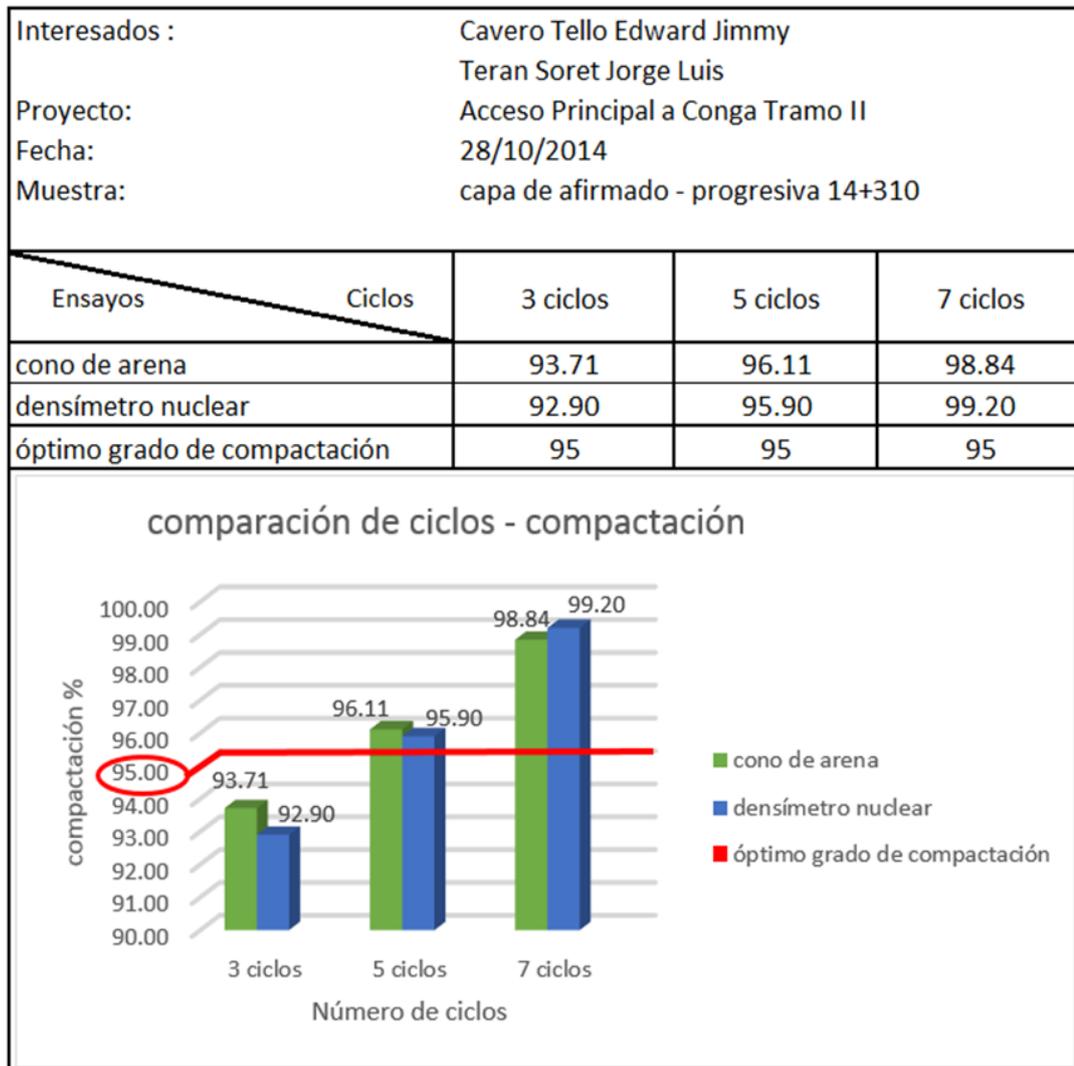
Tabla 6.3 Cuadro de Resultados Obtenidos de Compactación en 3 Ciclos, 5 Ciclos y 7 Ciclos. - Cuadro de Resultados Obtenidos de Compactación en 2 Ciclos, 4 Ciclos y 6 Ciclos.

Todos los Cálculos Respecto a Los Resultados de La Tabla se encuentran en los Anexos.

6.4. Comparación de Resultados del Número de Ciclos Versus Compactación.

6.4.1 Comparación de Resultados de 3, 5, y 7 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 14+310.

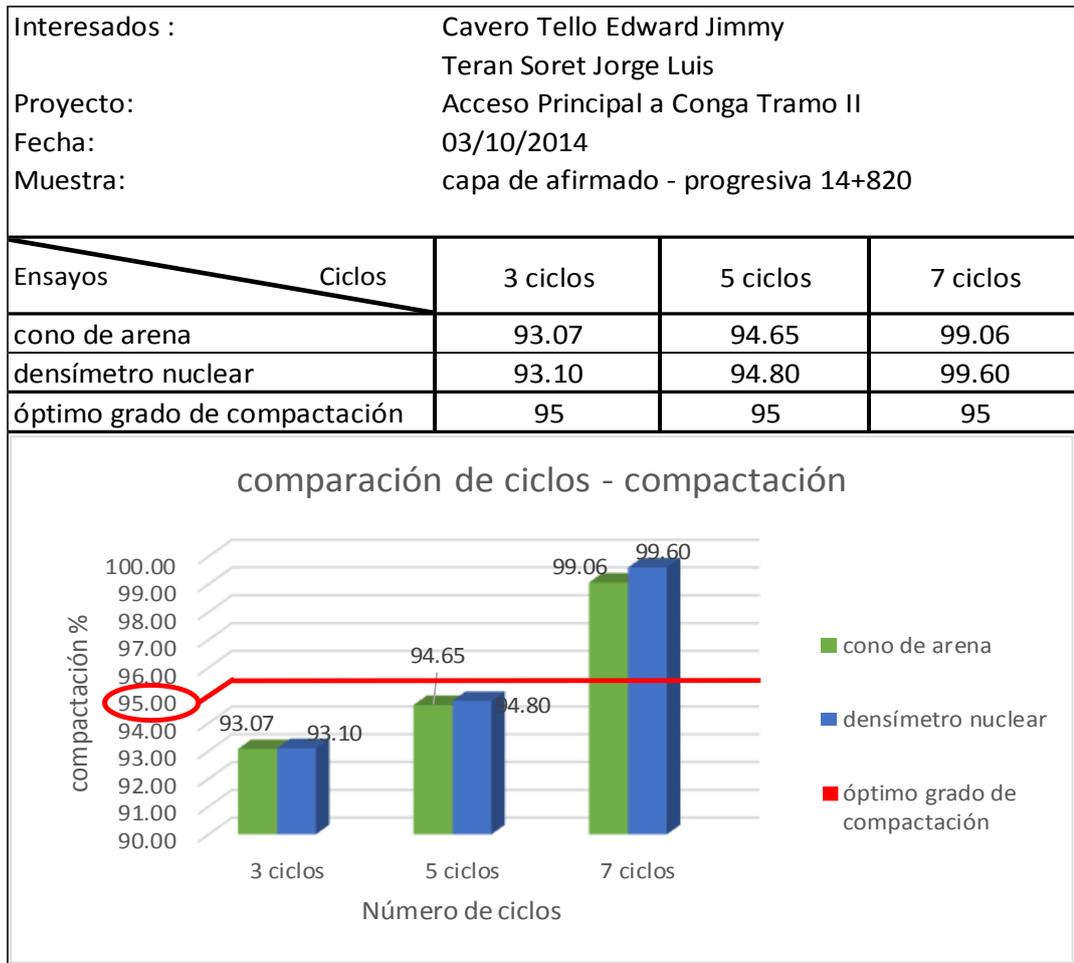
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.2 Comparación de Resultados de 3, 5, y 7 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 14+820.

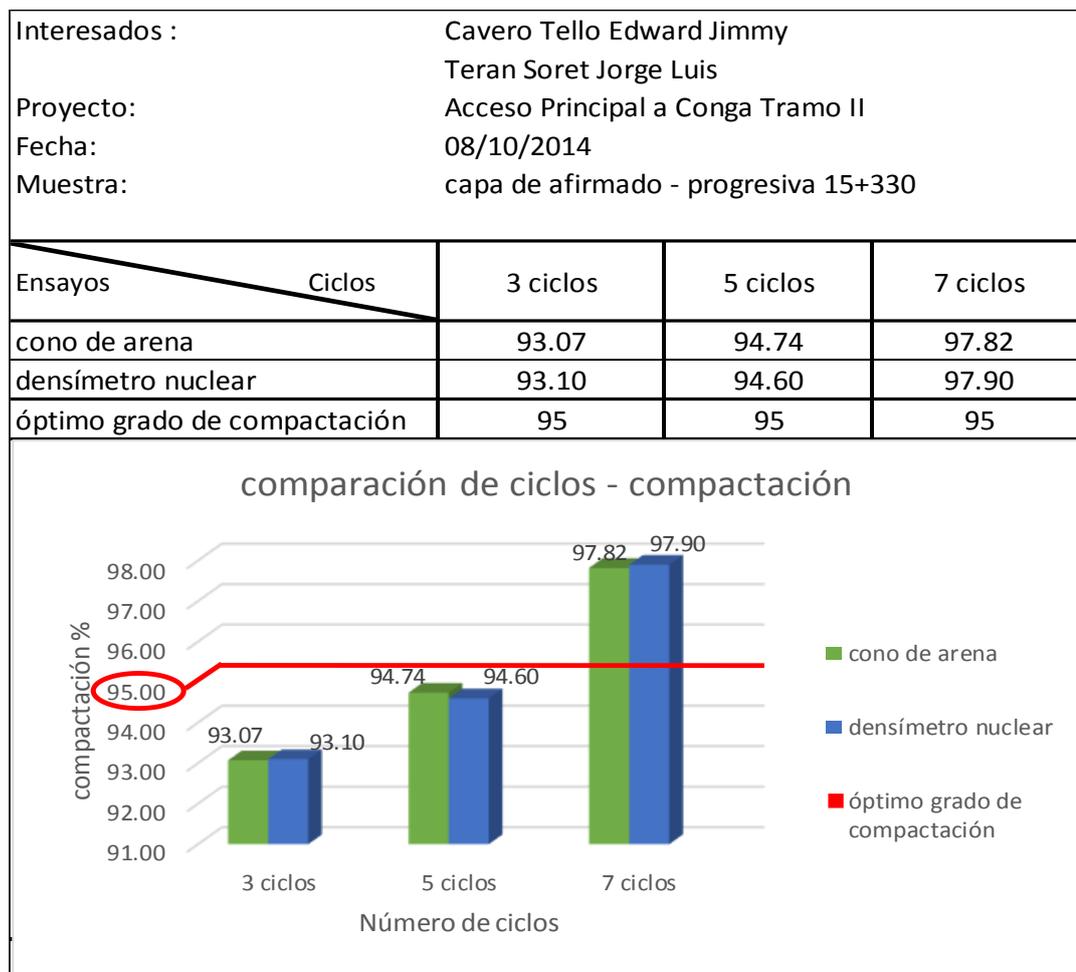
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.3 Comparación de Resultados de 3, 5, y 7 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 15+330.

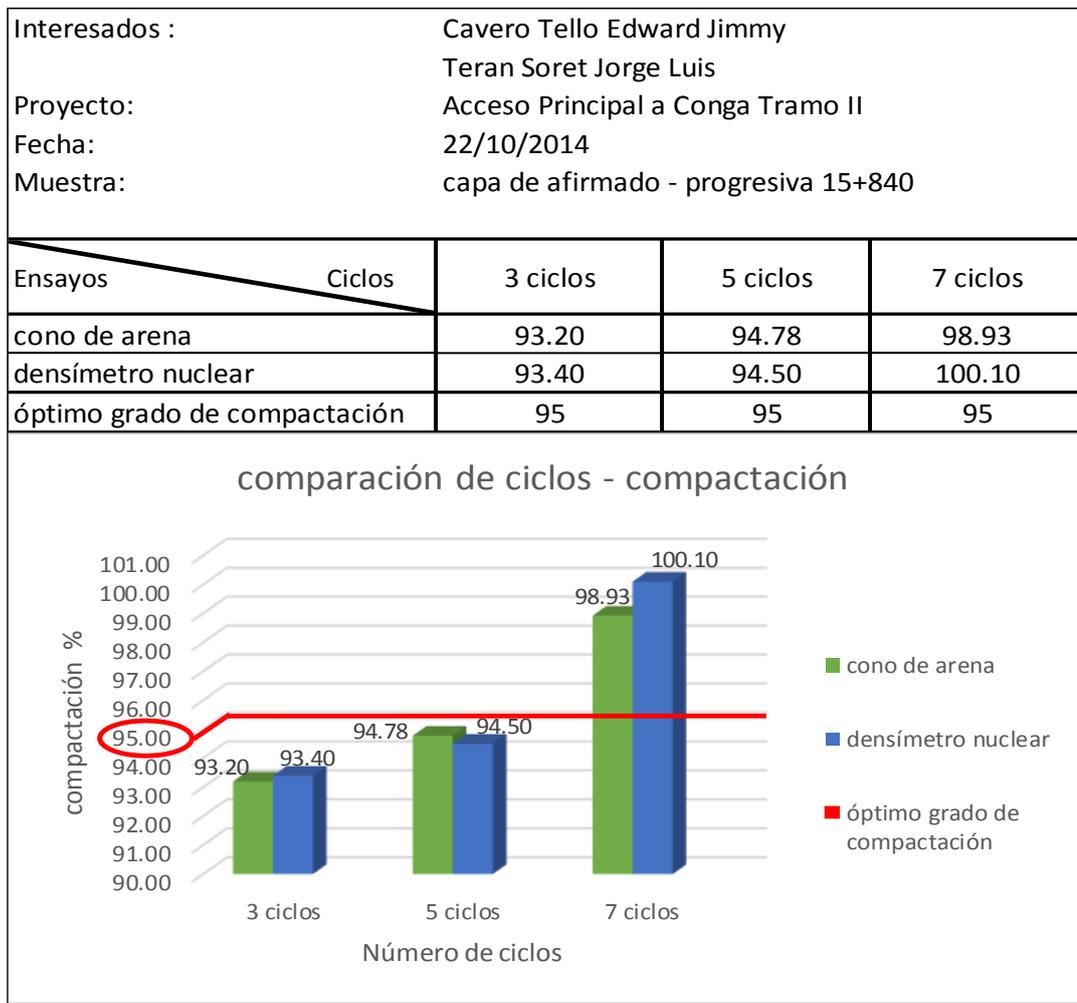
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.4 Comparación de Resultados de 3, 5, y 7 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 15+840.

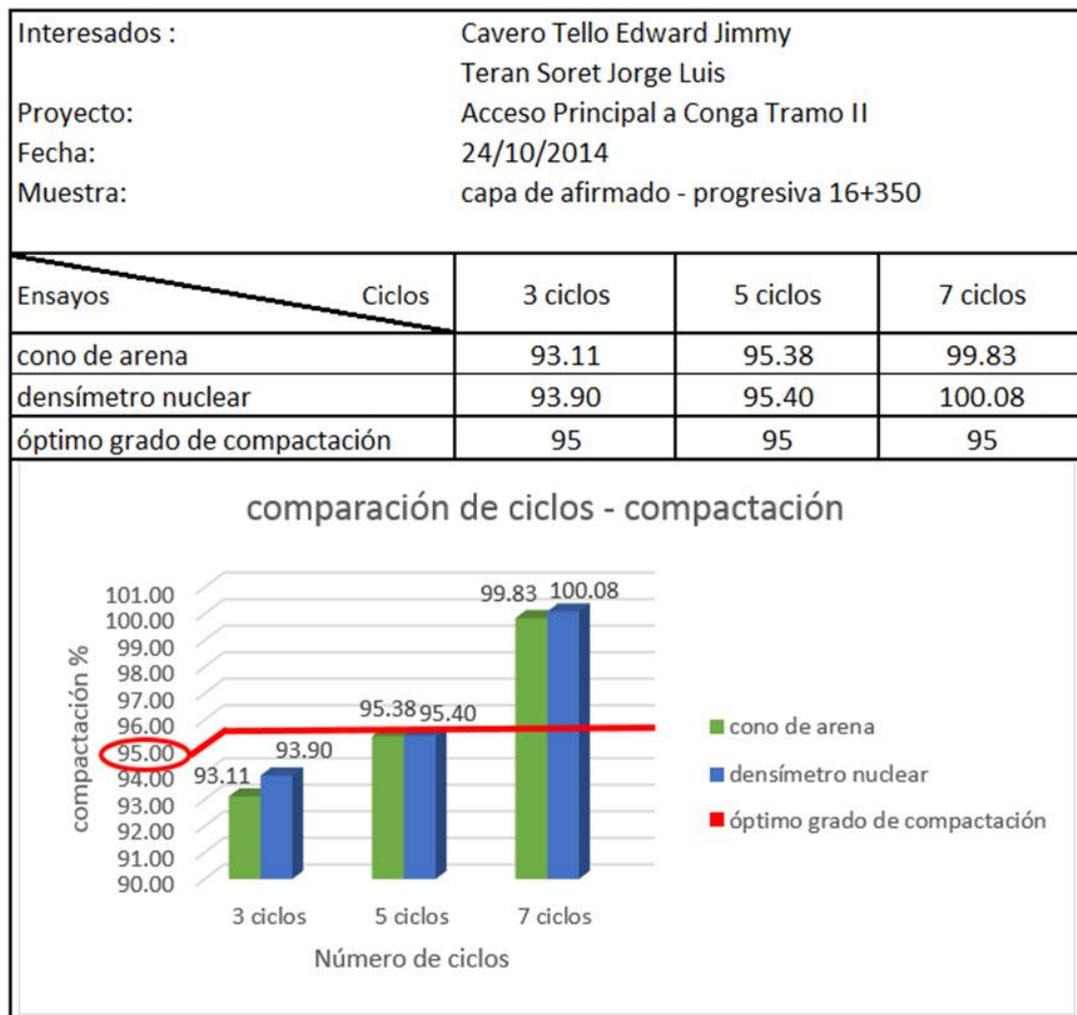
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.5 Comparación de Resultados de 3, 5, y 7 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 16+350.

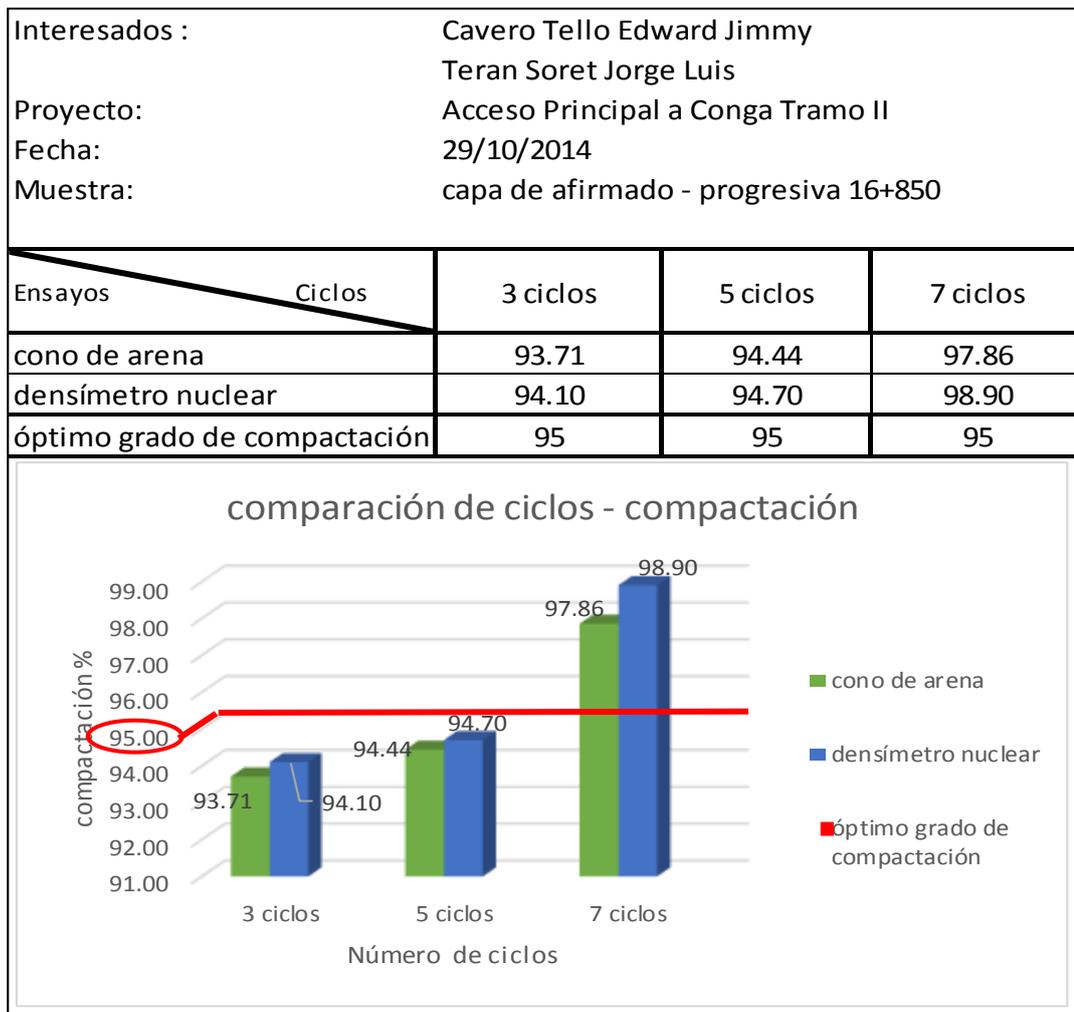
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.6 Comparación de Resultados de 3, 5, y 7 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 16+850.

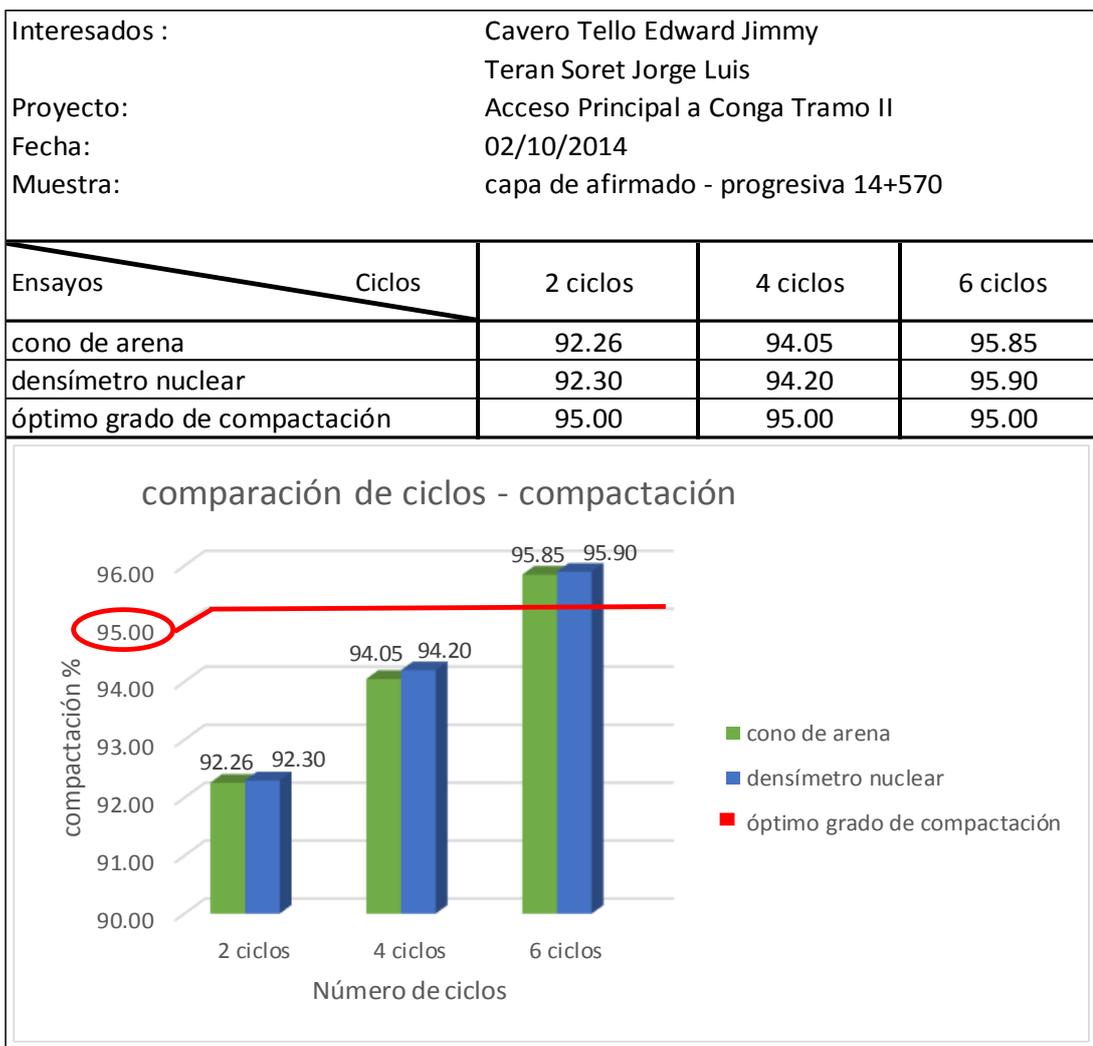
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.7 Comparación de Resultados de 2, 4, y 6 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 14+570.

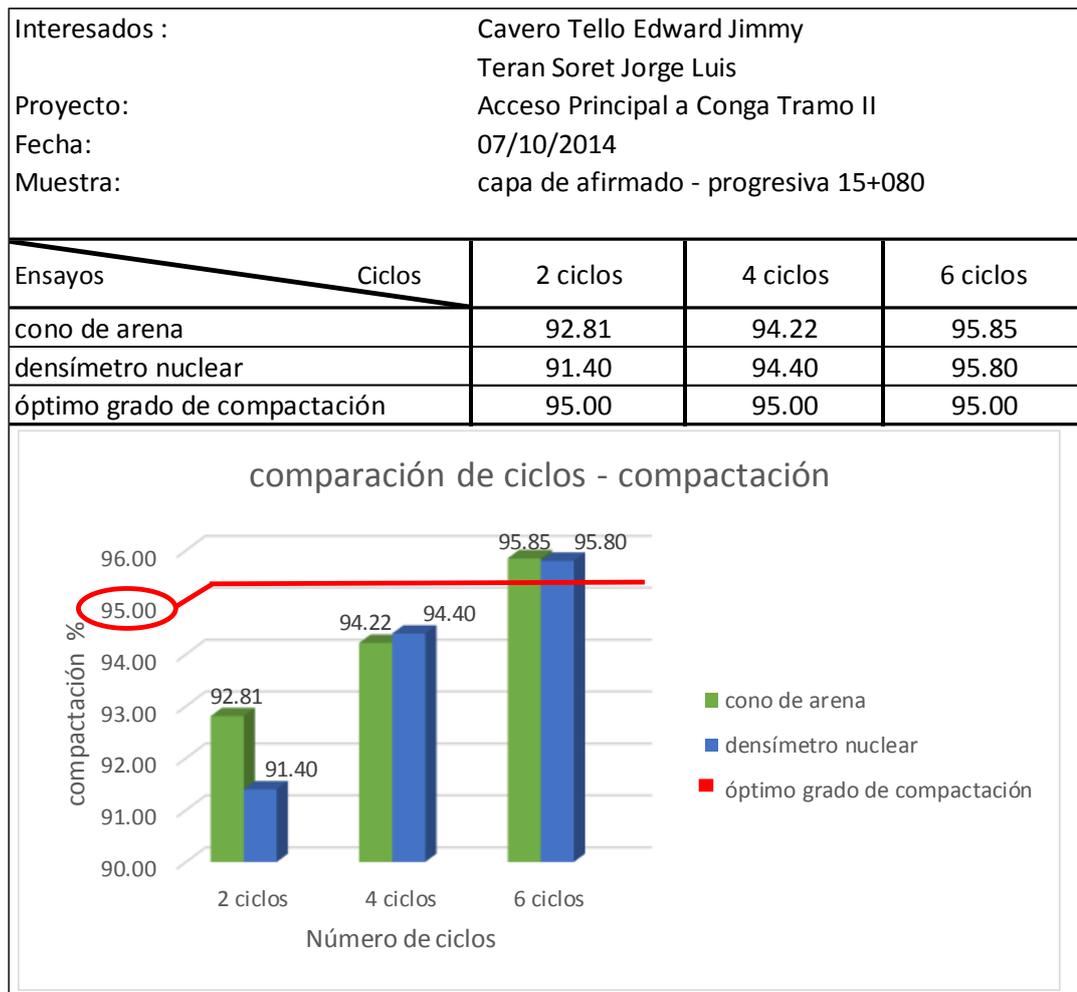
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.8 Comparación de Resultados de 2, 4, y 6 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 15+080.

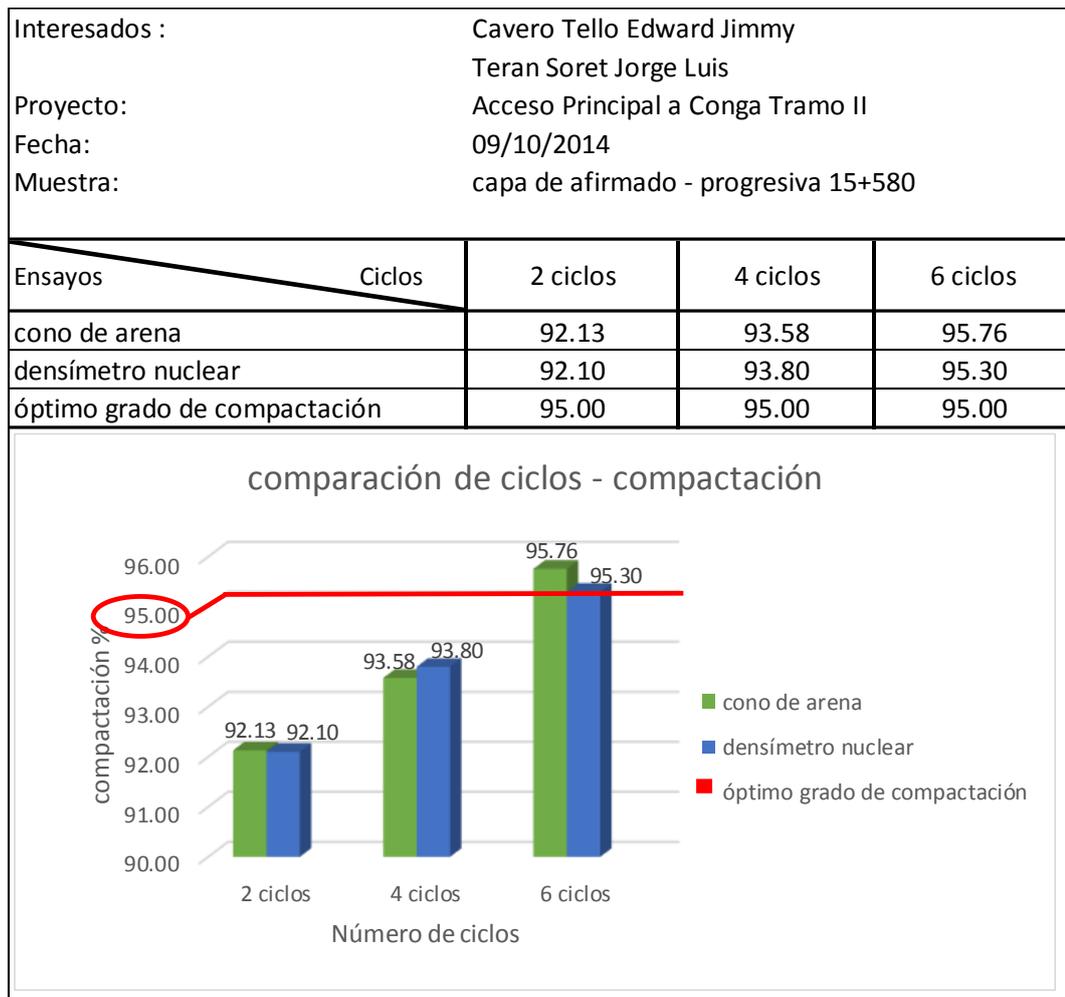
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.9 Comparación de Resultados de 2, 4, y 6 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 15+580.

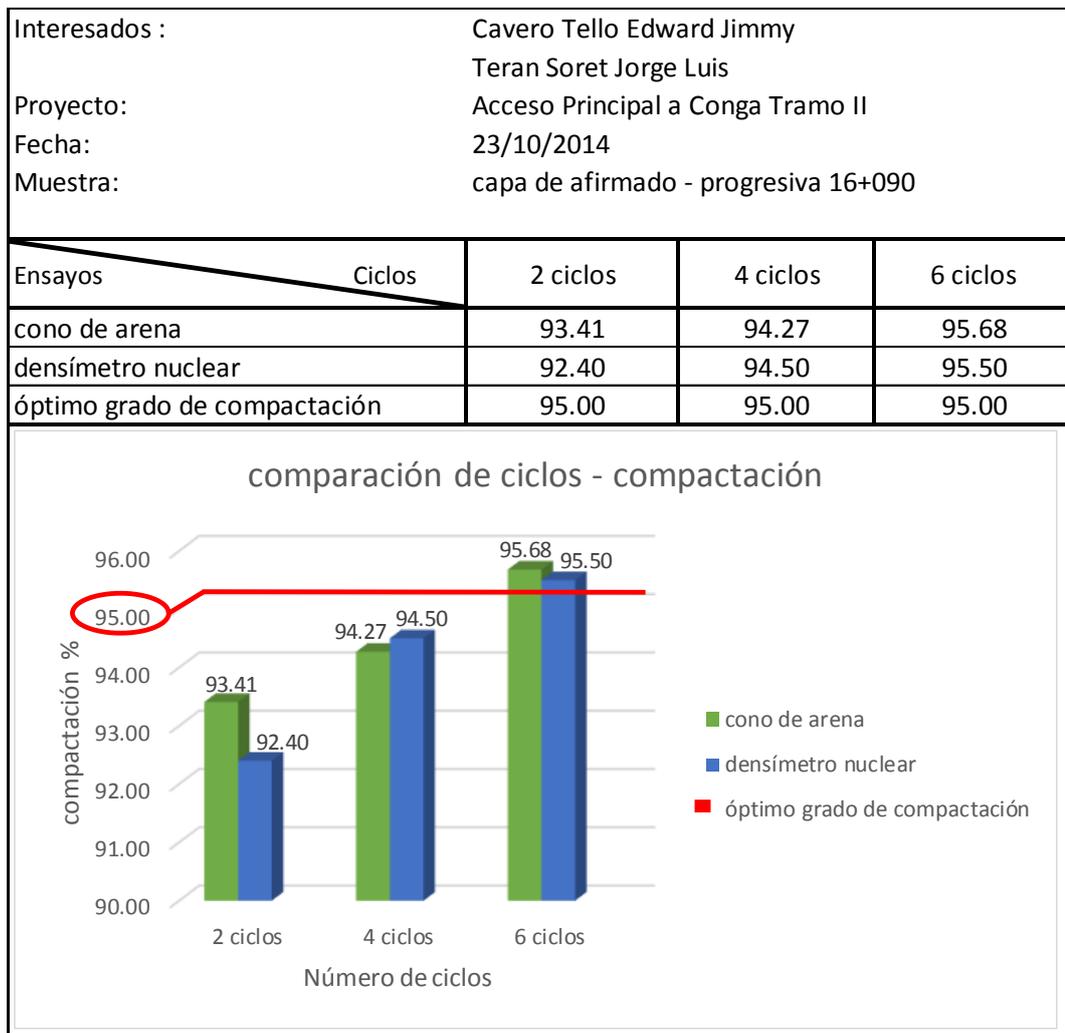
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.10 Comparación de Resultados de 2, 4, y 6 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 16+090.

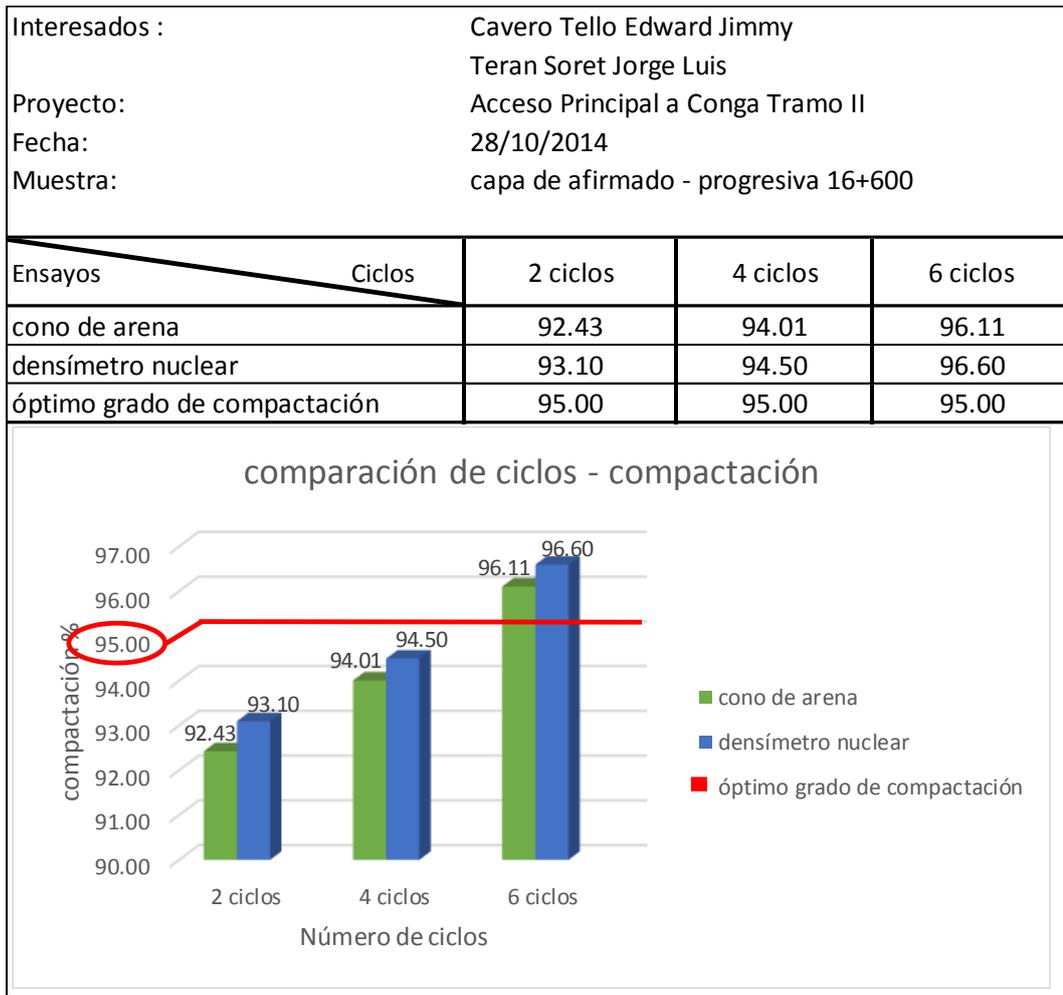
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.11 Comparación de Resultados de 2, 4, y 6 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 16+600.

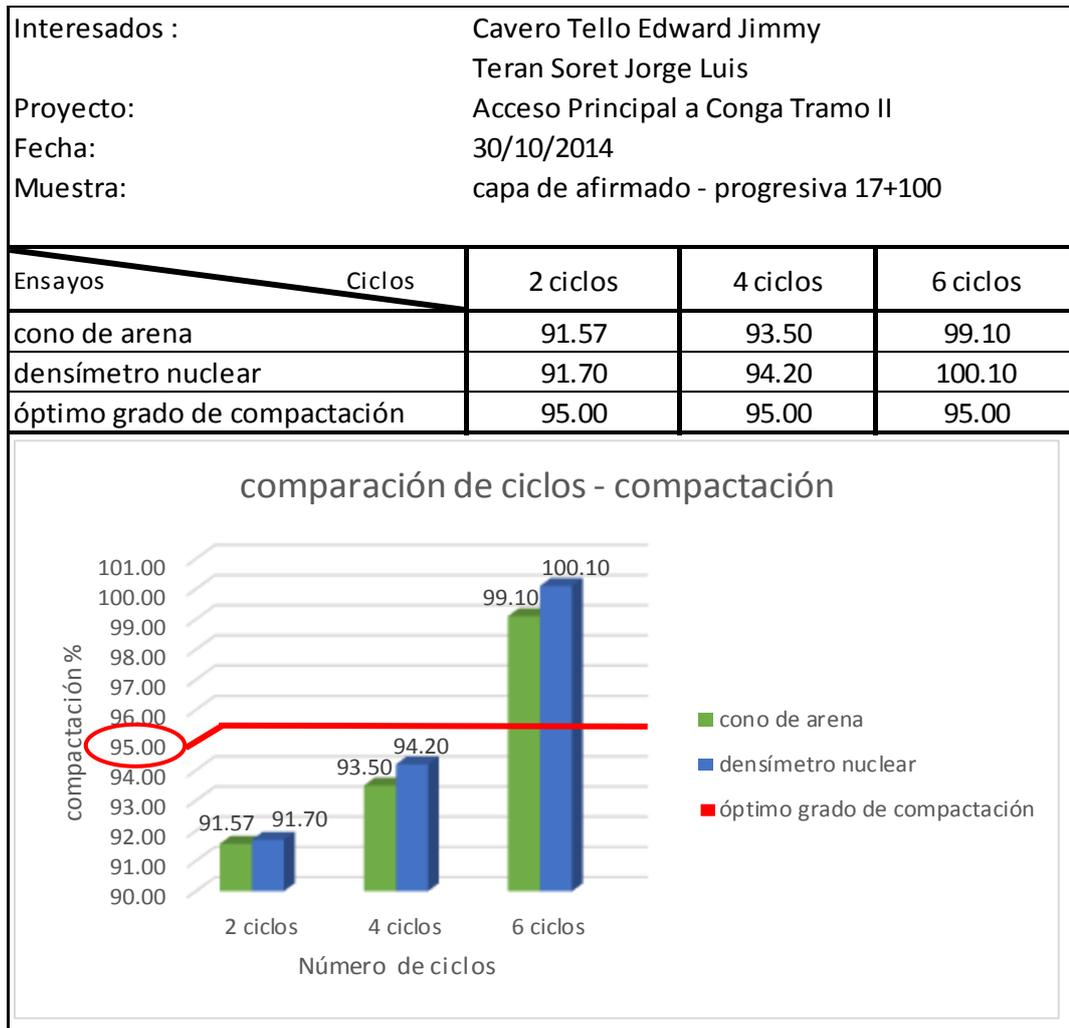
Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%



Fuente: Elaboración propia, 2015.

6.4.12 Comparación de Resultados de 2, 4, y 6 Ciclos; Versus Compactación en la Progresiva 17+100.

Según las EG 2013 – Grado de compactación 95%

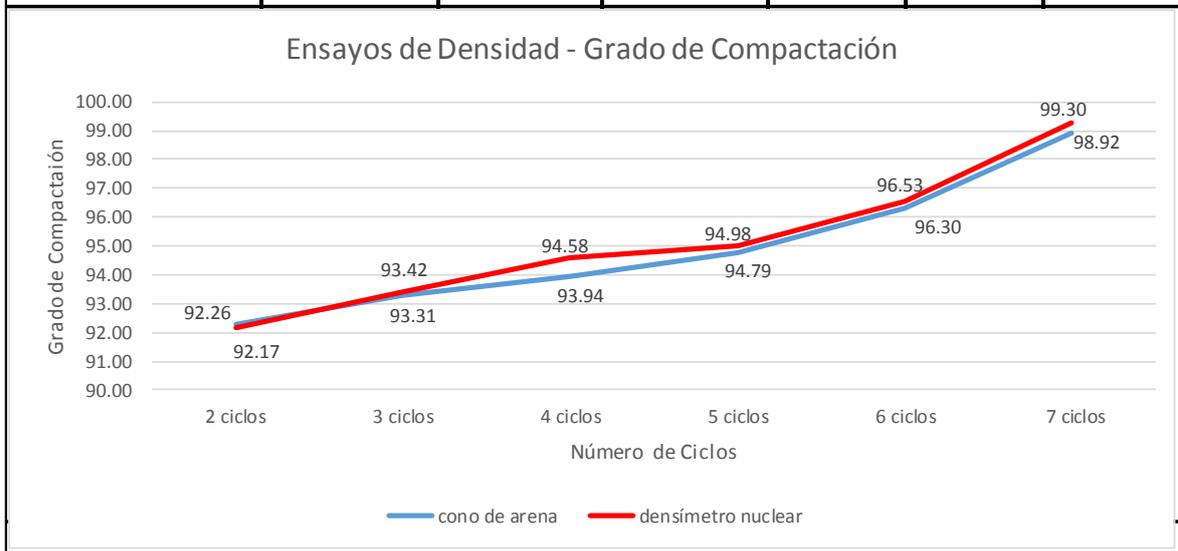


Fuente: Elaboración propia, 2015.

Comparación de resultados de ensayos de Densidad de campo vs Grado de Compactación

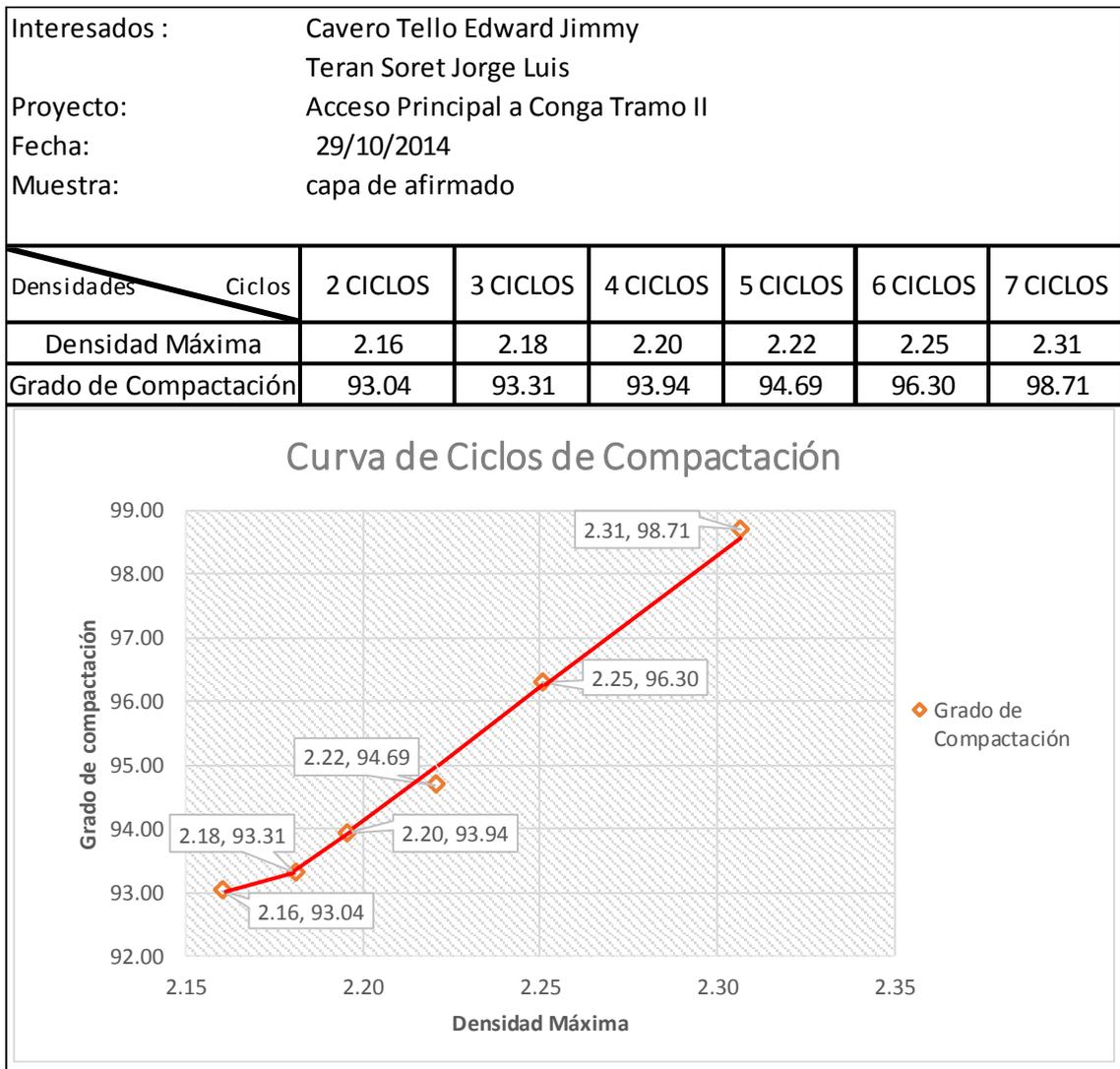
Interesados :	Cavero Tello Edward Jimmy Teran Soret Jorge Luis
Proyecto:	Acceso Principal a Conga Tramo II
Fecha:	24/10/2014
Muestra:	capa de afirmado

Ensayos \ Ciclos	2 ciclos	3 ciclos	4 ciclos	5 ciclos	6 ciclos	7 ciclos
cono de arena	92.26	93.31	93.94	94.79	96.30	98.92
densímetro nuclear	92.17	93.42	94.58	94.98	96.53	99.30



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Comparación de Densidad Máxima vs Grado de Compactación, obteniendo la curva de ciclos de compactación



Fuente: Elaboración propia, 2015.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

- Los resultados obtenidos durante la investigación se basan en determinar el número de ciclos patrón en el afirmado del acceso principal a conga, siendo este de 6 ciclos con una efectividad en compactación con el rodillo liso vibratorio de 10 tn, eso se valida después de haber realizado los ensayos de densidad de campo con los métodos: cono de arena y densímetro nuclear, para posteriormente a través de estos, obtener el grado óptimo de compactación (%) aplicados sobre la capa de afirmado.
- Después de haber determinado el grado de compactación del 95% en los 6 ciclos, se procede a pasar a determinar ensayos en la siguiente progresiva.
- En el proyecto acceso principal a Conga se comprobó que la muestra utilizada para la capa de afirmado muestra una densidad máxima de 2.337 gr/cm³ con un contenido de humedad de 4.9%, y una clasificación general según el sistema AASHTO A - 2 – 4.
- En este estudio se determinan comparaciones entre los resultados obtenidos en los métodos y así mismo obtener sus respectivas características, con ello se puede definir cuál de estos, es el que representa una menor variación en los resultados.
- Basándonos en los resultados obtenidos sobre la capa de afirmado, se pudo notar que el método que mostró una menor variación en los resultados mostrados, es el método del cono de arena (según los cuadros de resultados de ensayos obtenidos, las cuales indican el promedio de las pruebas realizadas con el método del cono de arena y el densímetro nuclear para la capa de afirmado), por el contrario el densímetro nuclear muestra mayor variación en sus resultados, en la capa de afirmado se muestra una desviación estándar menor en método cono de arena en todos los ciclos estudiados del proyecto.
- Estos resultados muestran que el método del cono de arena aunque es un procedimiento que conlleva un mayor tiempo que el densímetro nuclear (ya que dependiendo del tipo de suelo el método del cono de arena puede tardar de 30 – 40 min. en realizar una prueba, por el contrario el densímetro nuclear tarda

aproximadamente 15 seg. en la medición de cada densidad), el método de cono de arena es una prueba más directa y más confiable ya que interactúan de una mejor manera con el estrato a trabajar, el densímetro nuclear intervienen unos ciertos factores que hacen que la medición por ocasiones se muestre errónea y con un mayor grado de variación en sus resultados.

CONCLUSIONES

- 1) No se ha cumplido la hipótesis de la presente investigación.
- 2) El número de ciclos patrón es de 6 ciclos.
- 3) Se ha obtenido la densidad de campo hasta obtener el grado de compactación de 95% según las EG-2013 para los afirmados.
- 4) Los ensayos realizados en dicha investigación se realizaron cada 250 m. según lo determina las EG – 2013.
- 5) El material de afirmado es proveniente de la cantera Chinalinda, ubicado en el proyecto Conga.
- 6) Luego de la realización de pruebas con el método cono de arena y el densímetro nuclear, los resultados indican que ambos métodos son semejantes.

RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas investigaciones, utilizando materiales de canteras propias de Cajamarca y así obtener un número de ciclos patrón a nivel de afirmado para carreteras.
- Se propone realizar investigaciones respecto al tiempo y costo de dicho proceso que realiza el compactador en un ciclo de compactación.
- Se recomienda realizar una investigación de comparación, ventajas y desventajas utilizando los métodos de densidad de campo: Cono de Arena, Densímetro Nuclear y Reemplazo de Agua; en cuanto al tiempo, costo en un afirmado.

REFERENCIAS

- Juarez , B., & Rico, R. (2005). *Mecánica de Suelos Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. D.F., México: NoriegaEditores. Recuperado el 01 de 09 de 2015
- Lopez, W. (24 de 10 de 2009). *compactacion-de-suelos COMPACTACION DE SUELOS*. Recuperado el 02 de 09 de 2015, de slideshare: <http://www.slideshare.net/wlopezalmarza/compactacion-de-suelos>
- Montejo , A. (S/F). *Ingeniería de Pavimentos Tercera Edición Tomo 2*. Colombia: CYDMA TECH S.A.C.
- MTC. (27 de 12 de 2000). *transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EG-2000/cap3/seccion302.htm CAPITULO 3 : SUBBASES Y BASES Sección 302 : Afirmado Descripción* . Recuperado el 02 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EG-2000/cap3/seccion302.htm
- MTC. (28 de 08 de 2003). *mtc107 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO*. Recuperado el 02 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EM-2000/seccion-01/mtc107.pdf
- MTC. (27 de 08 de 2003). *mtc111 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD*. Recuperado el 03 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EM-2000/seccion-01/mtc111.pdf
- MTC. (27 de 08 de 2003). *mtc116 COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA STANDARD*. Recuperado el 02 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EM-2000/seccion-01/mtc116.pdf
- MTC. (27 de 08 de 2003). *mtc117 ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE LOS SUELOS EN EL CAMPO POR EL METODO DEL CONO DE ARENA*. Recuperado el 01 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EM-2000/seccion-01/mtc117.pdf
- MTC. (27 de 08 de 2003). *mtc124 DENSIDAD EN EL SITIO - METODO NUCLEAR A PROFUNDIDAD REDUCIDA*. Recuperado el 01 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/EM-2000/seccion-01/mtc124.pdf

- MTC. (01 de 02 de 2013). *manualdecarreteraspecificacionestecnicasgeneralesparaconstruccion*. Recuperado el 02 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: <http://www.sutran.gob.pe/portal/images/Transito/manualdecarreteraspecificacionestecnicasgeneralesparaconstruccion.pdf>
- MTC. (10 de 03 de 2013). *manual-de-carreteras-especificaciones-tecnicas-generales-para-construccion-eg-2013-peru/ EG 2013*. Recuperado el 01 de 09 de 2015, de Civilgeeks.com: <http://civilgeeks.com/2013/03/10/manual-de-carreteras-especificaciones-tecnicas-generales-para-construccion-eg-2013-peru/>
- MTC. (S.F de S.F de S.F). *EG-2000/cap3/seccion302 CAPITULO 3 : SUBBASES Y BASES Sección 302 : Afirmado*. Recuperado el 04 de 09 de 2015, de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: https://www.google.com.pe/?gfe_rd=cr&ei=gLTpVe6HFqzI8AeKqb_YDQ&gws_rd=ssl
- USAM. (10 de 11 de 2011). *reporte-de-practica-no-2 MECANICA DE SUELOS FES ARAGON*. Recuperado el 01 de 09 de 2015, de MECANICA DE SUELOS FES ARAGON: <http://mecanicadesuelosaragon.blogspot.mx/2011/11/reporte-de-practica-no-2.html>
- Villalaz, C. (2007). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones Sexta Edición*. México: NORIEGAEDITORES. Recuperado el 01 de 09 de 2005

ANEXOS

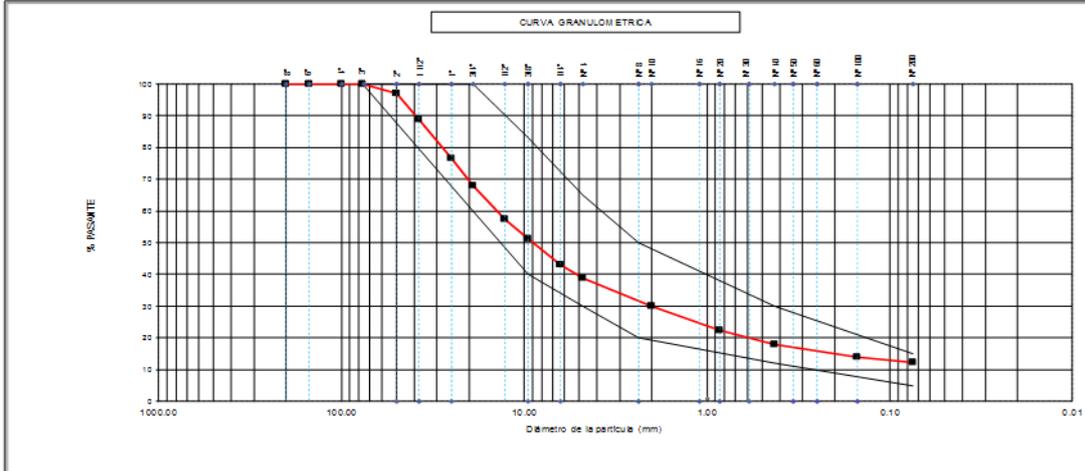
FORMATO DE ENSAYOS

ESTUDIO DE CANTERA

Tmices		Peso Parcial Retenido (g)	Peso Acum. Retenido (g)	% Retenido Acumulado	% Pasante	Especificación (%Que Pasa)	Temp. de Secado: 110°C / 60 °C / Ambiente	
8"	200.000 mm						(+) #4 Seco (g)	15,157.4
6"	150.000 mm				100.00		(-) #4 Seco (g)	9,651.1
4"	100.000 mm				100.00		Peso Total Seco (g)	24,808.5
3"	76.200 mm				100.00	100 100	Peso seco para tamizado grueso (g)	24,808.5
2"	50.000 mm	739.8	739.8	2.98	97.02		Peso Seco para Tamizado Fino (g)	580.1
1 1/2"	37.500 mm	2053.2	2793.0	11.26	88.74		Peso Húmedo pasante N 4 (g)	10,203.1
1"	25.000 mm	3042.0	5835.0	23.52	76.48		%Bajo #200 (Met. Lavado)	
Nº	19.000 mm	2136.4	7971.4	32.13	67.87	60 100	Nº Tara	M-14
1/2"	12.700 mm	2624.0	10595.4	42.71	57.29		Peso Seco +Peso Tara (g)	740.20
Nº	9.520 mm	1509.4	12104.8	48.79	51.21	40 83	P.Seco. Desp.Lav +Peso Tara (g)	558.40
Nº	6.350 mm	2026.2	14131.0	56.96	43.04		Peso de Tara (g)	160.10
Nº 4	4.750 mm	1026.4	15157.4	61.10	38.90	30 65	Perdida Muestra (g)	181.80
Nº 8	2.360 mm	105.0	105.0	68.14	31.86	20 50	P.Seco. Desp.Lav (g)	398.30
Nº 10	2.000 mm	28.9	133.9	70.08	29.92		%Baio #200	12.19
Nº 16	1.100 mm						%de Humedad del cuarteo (Método Corrección)	
Nº 20	0.850 mm	113.5	247.4	77.69	22.31		Nº Tara	M-14
Nº 30	0.590 mm						Peso Húmedo+Tara (g)	773.40
Nº 040	0.425 mm	63.8	311.2	81.97	18.03	12 30	Peso Seco +Tara (g)	740.20
Nº 050	0.337 mm						Peso de tara (g)	160.10
Nº 060	0.250 mm	34.4	345.6	84.28	15.72		Peso de arena (g)	33.20
Nº 100	0.150 mm	26.3	371.9	86.04	13.96		peso seco - tara (g)	580.10
Nº 200	0.075 mm	26.4	398.3	87.81	12.19	5 15	%de Humedad	5.72
							Humedad %	6.2 %

Over: 0% Gravas: 61.1% Arenas: 26.71% Finos: 12.19%

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: *Material muestreado en acceso MAR, progresiva 14+310

EJECUTO	EJECUTO	APROBÓ	RESULTADO
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS	Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		CUMPLE X
			NO CUMPLE
			NO APLICA

FECHA: 29/09/2014 FECHA: 29/09/2014 FECHA: 29/09/2014

Fuente: Elaboración propia, 2015.

EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ		RESULTADO	
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY				CUMPLE	X
						NO CUMPLE	
						NO APLICA	
FECHA: 29/09/2014		FECHA: 29/09/2014		FECHA: 29/09/2014			

		Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM D4318		Código de Doc: AST01-A	
Nro de revisión: 1		Fecha de revisión:		Página: 1 de 1	
Obra: ACCESO PRINCIPAL A CONGA		Fecha de Muestreo: 29-sep-14			
ID Laboratorio: LMS-01		Fecha de Ensayo: 29-sep-14			
Muestra: A-AST 01		Muestreado Por: E.Cavero / J. Teran			
Ubicación: Tramo - II		Ensayado Por: E.Cavero / J. Teran			
Km. o Coordenadas Progresiva: 14+310		Tipo de Material: Afirmado			
		Color del Material: Marrón claro			

Determinación Límite Líquido (LL)				
Ident. Bandeja (N°)	L-17	L-33	L-06	-
Suelo Húmedo + Tara (g)	28.50	29.60	29.30	-
Suelo Seco + Tara (g)	25.80	26.50	26.20	-
Peso de Tara (g)	14.10	13.70	14.10	-
Peso del Agua (g)	2.70	3.10	3.10	-
Peso Suelo Seco (g)	11.70	12.80	12.10	-
Número de Golpes (N)	35	27	17	-
Contenido de Humedad (%)	23.08	24.22	25.62	24

Determinación Límite Plástico (PL)				
Ident. Bandeja (N°)	T-01	T-05		-
Suelo Húmedo + Tara (g)	20.90	21.10		-
Suelo Seco + Tara (g)	19.87	20.16		-

Temp. de Secado

Preparación Muestra
60 °C / Ambiente

Contenido de Humedad
60 °C / 110 °C

Cuadro Resumen	
Límite Líquido	24
Límite Plástico	17
Índice de Plasticidad	7

ESPECIFICACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	≤ 35
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4 ≤ ; ≤ 12

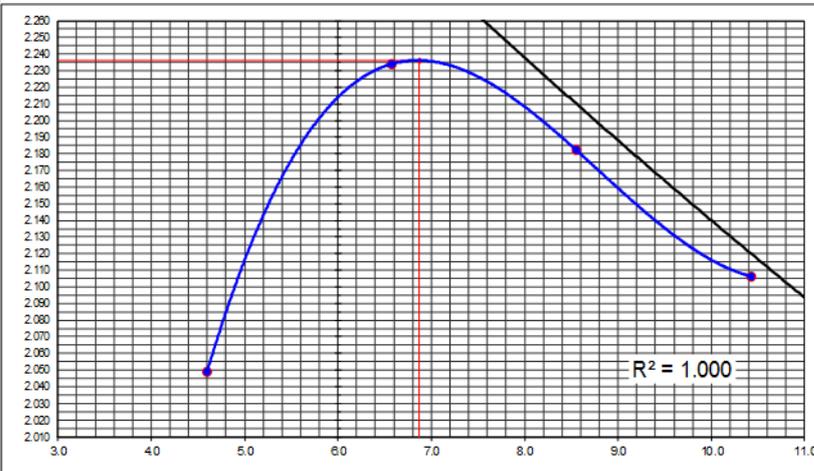
Nº Golpes N	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Observaciones: * Material muestreado en acceso MAR, progresiva 14+310

Fuente: Elaboración propia, 2015.

			
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216		Código de Doc: AST D1-A	
Nro de revisión: 1		Fecha de revisión:	
		Página 1 de 1	
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	29-sep-14
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	29-sep-14
Muestra.	A-AST 01	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran
Ubicación	Tramo - II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran
Km. o Coordenadas	-	Tipo de Material	Afirmado
Progresiva	14+310	Color del Material	Marrón claro
<i>Determinación de la Humedad</i>			
Nº Muestra	1	2	3
Descripción del Suelo			
Nº Recipiente (Tara)	L-14		
Tara + Suelo Húmedo A	4060.90		
Tara + Suelo Seco B	3838.00		
Tara C	222.70		
Peso de Agua D, A-B	222.90		
Suelo Seco, Ws E, B-C	3615.30		
Porc. Humedad (%) (D/E)x100	6.2		
Observaciones: * Material muestreado en acceso MAR, progresiva 14+310			
EJECUTÓ		EJECUTÓ	
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVEROTELLO EDWARD JIMMY	
FECHA: 29/09/2014		FECHA: 29/09/2014	
		APROBÓ	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página	
1				1 de 1	
Obra ACESO PRINCIPAL A CONGA ID Laboratorio LMS - 01 Muestra A.AST 01 Ubicación Tramo - II Km. o Coordenadas - Progresiva 14+310					Fecha de Muestreo 29-sep-14 Fecha de Ensayo 29-sep-14 Muestreado Por E.Cavero / J. Teran Ensayado Por E.Cavero / J. Teran Tipo de Material Afirmado Color del Material Marrón claro
Título: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Proctor Estandar) ASTM D 698					
Código de Doc.: AST01-A					
DETERMINACIÓN					
	1	2	3	4	5
Contenido de agua (%)	2%	4%	6%	8%	
Peso Molde + material húmedo (g)	11061.1	11565.2	11539.5	11448.6	
Peso del molde (g)	6523.8	6523.8	6523.8	6523.8	
Peso de material húmedo (g)	4537.3	5041.4	5015.7	4924.8	
Volumen del molde molde (cm3)	2117.4	2117.4	2117.4	2117.4	
Densidad húmeda (g/cm3)	2.143	2.381	2.369	2.326	
Numero de cápsula	M-12	M-01	M-04	M-02	
Cápsula + material húmedo (g)	996.6	968.8	990.3	993.2	
Cápsula + material seco (g)	959.9	919.0	924.8	914.3	
Peso del agua (g)	36.7	49.8	65.5	78.9	
Peso de la cápsula (g)	161.5	161.7	158.9	157.9	
Peso de suelo seco (g)	798.4	757.3	765.9	756.4	
Contenido de agua (%)	4.60	6.58	8.55	10.43	
Densidad seca (g/cm3)	2.049	2.234	2.182	2.106	
Método		Volumen Molde		T° Secado	
A B XC		2117.4 CC		60°C /110°C	
				Peso molde	
				6523.8 g	
				ASTM D 698	
					
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3) 2.236					
HUMEDAD OPTIMA % 6.9					
DENSIDAD MAXIMA CORREGIDA (gr/cm3) 2.337					
HUMEDAD OPTIMA CORREGIDA% 4.9					
OBSERVACIONES: * Método "C" Molde de 6" Pisón de 5.5 Lb, 56 Golpes, 3 Capas.					
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ	
Alumno: TERAN SORET JORGE LUIS		Alumno: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY			
FECHA: 29/09/2104		FECHA: 29/09/2104		FECHA: 29/09/2104	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

			
Título: CORRECCION DE PROC TOR POR PARTÍCULAS DE SOBRETAMAÑO ASTM D 4718		Código de Doc.: AST01-A	
Nro de revisión: 1	Fecha de revisión:	Página 1 de 1	
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	29-sep-14
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	29-sep-14
Muestra.	A-AST 01	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran
Ubicación	Tramo - II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran
Km. o Coordenadas	-	Tipo de Material	Afirmado
Progresiva	14+310	Color del Material	Marrón claro
Porcentaje de la Fracción de Sobretamaño (Máximo 30%)	(%)	A	32.13
Porcentaje de la Fracción Fina	(%)	B	67.87
Contenido de Humedad de la Fracción de Sobretamaño	(%)	C	0.8
Bulk Specific Gravity		D	2.596
Optimo Contenido de Humedad de la Fracción fina	(%)	E	6.9
Máxima Densidad Seca de la Fracción Fina	(g/cc)	F	2.236
Peso Específico del Agua (T° 20°C)	(g/cc)	G	0.99521
Óptimo Contenido de Humedad Corregido (%)			H, (A*C+B*E)/100
			4.9 %
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cc)			I, 100*D*F*G/(A*F+B*D*G)
			2.337 gr/cc
Observaciones:			
EJECUTÓ		EJECUTÓ	
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY	
APROBÓ			
FECHA: 29/09/2014		FECHA: 29/09/2104	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

			
TÍTULO: PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127		Código de Doc.: AST01-A	
Nro de revisión:	1	Fecha de revisión:	Página 1 de 1
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	29-sep-14
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	29-sep-14
Muestra.	A-AST 01	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran
Ubicación	Tramo - II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran
Km. o Coordenadas	-	Tipo de Material	Afirmado
Progresiva	14+310	Color del Material	Marrón claro
Peso Agregado Seco (g)	A	8217.6	
Peso Agregado Humedecido 24 hr y Superficie Seca (g)	B	8351.7	
Peso Agregado Sumergido (g)	C	5186.4	
	D, B-C	3165.3	
	E, A-C	3031.2	
	F, B-A	134.1	
Bulk Specific Gravity	G, A/D	2.596	
Bulk Specific Gravity (SSD)	H, B/D	2.639	
Apparent Specific Gravity	I, A/E	2.711	
Absorción (%)	J, 100*F/A	1.632	
Observaciones:			
<hr/> <hr/> <hr/>			
EJECUTÓ		EJECUTÓ	
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY	
APROBÓ			
FECHA: 29/09/2014		FECHA: 29/09/2014	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

						
Título: CONTENIDO DE HUMEDAD - PARTICULAS DE SOBRETAMAÑO ASTM D2216				Código de Doc: AS T01-A		
Nro de revisión: 1		Fecha de revisión:		Página 1 de 1		
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	29-sep-14			
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	29-sep-14			
Muestra.	A-AST 01	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran			
Ubicación	Tramo - II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran			
Km. o Coordenadas	-	Tipo de Material	Afirmado			
Progresiva	14+310	Color del Material	Marrón claro			
<i>Determinación de la Humedad</i>						
Nº Muestra		1	2	3	4	Temp. de Secado Preparación Muestra Ambiente / 60 °C / 110°C Método <u>Horno / Microondas</u> w = 0.8 %
Descripción del Suelo						
Nº Recipiente (Tara)		M-11				
Tara + Suelo Húmedo	A	1235.60				
Tara + Suelo Seco	B	1227.30				
Tara	C	159.20				
Peso de Agua	D, A-B	8.30				
Suelo Seco, Ws	E, B-C	1068.10				
Porc. Humedad (%)	(D/E) x100	0.8				
Observaciones:						
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ		
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVEROTELLO EDWARD JIMMY				
FECHA: 29/02/2014		FECHA: 29/09/2014		FECHA: 29/09/2014		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 14+310.

					
Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control AST01-A-CC 03-05-07			
Nro de revisión:	Fecha de revisión:	Página 1 de 1			
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	1-oct.-14		
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	1-oct.-14		
Muestra.	MCA - A-AST 01-CC 03-05-07	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran		
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran		
Km.	14	Tipo de Material	Afirmado		
Progresiva	14+310	Color del Material	Maron claro		
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 3 CICLOS	AFIRMADO - 5 CICLOS	AFIRMADO - 7 CICLOS	
2	Nro de ensayo	01	02	03	
3	Cota de elevación (msnm)	3944.722	3944.805	3944.645	
4	Coordenadas N	9233862.750	9233864.032	9233861.865	
5	Coordenadas E	787690.931	787691.405	787692.012	
6	Cono número	2	2	2	
7	Peso del material neto (g)	6670.00	6608.00	7077.00	
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00	
9	Peso del suelo húmedo (g)	6650.00	6588.00	7057.00	
10	Peso de la arena + frasco (g)	7048.00	7093.00	7001.00	
11	Peso de la arena del cono (g)	1544.50	1544.00	1544.50	
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1283.00	1464.00	1223.00	
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4220.50	4085.00	4233.50	
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440	
15	Volumen del hueco (cm ³)	2930.90	2836.81	2939.93	
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2689	2.3223	2.4004	
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.62	3.40	3.90	
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.190	2.246	2.310	
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II	
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337	
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90	
22	Porcentaje de compactación (%)	93.71%	96.11%	98.84%	
23	Compactación e especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%	
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-	
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-	
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-	
27	Pasó/Falló	Falla	Pasa	Pasa	
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-	
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	
30	Nº De pasadas	3 ciclos	5 ciclos	7 ciclos	
Control de Humedad		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno	
(1)	Recipiente N°	RL-01	RL-02	RL-03	
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8018.00	8024.60	9000.30	
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7806.50	7825.70	8731.80	
(4)	Peso del agua (g)	211.50	198.90	268.50	
(5)	Peso de tara (g)	1967.10	1968.40	1839.50	
(6)	Suelo seco (g)	5839.40	5857.30	6892.30	
(6)	Humedad (%)	3.62	3.40	3.90	
OBSERVACIONES:		* Se informó resultado a: Asesor de tesis Ing. Alejandro Cubas Becerra. * Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación. * Material proviene de la cantera China Linda.			
EJECUTÓ		EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO	
Bachiller: TERAN SORET JORGELUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		CUMPLE 3 CICLOS	NO
				CUMPLE 5 CICLOS	SI
				CUMPLE 7 CICLOS	SI
FECHA: 01/10/2014	FECHA: 01/10/2014	FECHA: 01/10/2014			

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 14+310.

															
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017													Código: AST01-A-CC 03-05-07.		
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.													
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.								FECHA DE ENSAYO:		1-Oct-14			
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESIVA 14+310						DESCRIPCION:				Grava, Arena Limoso			
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								SOLICITADO POR:				E.Cavero / J. Teran	
TURNO:		DIA <input checked="" type="checkbox"/>		NOCHE <input type="checkbox"/>		HORA:						02:43 p.m.			
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO						
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F	
3 CICLOS	787690.821	9233861.751	3944.689	1-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.295	2.208	4.2	92.9	95	Falla	
5 CICLOS	787691.893	9233863.893	3944.568	1-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.318	2.279	4.8	95.9	95	Pasa	
7 CICLOS	787692.569	9233865.135	3944.429	1-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.353	2.359	4.1	99.2	95	Pasa	
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR						Calibración Día							
MARCA:		TROXLER 3440 P						DS:		2387					
SERIE:		66348						MS:		666					
OBSERVACIONES															
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.															
Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5ciclos, 7 ciclos de compactación.															
EJECUTÓ		EJECUTÓ				APROBÓ			RESULTADOS						
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS.		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY							CUMPLE 3 CICLOS						
									NO						
									CUMPLE 5 CICLOS						
SI															
CUMPLE 7 CICLOS					SI										
FECHA: 01/10/2014		FECHA: 01/10/2014				FECHA: 01/10/2014									

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 14+820.

Titulo :		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control AST03-A-CC 03-05-07	
Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página 1 de 1	
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	3-oct.-14		
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	3-oct.-14		
Muestra.	MCA - A-AST 03-CC 03-05-07	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran		
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran		
Km.	14	Tipo de Material	Afirmado		
Progresiva	14+820	Color del Material	Marron claro		
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 3 CICLOS	AFIRMADO - 5 CICLOS	AFIRMADO - 7 CICLOS	
2	Nro de ensayo	07	08	09	
3	Cota de elevación (msnm)	3967.638	3967.501	3966.383	
4	Coordenadas N	9233479.521	9233478.893	9233480.429	
5	Coordenadas E	788033.313	788034.562	788035.471	
6	Cono número	2	2	2	
7	Peso del material neto (g)	6699.00	6768.00	7067.00	
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00	
9	Peso del suelo húmedo (g)	6679.00	6748.00	7047.00	
10	Peso de la arena + frasco (g)	7058.00	7063.00	7021.00	
11	Peso de la arena del cono (g)	1544.00	1544.00	1544.00	
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1245.00	1263.00	1237.00	
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4269.00	4266.00	4240.00	
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440	
15	Volumen del hueco (cm ³)	2964.58	2955.56	2944.44	
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2529	2.2832	2.3933	
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.59	3.21	3.40	
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.175	2.212	2.315	
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II	
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337	
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90	
22	Porcentaje de compactación (%)	93.07%	94.65%	99.06%	
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%	
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-	
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-	
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-	
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa	
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-	
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	
30	Nº De pasadas	3 ciclos	5 ciclos	7 ciclos	
Control de Humedad		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno	
(1)	Recipiente N°	RL-07	RL-08	RL-09	
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8022.00	8034.60	8025.00	
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7812.00	7845.70	7823.00	
(4)	Peso del agua (g)	210.00	188.90	202.00	
(5)	Peso de tara (g)	1964.10	1968.40	1879.50	
(6)	Suelo seco (g)	5847.90	5877.30	5943.50	
(6)	Humedad (%)	3.59	3.21	3.40	
OBSERVACIONES:					
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.					
* Ensayo realizado en afirmado: a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.					
* Material proviene de la cantera China Linda.					
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ	
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		RESULTADO	
				CUMPLE 3 CICLOS	NO
				CUMPLE 5 CICLOS	NO
				CUMPLE 7 CICLOS	SI
FECH: 03/10/2014		FECHA: 03/10/2014		FECHA: 03/10/2014	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 14+820.

														
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSÍMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017														Código: AST03-A-CC 03-05-07
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.												
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.								FECHA DE ENSAYO:		3-Oct-14		
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESIVA 14+820								DESCRIPCIÓN:		Grava, Arena Limoso		
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								SOLICITADO POR:		E.Cavero / J. Teran		
TURNO:		<input checked="" type="checkbox"/> DIA <input type="checkbox"/> NOCHE								HORA:		09:00 a.m.		
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO					
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTACIÓN	% COMP. ESPECIF.	P / F
3 CICLOS	788032.315	9233478.892	3967.459	3-Oct-14	15	CM - AAT II	2.377	4.9	2.315	2.214	3.9	93.1	95	Falla
5 CICLOS	788032.892	9233476.968	3967.442	3-Oct-14	15	CM - AAT II	2.377	4.9	2.228	2.254	4.7	94.8	95	Falla
7 CICLOS	788033.591	9233479.562	3966.298	3-Oct-14	15	CM - AAT II	2.377	4.9	2.453	2.368	4.2	99.6	95	Pasa
EQUIPO:		DENSÍMETRO NUCLEAR						Calibración Día						
MARCA:		TROXLER 3440 P						DS:		2467				
SERIE:		65348						MS:		568				
OBSERVACIONES														
Se informó resultado a: Asesor de tesis/hg. Alejandro Cubas Becerra.														
Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5ciclos, 7 ciclos de compactación.														
EJECUTÓ		EJECUTÓ				APROBÓ				RESULTADOS				
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS.		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								CUMPLE 3 CICLOS				
										NO				
										CUMPLE 5 CICLOS				
NO														
CUMPLE 7 CICLOS														
SI														
FECHA: 03/10/2014		FECHA: 03/10/2014				FECHA: 03/10/2014								

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 15+330.

				
Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556			Código de control AST05-A-CC 03-05-07	
Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página 1 de 1
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	8-oct.-14	
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	8-oct.-14	
Muestra.	MCA - A-AST 05-CC 03-05-07	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran	
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran	
Km.	15	Tipo de Material	Afirmado	
Progresiva	15+330	Color del Material	Marron claro	
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 3 CICLOS	AFIRMADO - 5 CICLOS	AFIRMADO - 7 CICLOS
2	Nro de ensayo	13	14	15
3	Cota de elevación (msnm)	398.1715	3981.636	3981.321
4	Coordenadas N	9233298.236	9233299.389	9233297.469
5	Coordenadas E	788442.321	788440.967	788445.019
6	Cono número	2	2	2
7	Peso del material neto (g)	6600.00	6480.00	7137.00
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00
9	Peso del suelo húmedo (g)	6580.00	6460.00	7117.00
10	Peso de la arena + frasco (g)	7029.00	7084.00	7112.00
11	Peso de la arena del cono (g)	1538.50	1554.50	1544.50
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1284.00	1464.00	1223.00
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4208.50	4066.50	4344.50
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440
15	Volumen del hueco (cm ³)	2921.18	2823.26	3017.01
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2525	2.2881	2.3590
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.55	3.34	3.18
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.175	2.214	2.286
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90
22	Porcentaje de compactación (%)	93.07%	94.74%	97.82%
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.
30	Nº De pasadas	3 ciclos	5 ciclos	7 ciclos
Control de Humedad				
		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno
(1)	Recipiente Nº	RL-04	RL-05	RL-06
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8118.00	8124.60	8957.30
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7906.50	7925.70	8741.40
(4)	Peso del agua (g)	211.50	198.90	215.90
(5)	Peso de tara (g)	1956.20	1968.40	1959.80
(6)	Suelo seco (g)	5950.30	5957.30	6781.60
(6)	Humedad (%)	3.55	3.34	3.18
OBSERVACIONES:				
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.				
* Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.				
* Material proviene de la cantera China Linda.				
EJECUTÓ		EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		CUMPLE 3 CICLOS NO
				CUMPLE 5 CICLOS NO
				CUMPLE 7 CICLOS SI
FECHA: 08/10/2014		FECHA: 08/10/2014	FECHA: 08/10/2014	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 15+330.

															
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017														Código: AT05-A-CC 03-05-07.	
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.													
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.										FECHA DE ENSAYO:		7-Oct-14	
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESMA 15+330										DESCRIPCION:		Grava, Arena Limosa	
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY										SOLICITADO POR:		E.Cavero / J. Teran	
TURNO:		DIA <input checked="" type="checkbox"/> NOCHE <input type="checkbox"/>										HORA:		08:00 a.m.	
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO						
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F	
3 CICLOS	788440.986	9233298.367	3981.698	7-Oct-14	15	CM - AAT II	2.377	4.9	2.372	2.212	4.1	93.1	95	Falla	
5 CICLOS	788441.268	9233296.539	3981.563	7-Oct-14	15	CM - AAT II	2.377	4.9	2.259	2.248	4.6	94.6	95	Falla	
7 CICLOS	788443.196	9233297.289	3981.295	7-Oct-14	15	CM - AAT II	2.377	4.9	2.323	2.326	3.9	97.9	95	Pasa	
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR							Calibración Día						
MARCA:		TROXLER 3440 P							DS:		2537				
SERIE:		65348							MS:		636				
OBSERVACIONES															
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.															
Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.															
EJECUTÓ			EJECUTÓ			APROBÓ			RESULTADOS						
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS.			Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY						CUMPLE 3 CICLOS						NO
									CUMPLE 5 CICLOS						NO
									CUMPLE 7 CICLOS						SI
FECHA: 07/10/2014			FECHA: 07/10/2014			FECHA: 07/10/2014									

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 15+840.

		Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control AST07-A-CC 03-05-07
Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página 1 de 1
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	22-oct.-14	
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	22-oct.-14	
Muestra.	MCA - A-AST 07-CC 03-05-07	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran	
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran	
Km.	15	Tipo de Material	Afirmado	
Progresiva	15+840	Color del Material	Marron claro	
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 3 CICLOS	AFIRMADO - 5 CICLOS	AFIRMADO - 7 CICLOS
2	Nro de ensayo	19	20	21
3	Cota de elevación (msnm)	3992.044	3992.261	3992.105
4	Coordenadas N	9233629.256	9233628.361	9233629.016
5	Coordenadas E	788884.052	788885.623	788884.983
6	Cono número	2	2	2
7	Peso del material neto (g)	6530.00	6458.00	6990.00
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00
9	Peso del suelo húmedo (g)	6510.00	6438.00	6970.00
10	Peso de la arena + frasco (g)	7052.00	7083.00	7021.00
11	Peso de la arena del cono (g)	1538.50	1554.00	1544.50
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1363.00	1472.00	1283.00
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4150.50	4057.00	4193.50
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440
15	Volumen del hueco (cm ³)	2882.29	2817.36	2912.15
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2,2586	2,2851	2,3934
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3,71	3,16	3,54
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2,178	2,215	2,312
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II
20	Máxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2,337	2,337	2,337
21	Humedad óptima (%)	4,90	4,90	4,90
22	Porcentaje de compactación (%)	93,20%	94,78%	98,93%
23	Compactación especificada (%)	95,00%	95,00%	95,00%
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.
30	Nº De pasadas	3 ciclos	5 ciclos	7 ciclos
Control de Humedad				
		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno
(1)	Recipiente Nº	RL-01	RL-02	RL-03
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8106.00	8062.60	8976.00
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7886.50	7875.70	8731.80
(4)	Peso del agua (g)	219.50	186.90	244.20
(5)	Peso de tara (g)	1967.10	1968.40	1839.50
(6)	Suelo seco (g)	5919.40	5907.30	6892.30
(6)	Humedad (%)	3,71	3,16	3,54
OBSERVACIONES:				
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.				
* Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.				
* Material proviene de la cantera China Linda.				
EJECUTÓ		EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
				CUMPLE 3 CICLOS NO
				CUMPLE 5 CICLOS NO
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		CUMPLE 7 CICLOS SI
FECHA: 22/10/2014	FECHA: 22/10/2014	FECHA: 22/10/2014		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 16+350.

		Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control AST09-A-CC 03-05-07	
Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página 1 de 1	
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	24-oct.-14		
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	24-oct.-14		
Muestra.	MCA - A-AST 09-CC 03-05-07	Muestreado Por	E. Cavero / J. Teran		
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E. Cavero / J. Teran		
Km.	16	Tipo de Material	Afirmado		
Progresiva	16+350	Color del Material	Marron claro		
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 3 CICLOS	AFIRMADO - 5 CICLOS	AFIRMADO - 7 CICLOS	
2	Nro de ensayo	25	26	27	
3	Cota de elevación (msnm)	4016.469	4016.311	4016.296	
4	Coordenadas N	9233299.456	9233299.983	9233298.812	
5	Coordenadas E	789193.418	789195.265	789194.364	
6	Cono número	2	2	2	
7	Peso del material neto (g)	6624.00	6844.00	7178.00	
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00	
9	Peso del suelo húmedo (g)	6604.00	6824.00	7158.00	
10	Peso de la arena + frasco (g)	7026.00	7053.00	7035.00	
11	Peso de la arena del cono (g)	1552.50	1544.50	1564.00	
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1248.00	1236.00	1218.00	
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4225.50	4272.50	4253.00	
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440	
15	Volumen del hueco (cm ³)	2934.38	2967.01	2953.47	
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2506	2.3000	2.4236	
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.43	3.19	3.88	
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.176	2.229	2.333	
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II	
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337	
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90	
22	Porcentaje de compactación (%)	93.11%	95.38%	99.83%	
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%	
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-	
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-	
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-	
27	Pasó/Falló	Falla	Pasa	Pas a	
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-	
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	
30	Nº De pasadas	3 ciclos	5 ciclos	7 ciclos	
Control de Humedad		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno	
(1)	Recipiente N°	RL-07	RL-08	RL-09	
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8023.00	8134.60	8095.00	
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7822.00	7943.70	7863.00	
(4)	Peso del agua (g)	201.00	190.90	232.00	
(5)	Peso de tara (g)	1964.10	1968.40	1879.50	
(6)	Suelo seco (g)	5857.90	5975.30	5983.50	
(6)	Humedad (%)	3.43	3.19	3.88	
OBSERVACIONES:					
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.					
* Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.					
* Material proviene de la cantera China Linda.					
EJECUTÓ		EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO	
				CUMPLE 3 CICLOS	NO
				CUMPLE 5 CICLOS	NO
Bachiller: TERA N S ORET JORGE LUIS		Bachiller: CA VERO T ELLO EDIWA RD JIM M Y		CUMPLE 7 CICLOS	SI
FECHA: 24/10/2014	FECHA: 24/10/2014	FECHA: 24/10/2014			

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 16+350.

														
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR A STM D2922/D3017													Código: AST09-A-CC 03-05-07.	
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.												
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.								FECHA DE ENSAYO:		24-Oct-14		
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESIVA 16+350						DESCRIPCION:		Grava, Arena Limoso				
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								SOLICITADO POR:		E.Cavero / J. Teran		
TURNO:		DIA <input checked="" type="checkbox"/>		NOCHE <input type="checkbox"/>		HORA:		02:00 p.m.						
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO					
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F
3 CICLOS	788192.394	9233298.365	4016.396	24-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.321	2.232	3.9	93.9	95	Falla
5 CICLOS	788196.351	9233296.428	4016.891	24-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.325	2.267	3.9	95.4	95	Pasa
7 CICLOS	788193.365	9233297.298	4016.329	24-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.293	2.379	4.2	100.08	95	Pasa
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR						Calibración Día						
MARCA:		TROXLER 3440 P						DS:		2542				
SERIE:		65348						MS:		672				
OBSERVACIONES														
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.														
Ensayo realizado en afirmado, a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.														
EJECUTÓ		EJECUTÓ				APROBÓ				RESULTADOS				
										CUMPLE 3 CICLOS		NO		
										CUMPLE 5 CICLOS		SI		
Bechiller: TERAN SORET JORGE LUIS.		Bechiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								CUMPLE 7 CICLOS		SI		
FECHA: 24/10/2014		FECHA: 24/10/2014				FECHA: 24/10/2014								

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 16+850.

												
Título :		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU										
		MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556										
		Código de control AST11-A-CC 03-05-07										
Nro de revisión:	Fecha de revisión:	Página 1 de 1										
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	29-oct.-14									
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	29-oct.-14									
Muestra.	MCA - A-AST 11-CC 03-05-07	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran									
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran									
Km.	16	Tipo de Material	Afirmado									
Progresiva	16+850	Color del Material	Marron claro									
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 3 CICLOS	AFIRMADO - 5 CICLOS	AFIRMADO - 7 CICLOS								
2	Nro de ensayo	31	32	33								
3	Cota de elevación (msnm)	4010.094	4010.063	4010.012								
4	Coordenadas N	9233764.429	9233766.219	9233762.369								
5	Coordenadas E	789231.268	789233.138	789232.451								
6	Cono número	2	2	2								
7	Peso del material neto (g)	6678.00	6560.00	7284.00								
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00								
9	Peso del suelo húmedo (g)	6658.00	6540.00	7264.00								
10	Peso de la arena + frasco (g)	7018.00	7062.00	7232.00								
11	Peso de la arena del cono (g)	1528.50	1524.50	1544.50								
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1264.00	1424.00	1263.00								
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4225.50	4113.50	4424.50								
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440								
15	Volumen del hueco (cm ³)	2934.38	2856.60	3072.57								
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2690	2.2894	2.3641								
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.62	3.72	3.37								
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.190	2.207	2.287								
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II								
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337								
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90								
22	Porcentaje de compactación (%)	93.71%	94.44%	97.86%								
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%								
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-								
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-								
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-								
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa								
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-								
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.								
30	Nº De pasadas	3 ciclos	5 ciclos	7 ciclos								
Control de Humedad												
		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno								
(1)	Recipiente N°	RL-04	RL-05	RL-06								
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8018.00	8064.60	8897.30								
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7806.50	7845.70	8671.40								
(4)	Peso del agua (g)	211.50	218.90	225.90								
(5)	Peso de tara (g)	1956.20	1968.40	1959.80								
(6)	Suelo seco (g)	5850.30	5877.30	6711.60								
(6)	Humedad (%)	3.62	3.72	3.37								
OBSERVACIONES:												
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.												
* Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.												
* Material proviene de la cantera China Linda.												
.....												
.....												
.....												
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ								
Bachiller: TERA N SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIM M Y										
FECH/ 29/10/2014		FECHA: 29/10/2014		FECHA: 29/10/2014								
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RESULTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CUMPLE 3 CICLOS</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>CUMPLE 5 CICLOS</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>CUMPLE 7 CICLOS</td> <td>SI</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTADO		CUMPLE 3 CICLOS	NO	CUMPLE 5 CICLOS	NO	CUMPLE 7 CICLOS	SI
RESULTADO												
CUMPLE 3 CICLOS	NO											
CUMPLE 5 CICLOS	NO											
CUMPLE 7 CICLOS	SI											

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 3 ciclos, 5 ciclos y 7 ciclos, en la Progresiva 16+850.

															
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017														Código: AST11-A-CC 03-05-07.	
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.													
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.								FECHA DE ENSAYO:		29-Oct-14			
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESMA 16+850								DESCRIPCIÓN:		Grava, Arena Limoso			
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								SOLICITADO POR:		E.Cavero/ J.Teran			
TURNO:		DIA <input checked="" type="checkbox"/>		NOCHE <input type="checkbox"/>		HORA:		10:00 a.m.							
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO						
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F	
3 CICLOS	789232.364	9233765.368	4010.119	29-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.432	2.237	3.9	94.1	95	Falla	
5 CICLOS	789231.289	9233767.191	4010.096	29-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.512	2.298	4.1	96.7	95	Pasa	
7 CICLOS	789231.269	9233763.268	4010.009	29-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.137	2.351	3.9	98.9	95	Pasa	
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR							Calibración Día						
MARCA:		TROYLER 3440 P							DS:		2678				
SERIE:		65348							MS:		628				
OBSERVACIONES															
Se informó resultado a: Asesor de tesis Ing. Alejandro Cubas Becerra.															
Ensayo realizado en afirmado; a 3 ciclos, 5 ciclos, 7 ciclos de compactación.															
EJECUTÓ		EJECUTÓ				APROBÓ			RESULTADOS						
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS.		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY							CUMPLE 3 CICLOS						
									NO						
									CUMPLE 5 CICLOS						
SI															
CUMPLE 7 CICLOS						SI									
FECHA: 28/10/2014		FECHA: 28/10/2014				FECHA: 28/10/2014									

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 14+570.

		Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control
Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página 1 de 1
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	2-oct.-14	
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	2-oct.-14	
Muestra.	MCA - A-AST 02-CC 02-04-06	Muestreado Por	E. Caverro / J. Teran	
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E. Caverro / J. Teran	
Km.	14	Tipo de Material	Afirmado	
Progresiva	14+570	Color del Material	Marron claro	
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 2 CICLOS	AFIRMADO - 4 CICLOS	AFIRMADO - 6 CICLOS
2	Nro de ensayo	04	05	06
3	Cota de elevación (msnm)	3952.063	3952.025	3952.101
4	Coordenadas N	9233645.451	9233643.938	9233644.664
5	Coordenadas E	787865.291	787864.753	787863.961
6	Cono número	2	2	2
7	Peso del material neto (g)	6585.00	6689.00	6915.00
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00
9	Peso del suelo húmedo (g)	6565.00	6669.00	6895.00
10	Peso de la arena + frasco (g)	7020.00	7040.00	7012.00
11	Peso de la arena del cono (g)	1544.60	1528.00	1532.00
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1228.00	1275.00	1209.00
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4247.40	4237.00	4271.00
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440
15	Volumen del hueco (cm ³)	2949.58	2942.36	2965.97
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2257	2.2665	2.3247
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.23	3.11	3.79
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.156	2.198	2.240
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II
20	Máxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90
22	Porcentaje de compactación (%)	92.26%	94.05%	95.85%
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pas a
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.
30	Nº De pasadas	2 ciclos	4 ciclos	6 ciclos
Control de Humedad		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno
(1)	Recipiente N°	RL-04	RL-05	RL-06
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8022.00	8076.00	8976.00
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7832.20	7892.00	8720.00
(4)	Peso del agua (g)	189.80	184.00	256.00
(5)	Peso de tara (g)	1956.20	1968.40	1959.80
(6)	Suelo seco (g)	5876.00	5923.60	6760.20
(6)	Humedad (%)	3.23	3.11	3.79
OBSERVACIONES:				
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.				
* Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.				
* Material proviene de la cantera China Linda.				
EJECUTÓ		EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO
				CUMPLE 2 CICLOS NO
				CUMPLE 4 CICLOS NO
				CUMPLE 6 CICLOS SI
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		
FECH: 02/10/2014	FECHA: 02/10/2014	FECHA: 02/10/2014		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 14+570.

															
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017														Código: AST02-A-CC02-04-06	
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.													
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.								FECHA DE ENSAYO:		2-Oct-14			
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESMA 14+570								DESCRIPCION:		Grava, Arena Limoso			
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								SOLICITADO POR:		E.Cavero / J.Teran			
TURNO:		<input checked="" type="checkbox"/> DIA <input type="checkbox"/> NOCHE								HORA:		08:00 a.m.			
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO						
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F	
2 CICLOS	787864.397	9233644.968	3952.048	2-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.259	2.193	4.2	92.3	96	Falla	
4 CICLOS	787863.832	9233641.976	3952.036	2-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.316	2.239	4.8	94.2	96	Falla	
6 CICLOS	787861.684	9233643.891	3952.086	2-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.343	2.279	4.1	95.9	96	Pasa	
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR							Calibración Día						
MARCA:		TROXLER 3440 P							DS:		2538				
SERIE:		65348							MS:		676				
OBSERVACIONES															
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Oubas Becerra.															
Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.															
EJECUTÓ			EJECUTÓ			APROBÓ			RESULTADOS						
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS			Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY						CUMPLE 2 CICLOS						
									NO						
									CUMPLE 4 CICLOS						
NO															
CUMPLE 6 CICLOS															
SI															
FECHA: 02/10/2014			FECHA: 02/10/2014			FECHA: 02/10/2014									

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 15+080.

							
Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control AST04-A-CC 02-04-06					
Nro de revisión:		Fecha de revisión:					
		Página 1 de 1					
Obra ID Laboratorio Muestra. Ubicación Km. Progresiva	ACCESO PRINCIPAL A CONGA LMS - 01 MCA - A-AST 04-CC 02-04-06 TRAMO II 14 15+080	Fecha de Muestreo Fecha de Ensayo Muestreado Por Ensayado Por Tipo de Material Color del Material	7-oct.-14 7-oct.-14 E.Cavero / J. Teran E.Cavero / J. Teran Afirmado Marron claro				
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 2 CICLOS	AFIRMADO - 4 CICLOS	AFIRMADO - 6 CICLOS			
2	Nro de ensayo	10	11	12			
3	Cota de elevación (msnm)	3978.218	3978.285	3979.102			
4	Coordenadas N	9233286.199	9233287.015	9233282.983			
5	Coordenadas E	788206.685	788211.403	788210.912			
6	Cono número	2	2	2			
7	Peso del material neto (g)	6458.00	6681.00	6989.00			
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00			
9	Peso del suelo húmedo (g)	6438.00	6661.00	6969.00			
10	Peso de la arena + frasco (g)	6928.00	7023.00	7130.00			
11	Peso de la arena del cono (g)	1543.70	1517.00	1529.00			
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1248.00	1285.00	1259.00			
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4136.30	4221.00	4342.00			
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440			
15	Volumen del hueco (cm ³)	2872.43	2931.25	3015.28			
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2413	2.2724	2.3112			
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.35	3.21	3.78			
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.169	2.202	2.227			
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II			
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337			
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90			
22	Porcentaje de compactación (%)	92.81%	94.22%	95.29%			
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%			
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-			
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-			
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-			
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa			
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-			
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.			
30	Nº De pasadas	2 ciclos	4 ciclos	6 ciclos			
Control de Humedad							
		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno			
(1)	Recipiente N°	RL-01	RL-02	RL-03			
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8132.00	8086.00	8876.00			
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7932.20	7896.00	8620.00			
(4)	Peso del agua (g)	199.80	190.00	256.00			
(5)	Peso de tara (g)	1967.10	1968.40	1839.50			
(6)	Suelo seco (g)	5965.10	5927.60	6780.50			
(6)	Humedad (%)	3.35	3.21	3.78			
OBSERVACIONES: * Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra. * Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación. * Material proviene de la cantera China Linda.							
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ		RESULTADO	
						CUMPLE 2 CICLOS	NO
						CUMPLE 4 CICLOS	NO
						CUMPLE 6 CICLOS	SI
FECH: 07/10/2014 Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		FECHA: 07/10/2014 Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		FECHA: 07/10/2014			

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 15+080.

															
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017														Código: AST04-A-CC 02-04-06	
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.													
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.										FECHA DE ENSAYO:		7-Oct-14	
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESVA 15+080										DESCRIPCION:		Grava, Arena Limoso	
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY										SOLICITADO POR:		E.Cavero / J.Teran	
TURNO:		DIA <input checked="" type="checkbox"/> NOCHE <input type="checkbox"/>										HORA:		09:00 a.m.	
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO						
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F	
2 CICLOS	788205.659	9233284.298	3978.326	7-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.235	2.172	3.9	91.4	96	Falla	
4 CICLOS	788210.596	9233285.267	3978.196	7-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.312	2.244	4.2	94.4	96	Falla	
6 CICLOS	788208.968	9233280.936	3979.089	7-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.323	2.276	4.3	95.8	96	Pasa	
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR								Calibración Día					
MARCA:		TROXLER 3440 P								DS:		2618			
SERIE:		66348								MS:		568			
OBSERVACIONES															
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.															
Ensayo realizado en afirmado, a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.															
EJECUTÓ			EJECUTÓ			APROBÓ			RESULTADOS						
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS FECHA: 07/10/2014			Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY FECHA: 07/10/2014			FECHA: 07/10/2014			CUMPLE 2 CICLOS						
									NO						
									CUMPLE 4 CICLOS						
NO															
CUMPLE 6 CICLOS															
SI															

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 15+580.

				
Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control AST06-A-CC 02-04-06		
Nro de revisión:	Fecha de revisión:	Página 1 de 1		
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	9-oct.-14	
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	9-oct.-14	
Muestra.	MCA - A-AST 06-CC 02-04-06	Muestreado Por	E. Caveró / J. Terán	
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E. Caveró / J. Terán	
Km.	15	Tipo de Material	Afirmado	
Progresiva	15+580	Color del Material	Marrón claro	
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 2 CICLOS	AFIRMADO - 4 CICLOS	AFIRMADO - 6 CICLOS
2	Nro de ensayo	16	17	18
3	Cota de elevación (msnm)	3985.365	3985.145	3985.113
4	Coordenadas N	9233382.025	9233381.269	9233384.126
5	Coordenadas E	788683.261	788686.012	788684.193
6	Cono número	2	2	2
7	Peso del material neto (g)	6685.00	6859.00	7025.00
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00
9	Peso del suelo húmedo (g)	6665.00	6839.00	7005.00
10	Peso de la arena + frasco (g)	7130.00	7110.00	7120.00
11	Peso de la arena del cono (g)	1554.80	1538.00	1542.00
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1278.00	1225.00	1245.00
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4297.20	4347.00	4333.00
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440
15	Volumen del hueco (cm ³)	2984.17	3018.75	3009.03
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2335	2.2655	2.3280
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.72	3.57	4.02
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.153	2.187	2.238
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90
22	Porcentaje de compactación (%)	92.13%	93.58%	95.76%
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.
30	Nº De pasadas	2 ciclos	4 ciclos	6 ciclos
Control de Humedad		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno
(1)	Recipiente N°	RL-07	RL-08	RL-09
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8206.00	8176.00	8683.00
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7982.20	7962.00	8420.00
(4)	Peso del agua (g)	223.80	214.00	263.00
(5)	Peso de tara (g)	1964.10	1968.40	1879.50
(6)	Suelo seco (g)	6018.10	5993.60	6540.50
(6)	Humedad (%)	3.72	3.57	4.02
OBSERVACIONES:		* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra. * Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos ,4 ciclos, 6 ciclos de compactación. * Material proviene de la cantera China Linda		
EJECUTÓ	EJECUTÓ	APROBÓ	RESULTADO	
Bachiller: TERÁN SORÉT JORGE LUIS	Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		CUMPLE 2 CICLOS	NO
			CUMPLE 4 CICLOS	NO
			CUMPLE 6 CICLOS	SI
FECHA: 09/10/2014	FECHA: 09/10/2014	FECHA: 09/10/2014		

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 15+580.

															
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017														Código: AST06-A-CC 02-04-06	
OBRA:	ACCESO PRINCIPAL A CONGA.														
MATERIAL:	MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.										FECHA DE ENSAYO:	9-Oct-14			
LOCALIZACIÓN:	TRAMO II, PROGRESIVA 15+580										DESCRIPCION:	Grava, Arena Limoso			
ELABORADO POR:	TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY										SOLICITADO POR:	E.Cavero / J.Teran			
TURNO:	DIA <input checked="" type="checkbox"/> NOCHE <input type="checkbox"/>				HORA:				10:00 a.m.						
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO						
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F	
2 CICLOS	788682.691	9233380.965	3985.596	9-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.296	2.189	3.9	92.1	95	Falla	
4 CICLOS	788685.365	9233383.269	3985.216	9-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.324	2.229	4.2	93.8	95	Falla	
6 CICLOS	788683.292	9233382.965	3985.111	9-Oct-14	15	CM - A-AT I	2.377	4.9	2.339	2.265	3.9	95.3	95	Pasa	
EQUIPO : DENSIMETRO NUCLEAR Calibración Día MARCA TROXLER 3440 P DS: 2576 SERIE 65348 MS: 655															
OBSERVACIONES															
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.															
Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.															
EJECUTÓ		EJECUTÓ				APROBÓ				RESULTADOS					
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS.		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								CUMPLE 2 CICLOS					
										NO					
										CUMPLE 4 CICLOS					
NO					CUMPLE 6 CICLOS										
SI															
FECHA: 09/10/2014		FECHA: 09/10/2014				FECHA: 09/10/2014									

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 16+090.

							
Título :		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556					
		Código de control AST08-A-CC 02-04-06					
Nro de revisión:	Fecha de revisión:	Página 1 de 1					
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	23-oct.-14				
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	23-oct.-14				
Muestra.	MCA - A-AST 08-CC 02-04-06	Muestreado Por	E. Caveró / J. Terán				
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E. Caveró / J. Terán				
Km.	16	Tipo de Material	Afirmado				
Progresiva	16+090	Color del Material	Marrón claro				
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 2 CICLOS	AFIRMADO - 4 CICLOS	AFIRMADO - 6 CICLOS			
2	Nro de ensayo	22	23	24			
3	Cota de elevación (msnm)	4016.203	4016.261	4016.189			
4	Coordenadas N	9233464.961	9233466.836	9233463.569			
5	Coordenadas E	789032.205	789034.105	789035.236			
6	Cono número	2	2	2			
7	Peso del material neto (g)	6682.00	6779.00	6836.00			
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00			
9	Peso del suelo húmedo (g)	6662.00	6759.00	6816.00			
10	Peso de la arena + frasco (g)	7035.00	7020.00	7048.00			
11	Peso de la arena del cono (g)	1536.60	1530.00	1552.00			
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1245.00	1205.00	1269.00			
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4263.40	4285.00	4227.00			
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440			
15	Volumen del hueco (cm ³)	2953.75	2975.69	2935.42			
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2554	2.2714	2.3220			
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.33	3.11	3.84			
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.183	2.203	2.236			
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II			
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337			
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90			
22	Porcentaje de compactación (%)	93.41%	94.27%	95.68%			
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%			
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-			
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-			
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-			
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa			
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-			
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.			
30	Nº De pasadas	2 ciclos	4 ciclos	6 ciclos			
Control de Humedad							
		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno			
(1)	Recipiente N°	RL-04	RL-05	RL-06			
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8162.00	8066.00	8876.00			
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7962.20	7882.00	8620.00			
(4)	Peso del agua (g)	199.80	184.00	256.00			
(5)	Peso de tara (g)	1956.20	1968.40	1959.80			
(6)	Suelo seco (g)	6006.00	5913.60	6660.20			
(6)	Humedad (%)	3.33	3.11	3.84			
OBSERVACIONES:							
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.							
* Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.							
* Material proviene de la cantera China Linda.							
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ		RESULTADO	
						CUMPLE 2 CICLOS	NO
						CUMPLE 4 CICLOS	NO
						CUMPLE 6 CICLOS	SI
Bachiller: TERAN SOR ET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY					
FECHA: 23/10/2014		FECHA: 23/10/2014		FECHA: 23/10/2014			

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 16+090.

														
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017													Código: AST08-A-CC 02-04-06	
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.												
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.								FECHA DE ENSAYO:		23-Oct-14		
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESVA 16+090								DESCRIPCION:		Grava, Arena Limoso		
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								SOLICITADO POR:		E.Cavero / J. Teran		
TURNO:		DIA <input checked="" type="checkbox"/>		NOCHE <input type="checkbox"/>		HORA:		11:00 a.m.						
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO					
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F
2 CICLOS	789032.694	9233463.259	4016.269	23-Oct-14	15	CM- AAT I	2.377	4.9	2.261	2.196	3.9	92.4	95	Falta
4 CICLOS	789033.686	9233466.298	4016.413	23-Oct-14	15	CM- AAT I	2.377	4.9	2.262	2.247	3.8	94.5	95	Falta
6 CICLOS	789036.458	9233465.290	4016.059	23-Oct-14	15	CM- AAT I	2.377	4.9	2.382	2.269	4.1	95.5	95	Pasa
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR						Calibración Día						
MARCA:		TROXLER 3440 P						DS:		2648				
SERIE:		65348						MS:		634				
OBSERVACIONES														
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.														
Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.														
EJECUTÓ		EJECUTÓ				APROBÓ				RESULTADOS				
Bedhiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bedhiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								CUMPLE 2 CICLOS				
										NO				
										CUMPLE 4 CICLOS				
NO														
CUMPLE 6 CICLOS				SI										
FECHA: 23/10/2014		FECHA: 23/10/2014				FECHA: 23/10/2014								

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 16+600.

		Título : ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556		Código de control AST10-A-CC 02-04-06	
Nro de revisión:		Fecha de revisión:		Página 1 de 1	
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	28-oct.-14		
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	28-oct.-14		
Muestra.	MCA - A-AST 10-CC 02-04-06	Muestreado Por	E.Cavero / J. Teran		
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E.Cavero / J. Teran		
Km.	16	Tipo de Material	Afirmado		
Progresiva	16+600	Color del Material	Marron claro		
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 2 CICLOS	AFIRMADO - 4 CICLOS	AFIRMADO - 6 CICLOS	
2	Nro de ensayo	28	29	30	
3	Cota de elevación (msnm)	4027.751	4027.329	4027.196	
4	Coordenadas N	9233523.345	9233524.249	9233526.347	
5	Coordenadas E	789238.577	789236.569	789237.173	
6	Cono número	2	2	2	
7	Peso del material neto (g)	6256.00	6634.00	6974.00	
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00	
9	Peso del suelo húmedo (g)	8236.00	8614.00	8954.00	
10	Peso de la arena + frasco (g)	6825.00	6940.00	7120.00	
11	Peso de la arena del cono (g)	1542.80	1536.00	1588.00	
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1268.00	1215.00	1299.00	
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4014.20	4189.00	4293.00	
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440	
15	Volumen del hueco (cm ³)	2787.64	2909.03	2981.25	
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2370	2.2736	2.3326	
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.56	3.51	3.83	
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.160	2.197	2.246	
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II	
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337	
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90	
22	Porcentaje de compactación (%)	92.43%	94.01%	96.11%	
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%	
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-	
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-	
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-	
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa	
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-	
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	
30	Nº De pasadas	2 ciclos	4 ciclos	6 ciclos	
Control de Humedad		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno	
(1)	Recipiente N°	RL-01	RL-02	RL-03	
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8072.00	8196.00	8776.00	
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7862.20	7985.00	8520.00	
(4)	Peso del agua (g)	209.80	211.00	256.00	
(5)	Peso de tara (g)	1967.10	1968.40	1839.50	
(6)	Suelo seco (g)	5895.10	6016.60	6680.50	
(6)	Humedad (%)	3.56	3.51	3.83	
OBSERVACIONES:					
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.					
* Ensayo realizado en afirmado: a 2 ciclos ,4 ciclos , 6 ciclos de compactación.					
* Material proviene de la cantera China Linda.					
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ	
Bachiller: TERAN SORET JOR GELUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY		RESULTADO	
				CUMPLE 2 CICLOS	NO
				CUMPLE 4 CICLOS	NO
				CUMPLE 6 CICLOS	SI
FECH: 28/10/2014		FECHA: 28/10/2014		FECHA: 28/10/2014	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 16+600.

																	
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017																	
												Código: AST10-A-CC-02-04-06					
OBRA:	ACCESO PRINCIPAL A CONGA.																
MATERIAL:	MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.										FECHA DE ENSAYO:	28-Oct-14					
LOCALIZACIÓN:	TRAMO II, PROGRESIVA 16+600										DESCRIPCION:	Grava, Arena Limoso					
ELABORADO POR:	TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY										SOLICITADO POR:	E.Cavero / J.Teran					
TURNO:	DIA <input checked="" type="checkbox"/>			NOCHE <input type="checkbox"/>			HORA:							08:00 a.m.			
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO								
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P / F			
2 CICLOS	789236.986	9233524.562	4027.694	28-Oct-14	15	OM - AAT II	2.377	4.9	2.317	2.212	3.8	93.1	95	Falla			
4 CICLOS	789235.268	9233525.125	4027.298	28-Oct-14	15	OM - AAT II	2.377	4.9	2.325	2.246	3.9	94.5	95	Falla			
6 CICLOS	789237.298	9233527.963	4027.127	28-Oct-14	15	OM - AAT II	2.377	4.9	2.223	2.296	3.8	96.6	95	Pasa			
EQUIPO: DENSIMETRO NUCLEAR MARCA: TROXLER 3440 P SERIE: 65348																	
Calibración Día DS: 2536 MS: 678																	
OBSERVACIONES																	
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.																	
Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.																	
EJECUTÓ				EJECUTÓ				APROBÓ				RESULTADOS					
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS.				Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY								CUMPLE 2 CICLOS					
												NO					
												CUMPLE 4 CICLOS					
								NO									
								CUMPLE 6 CICLOS									
								SI									
FECHA: 28/10/2014				FECHA: 28/10/2014				FECHA: 28/10/2014									

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Método Cono de Arena en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 17+100.

							
Título :		ENSAYO DE DENSIDAD IN SITU					
		MÉTODO DE CONO DE ARENA ASTM D1556					
		Código de control AST12-A-CC 02-04-06					
Nro de revisión:	Fecha de revisión:	Página 1 de 1					
Obra	ACCESO PRINCIPAL A CONGA	Fecha de Muestreo	30-oct.-14				
ID Laboratorio	LMS - 01	Fecha de Ensayo	30-oct.-14				
Muestra.	MCA - A-AST 12-CC 02-04-06	Muestreado Por	E. Cavero / J. Teran				
Ubicación	TRAMO II	Ensayado Por	E. Cavero / J. Teran				
Km.	17	Tipo de Material	Afirmado				
Progresiva	17+100	Color del Material	Marron claro				
1	Capa - Ciclo	AFIRMADO - 2 CICLOS	AFIRMADO - 4 CICLOS	AFIRMADO - 6 CICLOS			
2	Nro de ensayo	34	35	36			
3	Cota de elevación (msnm)	3986.027	3986.021	3986.008			
4	Coordenadas N	9234013.821	9234015.106	9234016.024			
5	Coordenadas E	789245.196	789244.364	789248.021			
6	Cono número	2	2	2			
7	Peso del material neto (g)	6672.00	6868.00	7252.00			
8	Peso de la tara (g)	20.00	20.00	20.00			
9	Peso del suelo húmedo (g)	6652.00	6848.00	7232.00			
10	Peso de la arena + frasco (g)	7120.00	7130.00	7160.00			
11	Peso de la arena del cono (g)	1544.80	1538.50	1552.00			
12	Peso de la arena que queda + el frasco (g)	1268.00	1252.00	1255.00			
13	Peso neto de la arena empleada (g)	4307.20	4339.50	4353.00			
14	Densidad de la arena (g/cm ³)	1.440	1.440	1.440			
15	Volumen del hueco (cm ³)	2991.11	3013.54	3022.92			
16	Densidad del suelo húmedo (g/cm ³)	2.2239	2.2724	2.3924			
17	Humedad contenida en el suelo (%)	3.94	3.98	3.31			
18	Densidad del suelo seco (g/cm ³)	2.140	2.185	2.316			
19	Curva	CM - A-AT II	CM - A-AT II	CM - A-AT II			
20	Maxima densidad determinada en la curva (g/cm ³)	2.337	2.337	2.337			
21	Humedad óptima (%)	4.90	4.90	4.90			
22	Porcentaje de compactación (%)	91.57%	93.50%	99.10%			
23	Compactación especificada (%)	95.00%	95.00%	95.00%			
24	Espesor de capa sin compactar, m	-	-	-			
25	Valor asignado a Densímetro	-	-	-			
26	Porcentaje de compactación según valor Densímetro (%)	-	-	-			
27	Pasó/Falló	Falla	Falla	Pasa			
28	Ensayo de Densímetro asociado, código	-	-	-			
29	Equipo Utilizado	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.	Rodillo Liso 10 Tn.			
30	Nº De pasadas	2 ciclos	4 ciclos	6 ciclos			
Control de Humedad							
		Humedad Horno	Humedad Horno	Humedad Horno			
(1)	Recipiente Nº	RL-07	RL-08	RL-09			
(2)	Peso de la tara + suelo húmedo (g)	8126.00	8076.00	8523.00			
(3)	Peso de la tara + suelo seco (g)	7892.20	7842.00	8310.00			
(4)	Peso del agua (g)	233.80	234.00	213.00			
(5)	Peso de tara (g)	1964.10	1968.40	1879.50			
(6)	Suelo seco (g)	5928.10	5873.60	6430.50			
(6)	Humedad (%)	3.94	3.98	3.31			
OBSERVACIONES:							
* Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.							
* Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos ,4 ciclos, 6 ciclos de compactación.							
* Material proviene de la cantera China Linda.							
EJECUTÓ		EJECUTÓ		APROBÓ		RESULTADO	
						CUMPLE 2 CICLOS	NO
						CUMPLE 4 CICLOS	NO
						CUMPLE 6 CICLOS	SI
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS		Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY					
FECHA: 30/10/2014		FECHA: 30/10/2014		FECHA: 30/10/2014			

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Cálculos de Resultados de Ensayos de Densidad utilizando Densímetro Nuclear en Capa de Afirmado en 2 ciclos, 4 ciclos y 6 ciclos, en la Progresiva 17+100.

															
REPORTE DE CAMPO DE COMPACTACIONES CON DENSIMETRO NUCLEAR ASTM D2922/D3017														Código: AST12-A-CC 02-04-06.	
OBRA:		ACCESO PRINCIPAL A CONGA.													
MATERIAL:		MATERIAL DE CAPA DE AFIRMADO.										FECHA DE ENSAYO:		30-Oct-14	
LOCALIZACIÓN:		TRAMO II, PROGRESIVA 17+100										DESCRIPCION:		Grava, Arena Limoso	
ELABORADO POR:		TERAN SORET JORGE LUIS Y CAVERO TELLO EDWARD JIMMY										SOLICITADO POR:		E.Cavero / J.Teran	
TURNO:		DIA <input checked="" type="checkbox"/> NOCHE <input type="checkbox"/>										HORA:		08:00 a.m.	
CICLOS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN			FECHA	PROFUNDIDAD DE LA PRUEBA cm	LABORATORIO			CAMPO						
	X	Y	COTA			CURVA	MAX. DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA	DENSIDAD SECA	CONT. HUMEDAD	% COMPACTA C.	% COMP. ESPECIF.	P/F	
2 CICLOS	789244.267	9234012.365	3986.062	30-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.226	2.179	3.9	91.7	95	Falla	
4 CICLOS	789246.286	9234013.264	3986.014	30-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.317	2.328	4.1	97.9	95	Pasa	
6 CICLOS	789247.154	9234015.289	3986.124	30-Oct-14	15	CM - A-AT II	2.377	4.9	2.329	2.379	4.1	100.1	95	Pasa	
EQUIPO:		DENSIMETRO NUCLEAR							Calibración Día						
MARCA:		TROXLER 3440 P							DS:		2576				
SERIE:		65348							MS:		655				
OBSERVACIONES															
Se informó resultado a: Asesor de tesis/Ing. Alejandro Cubas Becerra.															
Ensayo realizado en afirmado; a 2 ciclos, 4 ciclos, 6 ciclos de compactación.															
EJECUTÓ			EJECUTÓ			APROBÓ			RESULTADOS						
Bachiller: TERAN SORET JORGE LUIS			Bachiller: CAVERO TELLO EDWARD JIMMY						CUMPLE 2 CICLOS						
									NO						
									CUMPLE 4 CICLOS						
SI															
CUMPLE 6 CICLOS															
SI															
FECHA: 30/10/2014			FECHA: 30/10/2014			FECHA: 30/10/2014									

Fuente: Elaboración propia, 2015.

FOTOGRAFÍAS

Foto N° 01 Coordinación con los ingenieros responsables de la obra.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 02 Coordinación con los ingenieros responsables de la obra.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 03 Extendido y compactado del material afirmado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 04 Extendido y compactado del material afirmado.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 05 Ensayo de humedad con carburo de calcio.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 06 Charlas de seguridad en obra con el ingeniero responsable.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 07 Ensayo con densímetro nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 08 Ensayo con densímetro nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 09 Resultados obtenidos del ensayo con densímetro nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 10 Anotando datos obtenidos del ensayo con densímetro nuclear.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 11 Realizando ensayo de cono de arena.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 12 Realizando ensayo de cono de arena.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 13 Hueco realizado durante el ensayo de cono de arena.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 14 Pesando el material extraído del hueco.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 15 Realizando el ensayo de cono de arena.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Foto N° 16 Material para llevar a laboratorio.



Fuente: Elaboración propia, 2015.