



TESIS

**CORRELATIVIDAD DE COMPACTACIÓN DE SUELOS
ENTRE LA PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO Y EL MINI
MARTILLO DE PENETRACIÓN DE DINAMICA LIGERA EN
LA CARRETERA ZUNGAROCCHA 2019**

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

**AUTORES: JAVIER ALEXANDER VELA RIOS
MELÉNDEZ IGLESIAS DANIXA NEREA**

ASESOR: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**Iquitos – Perú
2021**

DEDICATORIA

Este Proyecto de investigación se lo dedicamos en primer lugar a Dios por ser el quien abre el camino al progreso y al éxito, a nuestros padres que siempre están incansablemente en nuestro camino Universitario.

J.A.V.R

Este proyecto de investigación se lo dedico a mis padres por estar siempre acompañándome en este camino de formación.

D.N.M.I

AGRADECIMIENTO

- En primer lugar, quiero agradecer a Dios por guiarme en este camino, darme mucha sabiduría para de esta manera poder culminar satisfactoriamente mis estudios en esta carrera de Ingeniería civil.
- En segundo lugar, quiero agradecer a nuestros padres, quienes me apoyaron en todo sentido, motivándome a no rendirme a lo largo de mi carrera, siendo mis padres, uno de mis grandes pilares y fortalezas.
- En tercer lugar, quiero agradecer a mi asesor el ingeniero miguel Ángel Robalino Osorio, quien es un gran docente y especialista, ya que, con sus recomendaciones y consejos, se pudo elaborar esta tesis, de esta manera alimentando mucho más mis conocimientos.

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

"CORRELATIVIDAD DE COMPACTACIÓN DE SUELOS ENTRE LA PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO Y EL MINI MARTILLO DE PENETRACIÓN DE DINAMICA LIGERA EN LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA 2019"

De los alumnos: **VELA RIOS JAVIER ALEXANDER Y MELÉNDEZ IGLESIAS DANIXA NEREA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **11% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 31 de Mayo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

CJRA/ri-a
31-2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°800-2019-UCP-FCEI de fecha 18 de octubre de 2019 y modificada con Resolución Decanal N°492-2021-UCP-FCEI, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc. Presidente
- Ing. Carol Begoña García Langer, M.Sc. Miembro
- Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. Miembro

Como Asesores: **Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 16.00 horas del día 13 de agosto del 2021, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por la Secretaría Académica del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"CORRELATIVIDAD DE COMPACTACIÓN DE SUELOS ENTRE LA PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO Y EL MINI MARTILLO DE PENETRACIÓN DE DINÁMICA LIGERA EN LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA 2019"**.
Presentado por los sustentantes:

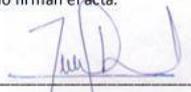
JAVIER ALEXANDER VELA RIOS
Y
DANIXA NEREA MELÉNDEZ IGLESIAS

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**.
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**.

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

Contáctanos:
Iquitos - Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto - Perú
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagñon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en modo virtual a través de la plataforma ZOOM, el día 13 de Agosto del 2021 a las 16:00 horas.



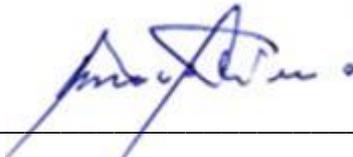
M.Sc. Ing. FELIX WONG RAMIREZ
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. Ing. CAROL BEGOÑA GARCIA LANGER
MIEMBRO DEL JURADO



Mg. Lic. NEREA GALLARDO SANCHEZ
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO
ASESOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO	4
ACTA DE SUSTENTACION	5
HOJA DE APROBACION	6
ÍNDICE DE CONTENIDOS	7
INDICE DE CUADROS	9
INDICE DE GRAFICOS	10
INDICE DE IMAGENES	11
INDICE DE FOTOS	12
RESUMEN	13
ABSTRAC	15
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	16
1.1. Antecedentes	16
1.2. Bases teóricas	22
1.2.1.1. Enfoques científicos	22
1.2.1.2. Compactación de Suelos	27
1.2.1.3. Métodos de Compactación	28
1.2.1.4. Prueba de densidad de campo	29
1.2.1.5. Correlatividad	31
1.2.1.5. Clasificación de Suelos	312
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
2.1. Descripción del problema	33
2.2. Formulación del Problema	34
2.2.1. Problema General	34
2.2.2. Problemas específicos	34
2.3. Objetivos	34
2.3.1. Objetivo general	34
2.3.2. Objetivos específicos	35
2.4. Variables	35
2.4.1. Identificación de las variables	35
2.4.1.1. Variable independiente	35
2.4.1.2. Variable dependiente	35
2.4.2. Definición conceptual y operacional de las variables	35
2.4.3. Operacionalización de las variables	36
CAPÍTULO III: METODOLOGIA	36
3.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	36
3.1.1. Ubicación geográfica	36

3.1.2.	Lugar y desarrollo del proyecto	36
3.1.3.	Accesibilidad	36
3.1.4.	Clima.....	36
3.1.5.	Recursos Utilizados.....	36
3.1.5.1.	Humanos	36
3.1.5.2.	Instalaciones	37
3.1.5.3.	Equipos	37
3.1.5.4.	Materiales	37
3.2.	METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....	37
3.2.1.	Tipo de investigación	37
3.2.2.	Diseño de investigación.....	38
3.2.3.	Población y muestra	38
3.2.3.1.	Población	38
3.2.3.2.	Muestra	38
3.2.4.	Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos	39
3.2.4.1.	Técnicas de Recolección de Datos	39
3.2.4.2.	Instrumentos de Recolección de Datos	39
3.2.4.3.	Procedimientos de Recolección de Datos	39
3.2.4.4.	Procesamiento de datos y análisis estadísticos	40
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	41
4.1.	RECOLECCION DE MUESTRAS EN “IN SITU”.....	42
4.2.	CALIBRACION DE DEL EQUIPO MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA.....	58
4.3.	PRUEBA DE COMPACTACION CON MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA	60
4.4.	RESULTADOS DE LAS DENSIDADES DE CAMPO	62
4.5.	RESULTADO DEL MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA.....	62
4.6.	CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS.....	62
4.7.	CUADRO DE COSTO – BENEFICIO	65
	CAPÍTULO V: DISCUSION	65
	CAPÍTULO VI: CONCLUSION	66
	CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	67
	CAPÍTULO VIII: BIOGRAFIA.....	68
	CAPÍTULO IX: ANEXOS	700
9.1.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	700
9.1.	CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	703
9.2.	PANEL FOTOGRAFICO.....	744

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500	43
Cuadro 2 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500	44
Cuadro 3 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500	45
Cuadro 4 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500	46
Cuadro 5 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500	47
Cuadro 6 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000	48
Cuadro 7 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000	49
Cuadro 8 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000	50
Cuadro 9 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000	51
Cuadro 10 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000	52
Cuadro 11 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500	53
Cuadro 12 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500	54
Cuadro 13 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500	55
Cuadro 14 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500	56
Cuadro 15 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500	57
Cuadro 16 Cuadro de puntos de Prueba de Densidad de Campo para la calibracion del Mini Martillo de Dinamica Ligera	59
Cuadro 17 CUADRO DE HINCADOS PARA LA CALIBRACION DE MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA	59
Cuadro 18 CUADRO DE CALIBRACION DEL MINIMARTILLO DE DINAMICA LIGERA	60
Cuadro 19 ENSAYO DE MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA	61
Cuadro 20 RESULTADOS PROMEDIO DE DENSIDADES	62
Cuadro 21 CUADRO DE RESULTADO DEL MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA	62

INDICE DE GRAFICOS

Grafica 1 CURVA DE COMPACTACION POR HINCADO POR MEDIO DEL MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA	63
Grafica 2 CURVA DE COMPACTACION POR DENSIDAD DE CAMPO	64

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 Construmatica 30
Imagen 2 Construmatica 31
Imagen 3 DEL AREA DEL PROYECTO 74

INDICE DE FOTOS

FOTO. 1 Mini Martillo De Dinamica Ligera	58
FOTO. 2 TESISISTAS EN EL AREA DE INVESTIGACION	74
FOTO. 3 TOMA DE LA PRIMERA MUESTRA DEL ENSAYO	75
FOTO. 4 PRUEBA DE ENSAYO N°5 CON EL MMPDL	75
FOTO. 5 SE MUESTRA FOTO DE LA PRUEBA NUMERO 13	76
FOTO. 6 FOTO DE LA PRUEBA 4	77
FOTO. 7 LOS TESISISTAS COORDINANDO LOS PUNTOS DE PRUEBAS EN EL AREA DEL PROYECTO DE OBRA	77
FOTO. 8 PRUEBA DE ENSAYO CON EL MMPDL	78
FOTO. 9 LOS TESISISTAS REALIZANDO EL NUMERO DE PRUEBA 15 CON EL MMPDL	78
FOTO. 10 EL AREA DE INFLUENCIA E INTERVENCION DE ENSAYOS	79
FOTO. 11 EQUIPO DE MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA	79
FOTO. 12 REALIZACION DE LA PRUEBA NUMERO 12 CON EL MMPDL	80
FOTO. 13 REALIZACION DE LA PRUEBA 1 CON EL EQUIPO DE MMPDL	80
FOTO. 14 REALIZACION DE LA PRUEBA NUMERO 11	81
FOTO. 15 REALIZACION DE LA PRUEBA CON EL EQUIPO DE MMPDL Y SU RESPECTIVA MEDICION DE CUANTO FUE LA PENETRYRACION DE LA VARILLA	81
FOTO. 16 REALIZACION DE LA PRUEBA 10	82
FOTO. 17 REALIZACION DE LA PRUEBA	82
FOTO. 18 REALIZACION DE LA PRUEBA 13	83

RESUMEN

Correlatividad de compactación de suelos entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de penetración de dinámica ligera en la carretera Zungarococha 2019

Javier Alexander Vela Ríos
Danixa Nerea Meléndez Iglesias

La presente investigación realizada por los tesisistas fue crear un prototipo de martillo de penetración de dinámica ligera a escala con esto promover otra metodología de compactación, y para validar esta metodología y su procedimiento se realizará la correlación con la prueba de densidad de campo (Cono de Arena – NTP 339.143 (ASTM D1556)), de tal manera que se obtiene densificaciones de los suelos de toda el área de investigación del terreno.

Con este nuevo equipo innovador se pretende comparar resultados con los equipos que usualmente se manipula para estos ensayos de densidad y compactación, de tal forma que se estandarice el uso de este prototipo para otros proyectos que requieran su uso.

Con el nuevo prototipo llamado Mini Martillo de Penetración de Dinámica Ligera se pretende medir los porcentajes de compactación de los suelos usando la correlación con los ensayos de densidad de campo lo cual ayudara a la calibración del equipo del Mini Martillo de Penetración de Dinámica Ligera de tal manera que una vez calibrado estará listo para su uso en los puntos donde se realice las pruebas, estas pruebas tiene consigo la rapidez en la realización de los ensayos.

Los resultados de los ensayos con el equipo prototipo es viable, valido y eficiente para emplearse en el campo de trabajo, a su vez también nos

puede dar a conocer la condición del suelo de una forma práctica. El manejo del equipo es práctico, manejable, transportable y eficiente dado que el diseño es ligero.

Palabras Clave: Estabilización de suelos, confinamiento celular, mini martillo de penetración de dinámica ligera, correlación

ABSTRAC

The present investigation carried out by the thesis students was to create a prototype of a light dynamics penetration hammer on a scale, thereby promoting another compaction methodology, and to validate this methodology and its procedure, the correlation with the field density test (Cone of Sand - NTP 339.143 (ASTM D1556)), in such a way that densifications of the soils of the entire field investigation area are obtained.

With this new innovative equipment it is intended to compare results with the equipment that is usually handled for these density and compaction tests, in such a way that the use of this prototype is standardized for other projects that require its use.

With the new prototype called Mini Light Dynamics Penetration Hammer, it is intended to measure the percentages of compaction of soils using the correlation with field density tests, which will help to calibrate the Mini Light Dynamics Penetration Hammer equipment in such a way. so that once calibrated it will be ready for use at the points where the tests are carried out, these tests have with it the speed of the tests.

The results of the tests with the prototype equipment is viable, valid and efficient to be used in the field of work, in turn it can also give us the condition of the soil in a practical way. The handling of the equipment is practical, manageable, transportable and efficient since the design is light.

KEY WORDS: Soil stabilization, cell confinement, light dynamics mini penetration hammer, correlation

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

EN LA TESIS: “INCIDENCIA DE RESULTADOS DEL ENSAYO PROCTOR POR LA INFLUENCIA DE CLIMA, HUMEDAD, EQUIPO Y SUPERFICIE DE BASE DE COMPACTACIÓN DURANTE SU DESARROLLO”

El presente trabajo de graduación consistió en cuantificar el factor de incidencia que producen las variables de clima y humedad en el ambiente, estado del equipo a utilizar y la base de compactación durante el desarrollo del ensayo Proctor Modificado, estableciendo las mejores condiciones, en las que el ensayo de compactación debe ser desarrollado.

El primer capítulo presenta los aspectos teóricos, que se deben conocer para la forma de clasificación de un suelo, los tipos de clasificación, así como los códigos que los rigen.

En el segundo capítulo se da a conocer la teoría general de la mecánica de suelos, que contiene definiciones como: compactación de suelos, representaciones gráficas, factores de influencia, propiedades de los suelos y métodos de compactación.

El conocer todos los aspectos del material que se experimenta en el laboratorio, brinda una mejor visualización sobre el resultado esperado, su tendencia y comportamiento durante el desarrollo del ensayo.

El tercer capítulo contiene la teoría de los códigos que rigen el ensayo Proctor Modificado, la correcta utilización del equipo de compactación, forma de preparación de la muestra y los cálculos que se deben realizar; en general, indica todo el procedimiento del ensayo de compactación, Proctor Modificado.

El cuarto capítulo contiene los resultados obtenidos de los ensayos

realizados, así como el análisis de estos resultados y su forma de interpretación para cada una de las variables a las que se somete el ensayo de compactación.

Con el fin de presentar un resultado confiable en los valores obtenidos del ensayo de compactación, se presenta este trabajo, que también forma parte de la documentación en el proceso de acreditación del ensayo Proctor Modificado del laboratorio de Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (1)

EN LA TESIS: “ESTUDIO DEL PROCEDIMIENTO DE COMPACTACIÓN A APLICAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PRESAS DEL PROYECTO PACALORI”

El objetivo de este trabajo fue definir el procedimiento de compactación que se debe utilizar en la construcción de las presas del Proyecto PACALORI, a través de la investigación de las propiedades físicas y mecánicas de un posible préstamo que será utilizado en terraplén de las mismas.

Una adecuada compactación tiene la finalidad de evitar las fallas graves o catastróficas más frecuentes que podrían ocurrir debido a un mal proceso en el mismo, o por el desconocimiento de las propiedades del suelo y materiales que lo conforman.

Los parámetros determinados para el análisis, en la compactación de este tipo de suelos, fueron la humedad óptima y energía de compactación adecuada para este proceso. Además, se realizó la caracterización del suelo según sus propiedades físicas y las propiedades mecánicas del material compactado en cuanto a flexibilidad, resistencia y permeabilidad. Para esto, se realizaron los ensayos necesarios sobre el suelo que se pretende sea el material constituyente del cuerpo de las presas. Además, que, con el conocimiento acerca del comportamiento mecánico del suelo, se precedió a establecer los criterios de compactación y recomendaciones generales que demande la construcción de este tipo de estructuras.

LA TESIS CONCLUYE QUE: En este trabajo se ha presentado una serie de ensayos y resultados experimentales sobre un tipo de material,

clasificado como un limo-arcilloso, que corresponden a un posible préstamo para la construcción del terraplén de las presas del Proyecto PACALORI, esto con el fin de estudiar sus características y el medio de compactación más adecuado.

Con el estudio de estas características y de la metodología utilizada para evaluar el método de compactación, se extraen las siguientes conclusiones. El material se clasificó como un limo-arcilloso de alta plasticidad, tipo MH, de características homogéneas y con más del 97% que pasa el tamiz #200, aunque una clasificación tacto-visual de este material permite llamarla arcilla. Por sus características es un suelo sensible a cambios de humedad; con su límite plástico cercano a la humedad óptima del Proctor Estándar y su curva de saturación coincide con la curva de compactación de dicha energía en la rama húmeda.

La humedad óptima de Compactación del ensayo Proctor Estándar se sitúa alrededor del 45-48 % y la densidad seca máxima de 1198-1262 Kg/m³. se presentan muy buenas condiciones en cuanto a flexibilidad, resistencia y permeabilidad sobre muestras compactadas con más de un 90% de compactación.

La resistencia del material, en las condiciones establecidas se sitúa en unos 25-26° de ángulo de fricción y una cohesión en condiciones saturadas de 0,12-0,19 Kg/cm².

El tiempo estimado para una consolidación primaria del cien por ciento se establece alrededor de 80 minutos, lo que nos garantiza que los ensayos de resistencia fueron ensayos en condiciones consolidadas del material y por ende ensayos de corte directo lentos.

Los resultados del ensayo de corte directo lento, sobre muestras compactadas y saturadas en condiciones similares a las que se esperan tener en el campo, están entre 25-26° del ángulo de fricción interno efectivo y 0,12-0,19 Kg/cm² de cohesión efectiva.

Los resultados del ensayo de corte directo semi-lento, sobre muestras compactadas y saturadas en condiciones similares a las que se esperan tener en el campo, es de 21° del ángulo de fricción interno y 0,26 Kg/cm²

De cohesión.

La permeabilidad del limo arcilloso, dada su homogeneidad, depende de su grado de compactación, que para un 90% resultó entre $3.08E-06$ – $3.44E06$ cm/s lo que indica, que las permeabilidades en el terraplén serán bajas. (2)

EN LA TESIS: “EFECTO DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN EN LA DENSIDAD SECA MÁXIMA Y CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD DEL SUELO GRANULAR DE LA CANTERA EL GAVILÁN, 2015”

La presente investigación tuvo la finalidad de analizar el material proveniente de la cantera El Gavilán con el objetivo de determinar la influencia de la energía de compactación con respecto a la densidad seca máxima y óptimo contenido de humedad. Para el desarrollo de la investigación se realizó los ensayos generales para clasificar el suelo mediante el sistema AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), con los resultados del ensayo de granulometría se determinó el método C del tipo de compactación Proctor Modificado para compactar el suelo; en el Proctor Modificado se varió la energía de compactación, empezando con 56 golpes por capa, establecido en la norma técnica ASTM D-1557, hasta los 61 golpes por capa haciendo esta variación de un golpe por cada capa en cada uno de los ensayos realizados. Se determinó que el material granular requiere de una mayor energía de compactación para obtener la densidad seca máxima y el óptimo contenido de humedad con respecto a lo mencionado por la norma técnica ASTM D-1557, determinándose una variación de 0.97 kg/cm^2 en la energía de compactación. Se concluye que la densidad seca máxima obtenida fue 2.18 gr/cm y el óptimo contenido de humedad de 3.5%, se obtiene con 28.24 kg/cm^2 de energía de compactación correspondiente a 58 golpes por capa.

En esta parte de la tesis el autor concluye lo siguiente, Al realizar la variación de la energía de compactación aumentando el número de golpes por capa se obtuvo que la densidad seca máxima aumento a 2.18 gr/cm mientras que el óptimo contenido de humedad fue menor siendo 3.5%

siendo mayor la Densidad Seca Máxima demostrando que la hipótesis planteada fue correcta.

La energía de compactación durante la realización de los ensayos fue desde 27.27 kg/cm² encontrada según la norma técnica hasta los 29.70 kg/cm², siendo la energía necesaria de 28.24 kg/cm² para poder determinar los valores de la densidad seca máxima y el óptimo contenido de humedad.

Con la variación de la energía de compactación se observó un incremento de 0.05 gr/cm en la densidad seca máxima obteniendo 2.18 gr/cm y 0.8% en el contenido de humedad obteniendo 3.5%, con respecto a la densidad seca de 2.13 gr/cm y 2.7% del contenido de humedad obtenidos de acuerdo a la norma técnica ASTM D1557. (3)

EN LA TESIS: “INCORPORACIÓN DE SUELOS GRAVOSOS A LA CLASIFICACIÓN SUCS PLANTEADOS POR BRAJA DAS EN LA TEORÍA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS: ENSAYOS EN SUELOS ANDINOS – PERÚ”.

La investigación ha abordado la incorporación de las “curvas de compactación” de suelos gravosos en la “teoría de compactación” que propuso Braja Das, que si bien permitió estudiar el comportamiento de los suelos finos, dejó un vacío al no incorporar esta categoría de suelos por falta de ensayos de laboratorio.

De allí que se propone como objetivo agregar la categoría de suelo gravoso y validar las demás categorías de los suelos existentes en nuestro ámbito. El marco teórico se constituyó en función de las variables obtenidas de la matriz de operacionalización, concierne a una investigación aplicada - descriptiva con propuesta, utilizando el diseño simple no experimental. Los instrumentos utilizados fueron resultados de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos de humedad, granulometría, límites de consistencia, peso específico y Próctor validados por expertos – especialistas en el ámbito, alcanzando una confiabilidad de 0.90 de Cronbach. La muestra de

estudio lo constituyen 996 ensayos de suelos. Se encontró resultados de todas las categorías de suelos según la clasificación SUCS.

Los resultados más notables fueron la obtención de las “curvas de compactación” para cada categoría existente en nuestro medio incluyendo la mayoría de curvas de cada subdivisión.

Se concluye estableciendo los rangos de densidad con respecto a la humedad tanto para suelos gravosos, arenosos y finos; se propone una cartilla de máximas densidades secas vs categoría de suelos.

SEGÚN LA TESIS CONCLUYE: Se incorporó las “curvas de compactación” de los suelos “gravosos” (G), categoría que para el ámbito donde se llevó a cabo la investigación tiene un rango de “máxima densidad seca” sin corregir entre 1,445 kg/m³ hasta 2,282 kg/m³, llegando hasta un valor de 2,362 kg/m³ cuando se realiza la corrección por grava.

Se validó el rango de la “máxima densidad seca” para la categoría de suelos “arenosos” (S), que para el ámbito donde se llevó a cabo la investigación tiene un rango entre 1,185 kg/m³ hasta 2,155 kg/m³, llegando hasta un valor de 2,194 kg/m³ cuando se realiza la corrección por grava.

Se validó el rango de la “máxima densidad seca” para la categoría de suelos “finos” (C y M), que para el ámbito donde se llevó a cabo la investigación tienen un rango de 1,296 kg/m³ hasta 1,832 kg/m³ llegando hasta un valor de 1,870 kg/m³ cuando se realiza la corrección por grava para las “arcillas”; y de 1,039 kg/m³ hasta 1,816 kg/m³ llegando hasta un valor de 1,817 kg/m³ cuando se realiza la corrección por grava para los limos.

La “máxima densidad seca” en las arcillas y limos muestra una correlación moderada con el contenido de material fino en las muestras analizadas, mientras que para las arenas muestra una correlación alta con la fracción arenosa igual que para las gravas que muestra una correlación alta con el contenido de gravas. (4)

1.2. Bases teóricas

1.2.1.1. Enfoques científicos

EN LA TESIS: “ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL EN MÁQUINAS PILOTADORAS Y LAS PROPIEDADES RESISTENTES EL TERRENO”, el autor menciona lo siguiente con respecto a la correlación, en este caso tomando en cuenta parámetros de control de maquinarias, teniendo similitud en la investigación en mención.

En esta tesina se estudia la correlación entre los parámetros registrados durante la perforación por rotación de pilotes y las propiedades resistentes del terreno, siendo el primer trabajo publicado que conozcamos sobre este asunto. Concretamente, los datos de perforación se han obtenido a partir de la ejecución de pilotes CPI-8 y las propiedades resistentes del terreno se han basado en la realización de Standard Penetration Test.

Los datos de campo se circunscriben a la obra de la Autovía Orbital B-40, tramo Viladecavalls-Terrassa. Para la ejecución de los 7 km de autovía entre las poblaciones citadas ha sido necesaria la construcción de 12 estructuras. Entre ellas, me centro en la ejecución del proyecto modificado de la estructura 2 que consiste en la cobertura de Can Tries. El terreno natural se encontraba a la cota inferior del tablero de la citada estructura por lo que se optó por hacer los pilotes CPI-8 desde esa cota hasta la cota inferior de cimentación requerida en cada caso. Posteriormente, se excavó desde la cota de terreno natural hasta la cota de rasante de la autovía quedando parte de los pilotes enterrada y la otra parte vista, recibiendo el nombre de pilas-pilote.

El terreno puede describirse, en general, como un terreno de rellenos de entre 3 y 7 metros de profundidad, seguido de terreno cuaternario y posteriormente mioceno. La presencia de capas alternadas y la de rellenos determinan la ejecución de pilotes de tipo CPI-8.

La empresa constructora Copcisa contrató para la ejecución de los pilotes a la empresa Pilotes y Obras que dispone de pilotadoras modernas equipadas con el software de Control de Parámetros “Llamada”. Ambas

empresas me han facilitado gentilmente toda la información que he necesitado, con el beneplácito de la Dirección de Obra. Personalmente estuve trabajando los tres meses del verano de 2008, dedicándome al seguimiento “in situ” y con detalle de la ejecución de los pilotes.

En la tesina se repasan los procesos de ejecución de pilotes centrándose, obviamente, en el tipo CPI-8 y el procedimiento de caracterización del terreno conocido como Standard Penetration Test. En cuanto al estado del arte se explican las características de las pilotadoras empleadas y se trata con especial importancia y detalle el proceso de perforación. Dicho proceso se aborda desde el punto de vista de materiales necesarios requeridos, como desde el punto de vista del proceso físico, en el que se citan los tipos de fuerza necesarios y cómo aplicarlas, con el fin de que sirvan como base teórica a la que recurrir en el tratamiento numérico de los cálculos realizados en las diversas correlaciones para poder juzgar si pueden ser aptas o no. También es de gran ayuda a la hora de plantear una posible correlación, a la vez que sirve para entender si dicha corrección tiene sentido. La base teórica también sirve para evaluar si los datos registrados por el software Llamada son suficientes para poder llegar a alguna conclusión o si, por el contrario, sería necesario registrar más parámetros. La forma de tratamiento de los datos y las correlaciones realizadas con los correspondientes gráficos de resultados se muestran en el cuerpo de la tesina y, en el apartado final, se citan las correspondientes conclusiones sobre el software y las correlaciones. Actualmente, todavía se está lejos de poder utilizar la información del control de parámetros para el diseño de los pilotes. (5)

EN EL SECTOR AGRICOLA: El penetrómetro le permite medir la consistencia del suelo, que es un nuevo equipo para medir la compactación o consistencia.

El penetrómetro es una herramienta de poco peso y de fácil uso que sirve para medir la dureza o resistencia del suelo en su unidad productiva.

Es poco conocido y físicamente es sencillo. Es una T que consta en la parte superior de dos mangos para sostenerlo y en el centro un medidor.

El medidor contiene tres colores: verde, que indica que todo está bien, amarillo que avisa la necesidad de realizar cambios y el rojo que informa que definitivamente hay crisis en el suelo por su dureza porque está sellado y no le entra ni el agua (Lea: 5 aspectos para evitar la compactación y pérdida de suelos)

En el centro tiene una barra de un metro de largo y tiene grabado en ella las medidas del metro. Su punta, que tiene forma de rosca, da la opción de colocar una cabeza ancha y otra redonda. Según Javier Ardila, gerente de la ganadería Casa de Lata, una se usa en época de invierno y otra en verano.

“El penetrómetro indica la fuerza que se hace para aflojar el suelo y además, si es el momento o no, de realizar una renovación de praderas”.

(6)

SEGÚN EN EL INFORME TECNICO ELABORADO POR EL AUTOR EN SU TEMA: “CONSIDERACIONES SOBRE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE”, NOS DICE; El problema de la compactación de los suelos estuvo desde un principio ligado a la necesidad de controlar los trabajos de campo. En las vías terrestres, estos trabajos suelen realizarse a contrato, por lo que la verificación de lo realizado está ligada a problemas de pago y otros de carácter legal. La verificación no sólo ha de referirse a que el contratista ejecute todas las operaciones que se le encomienden, sino también a que se alcancen en la obra los resultados técnicos exigidos por el proyecto.

Para medir la resistencia, la compresibilidad, la permeabilidad y todas las demás propiedades relevantes de los suelos se requieren pruebas especializadas, que necesitan laboratorios con un cierto nivel de

equipamiento y tiempos de ejecución casi siempre demasiado largos para controlar un proceso de compactación que avance de manera normal. Por ejemplo, para controlar la compresibilidad de suelos finos podría pensarse en la utilización de pruebas cada una de las cuales Exige varios días de trabajo; en otros casos, no existen pruebas estandarizadas y reconocidas, tal como podría suceder al desear controlar la resistencia a la erosión.

Esta situación, existente desde los primeros años de la década de los treinta, cuando volvieron a actualizarse las técnicas de la compactación en un sentido moderno, llevó a los pioneros de entonces (Proctor y otros, Ref, 1 y 2) a buscar alguna característica del suelo compactado que representara la compactación obtenida con suficiente confiabilidad para servir de base de pago y de elemento de control y que, a la vez, pudiera conocerse con gran prontitud. Partiendo de la idea intuitiva de que la compactación disminuye el volumen de los suelos tanto más cuanto más se compacten juzgaron que el peso volumétrico era la característica buscada. Aquellos pioneros realizaban en laboratorio la compactación de diferentes muestras del suelo a utilizar, para elegir una que les parecía satisfactoria en cuanto a comportamiento esperado ya la que, naturalmente, correspondía un cierto peso volumétrico (pensaron en referirse al peso volumétrico seco, $Y_d = W_s / V_m$, pues esta cantidad sólo varía cuando varía el volumen de suelo). Juzgaron también --1e al pactar con el contratista el peso volumétrico al que había que llegar en la obra, bastaría medir en esta el peso volumétrico alcanzado (lo cual se logra con una prueba que requiere poco tiempo) para garantizar que se había obtenido en el campo el suelo seleccionado en los estudios de laboratorio y fundamento del proyecto.

La costumbre ha perpetuado el Uso del peso volumétrico seco como un cómodo indicador de ciertos aspectos, sobre todo de carácter legal y administrativo del trabajo del contratista.

V. Implicaciones de la utilización del peso volumétrico seco como característica

índice de la compactación de campo.

La utilidad del peso volumétrico seco en lo referente a trabajos administrativos y de carácter legal no se discute, pero la utilización de tal índice de compactación tiene implicaciones técnicas que deben ser analizadas.

Si se acepta que en un estudio para proyecto se ha seleccionado un suelo compactado ya con los criterios actuales, de manera que se garanticen unas propiedades fundamentales adecuadas.

Diferentes métodos para mejoramiento del comportamiento de suelos en obras lineales en el campo.

En rigor, la compactación es uno de los varios métodos de los que hoy se dispone para mejorar la condición de un suelo que haya de Usarse en una obra de construcción pesada; es, además, sin duda uno de los más eficientes y de aplicación más universal; pero no es el único en que pueda pensarse.

Es evidente que la compactación de suelos es ante todo y sobre todo una técnica de trabajo de campo y que si sus particularidades se estudian también en los laboratorios o son objeto de trabajos de investigación teórica, ello no puede tener otra finalidad que el apoyo de las propias obras en donde se aplique.

En principio, el proceso de compactación en el campo debe conducirse para responder a la pregunta fundamental de ¿Qué equipo habrá de emplearse y que operaciones habrán de realizarse para obtener en un suelo dado un cierto conjunto de propiedades mecánicas consonantes con las consideradas en el proyecto?

Sin embargo, en muchas ocasiones la pregunta anterior adquiere una modalidad diferente, dado que no es difícil que se presenten casos en que para realizar los trabajos de compactación se disponga de un cierto equipo y que resulte difícil o imposible en la práctica obtener algún otro que pudiera considerarse preferible para un caso dado. En esos casos la pregunta fundamental que se plantea al planear un tren de compactación sería ¿Qué resultados se pueden obtener con el equipo disponible y cómo manejar ese equipo y el proceso en general, a fin de obtener mejores resultados que

sea posible? Obviamente en una situación como la que se plantea el propio proyecto deberá de ser retroalimentado por información realista, para tomar en consideración los resultados a que pueda llegarse en el campo.

Como es sabido existen diversos modos de compactar materiales en el campo.

Los utilizados al presente se suelen clasificar en las siguientes categorías:

-Por amasado

-Por presión

-Por impacto

-Por vibración

-Por métodos mixtos

Los tres primeros tipos de compactadores se presentan bajo la forma de rodillos que circulan sobre el terreno que se desea compactar. Los dos últimos en ocasiones aparecen también con técnicas de rolado; pero en otras desarrollan mecanismos diferentes. (7)

1.2.1.2. Compactación de Suelos

En ingeniería geotécnica, la compactación del suelo es el proceso por el cual un esfuerzo aplicado a un suelo causa densificación a medida que el aire se desplaza de los poros entre los granos del suelo. Cuando se aplica un esfuerzo que causa la densificación debida al agua (u otro líquido) que se desplaza entre los granos del suelo, se produce la consolidación, no la compactación. Normalmente, la compactación es el resultado de maquinaria pesada que comprime el suelo, pero también puede ocurrir, por ejemplo, debido al paso de animales.

En la ciencia del suelo y la agronomía, la compactación del suelo suele ser una combinación de compactación y consolidación de ingeniería, por lo que puede ocurrir debido a la falta de agua en el suelo, siendo la succión interna debida a la evaporación del agua y al paso de animales. Los suelos afectados se vuelven menos capaces de absorber las precipitaciones, lo que aumenta la escorrentía y la erosión. Las plantas tienen dificultades en

el suelo compactado porque los granos minerales se presionan entre sí, dejando poco espacio para el aire y el agua, que son esenciales para el crecimiento de las raíces. Los animales de madriguera también lo encuentran en un ambiente hostil, porque el suelo más denso es más difícil de penetrar. La capacidad de un suelo para recuperarse de este tipo de compactación depende del clima, la mineralogía y la fauna. Los suelos con alta capacidad de contracción-hinchamiento, como los vertisoles, se recuperan rápidamente de la compactación, donde las condiciones de humedad son variables (los períodos de sequía reducen el suelo y provocan su agrietamiento). Pero las arcillas que no se agrietan cuando se secan no pueden recuperarse de la compactación por sí mismas a menos que alberguen animales que viven en el suelo, como las lombrices de tierra. La compactación del suelo es una parte vital del proceso de construcción. Se usa para dar soporte a entidades estructurales, como cimientos de edificios, caminos, pasillos y estructuras de retención de tierra, por nombrar algunos. Para un tipo de suelo dado, ciertas propiedades pueden considerarlo más o menos deseable realizar adecuadamente para una circunstancia particular. En general, el suelo preseleccionado debe tener la resistencia adecuada, ser relativamente incompresible para que el asentamiento futuro no sea significativo, sea estable frente al cambio de volumen ya que el contenido de agua u otros factores varían, sea duradero y seguro contra el deterioro, y posea la permeabilidad adecuada. (8)

1.2.1.3. Métodos de Compactación

Hay varios medios para lograr la compactación de un material. Algunos son más apropiados para la compactación del suelo que otros, mientras que algunas técnicas solo son adecuadas para suelos particulares o suelos en condiciones particulares. Algunos son más adecuados para la compactación de materiales que no son del suelo, como el asfalto. En general, aquellos que pueden aplicar cantidades significativas de corte, así como el esfuerzo de compresión, son más efectivos.

Las técnicas disponibles pueden ser clasificadas como:

Estático: un gran esfuerzo se aplica lentamente al suelo y luego se libera.

Impacto: el esfuerzo se aplica al dejar caer una gran masa sobre la superficie del suelo.

Vibración: se aplica un esfuerzo de manera repetida y rápida a través de una placa o un martillo accionados mecánicamente. A menudo se combina con compactación rodante (ver a continuación).

Giros: un esfuerzo estático se aplica y mantiene en una dirección mientras el suelo está sujeto a un movimiento giratorio alrededor del eje de carga estática. Limitado a aplicaciones de laboratorio.

Balanceo: se hace rodar un cilindro pesado sobre la superficie del suelo. Comúnmente utilizado en campos de deportes. Los compactadores de rodillos suelen estar equipados con dispositivos vibratorios para mejorar su efectividad.

Amasamiento: el corte se aplica alternando el movimiento en posiciones adyacentes. Un ejemplo, combinado con la compactación por laminación, es el rodillo de "pata de gallo" utilizado en la compactación de residuos en vertederos. (8)

1.2.1.4. Prueba de densidad de campo

El ensayo tiene como objetivo determinar "in situ" la densidad de un suelo por el método de la arena.

La prueba se utiliza para determinar la densidad de los suelos compactos en terraplenes, bases y subbases de carreteras, viales, etc., respecto un porcentaje dado de la densidad máxima obtenida en el ensayo de compactación Proctor correspondiente al tipo de suelo que se ensaya.

Antes de empezar las operaciones de ensayo, hay que alisar la superficie del terreno a comprobar en una superficie de unos 1250 cm², ligeramente superior a la del plato metálico, con perforación central, que tiene que servir como base y soporte del dispositivo de ensayo.

Se coloca el plato metálico sobre la superficie alisada y se procede a excavar desde la perforación central, un agujero de profundidad mínima 150 mm y diámetro entre 100 mm y 160 mm en función del tamaño máximo de las partículas del suelo que, en ningún caso serán superiores a 50 mm.

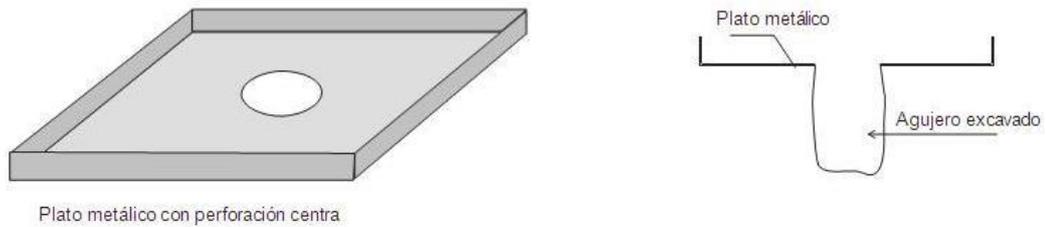


Imagen 1 Construmatica

Con el material extraído al practicar el agujero se determina la masa y la humedad.

Acto seguido se pesa el dispositivo de ensayo, constituido por un cono normalizado de 125 mm de altura de volumen conocido con válvula de cerramiento y un frasco enroscado que contiene arena seca calibrada de densidad conocida.

Para determinar el volumen del agujero, se sitúa el dispositivo de manera invertida sobre el agujero, se abre la válvula y se deja caer arena hasta que el agujero y el cono se queden llenos hasta la válvula.

Se retira el dispositivo y se determina su masa con la arena que queda.

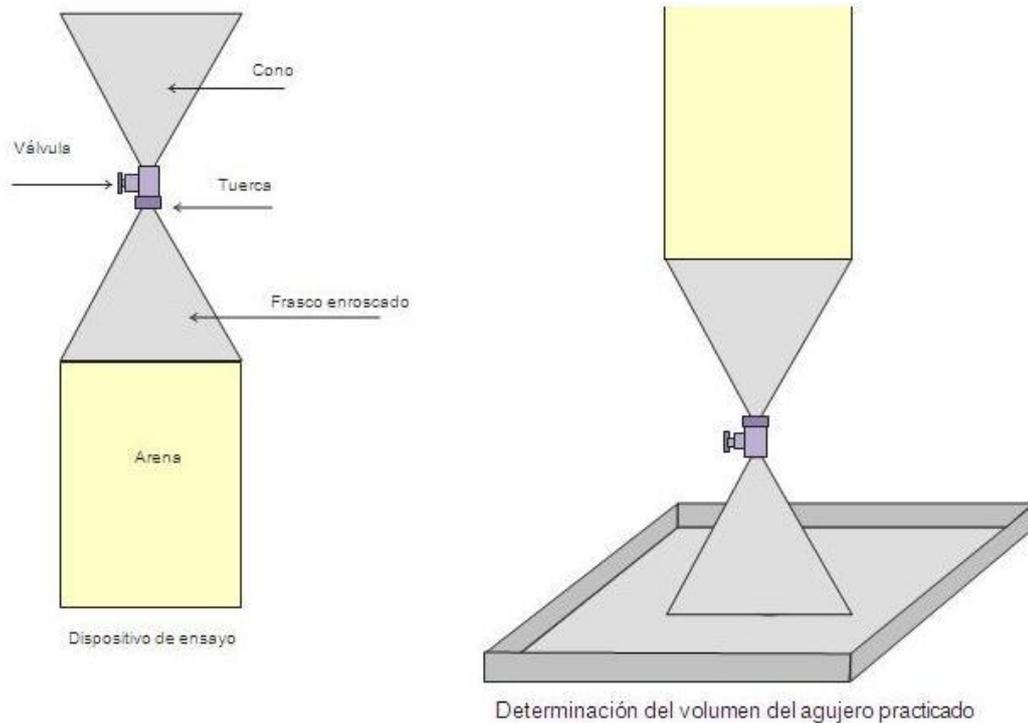


Imagen 2 Construmatica

A partir de los datos obtenidos y los parámetros conocidos de volumen del cono y densidad de la arena, se puede calcular el volumen del agujero excavado, la masa seca del material extraído y, en última instancia las densidades húmedas y secas “in situ” del material. (9)

1.2.1.5. Correlatividad

Como concepto; Algo correlativo es lo que se sucede uno detrás de otro, o guardando un cierto orden o relación entre sí; ya se trate de números, personas, conceptos, imágenes o cosas en general. Pueden considerarse sinónimos de este vocablo los siguientes: continuado, seguido, interrelacionado, consecutivo o progresivo.

En Matemática son ejemplo de números correlativos: 1,2,3,4, 5...; esto es necesario, entre otros casos, para que se asegure en las documentaciones probatorias que ninguna de ellas se haya extraído o arrancado con fines dolosos. Si en un talonario de facturaciones comerciales faltan números correlativos de facturas (se pasa de la 2 a la 4 por ejemplo) existiría sospecha fundada de fraude fiscal. Los libros de textos o de cuentos,

novelas, etcétera, deben estar correlativamente numerados en sus páginas, para una mejor organización y orden en la lectura. Los alumnos acostumbran a numerar progresivamente las hojas que componen su material de estudio para poder reordenarlas correlativamente en caso de que se mezclen. (10)

1.2.1.6. Clasificación de Suelos en Distrito de San Juan Bautista.

En los sondajes explorados se alcanzaron profundidades de 4 a 7 metros. En la distribución de suelos del sector San Juan, se aprecia que de las muestras analizadas, el 56% son arcillas, el 41% son arenas y un 3% contienen materia orgánica. El 25% de las arcillas son de alta plasticidad, clasificadas como CH y el 31% de las arcillas son de mediana plasticidad clasificadas como CL. El 26% corresponde a arenas de baja plasticidad a no plásticas, clasificadas con SC, SM y SP-SM; el 15% restante corresponde a arenas clasificadas como SP. Las propiedades físicas de los suelos de este sector se presentan en la Tabla N° 5.

La resistencia cortante no-drenada de los ensayos de laboratorio de compresión simple y compresión triaxial UU y veleta de campo indican que los primeros cuatro metros de profundidad para un suelo tipo CH y CL, los rangos de valores encontrados son:

Cohesión (CH)	S _u :
0.60 - 1.65 kg/cm ²	Cohesión (CL) S _u :
0.45 – 1.50 kg/cm ²	

De los ensayos de consolidación se determinó los siguientes rangos de valores para una arcilla de alta plasticidad CH.

Carga de Preconsolidación (P _c)	:
1.25 - 2.20 kg/cm ²	Relación de vacíos inicial
(e ₀)	:

0.80 - 1.22 Coeficiente de compresibilidad
(C_c) : 0.16 - 0.53

De los ensayos de penetración estándar (SPT) y de cono holandés (CPT) se pudo evaluar la consistencia de los distintos estratos en el Sector San Juan.

de 0.00 –2.00 m consistencia muy blanda a blanda de 2.00 –5.00 m consistencia blanda a media de 5.00 –10.00 m consistencia media a dura más de 10 m consistencia dura a rígida

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema.

Hoy en día en la ciudad de Iquitos hablar de temas constructivos es sinónimo de formas de construcción, en este caso se mencionará en la especialidad de carreteras o pavimentos que son proyectos que mayor intervención tienen, estos proyectos llevan consigo diferentes tipos de pruebas para evaluar cada proceso constructivos en este caso hablamos sobre la evaluación de compactación de suelos que por su importancia demanda mayor pruebas la cual llamamos densidad de campo, esta prueba nos sirve para comprobar que parte de la zona a evaluar cuente con los parámetros para poder así proseguir con lo siguiente al proceso, esto a generado en el presente una gran demanda de pruebas de densidad de campo, la idea es que estas pruebas de densidad de campo cuenten con un correlativo que nos permita dar un resultado similar o parecido a la primera prueba en mención.

Para ello uno de los problemas es demostrar que tan efectivo puede ser este correlativo de comprobación de compactación.

Vale recalcar que principalmente que para obtener una buena

compactación se debe tener en cuenta el tipo de suelo.

2.2. Formulación del Problema.

2.2.1. Problema General.

- ¿Cuál es la correlación de compactación de suelos entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de penetración de dinámica ligera en la carretera Zungarococha 2019?

2.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es la demanda de las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha?
- ¿Cuáles son los costos de inversión y presupuesto necesario para las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha?
- ¿Cuáles son los diseños de guías de ensayos básicos de las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha?

2.3. Objetivos.

2.3.1. Objetivo general.

- Elaborar una propuesta en el proceso constructivo para las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de penetración de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha.

2.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la demanda de las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha.
- Determinar los costos de inversión y presupuesto necesario para el proyecto, y establecer los comparativos de costo – beneficio.
- Diseñar las guías de los ensayos básicos de las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha.

2.4. Variables

2.4.1. Identificación de las variables.

2.4.1.1. Variable independiente

X: Correlatividad de compactación de suelos

2.4.1.2. Variable dependiente

Y: Prueba de densidad de campo y el mini martillo de penetración de dinámica ligera

2.4.2. Definición conceptual y operacional de las variables.

- Correlatividad de compactación de suelos: Es la correlación entre los parámetros registrados durante la prueba por compactación de suelos y las pruebas resistentes del terreno por impacto.
- Prueba de densidad de campo y el mini martillo de penetración de dinámica ligera: la prueba de densidad de campo es una prueba que nos brinda la información de un resultado de compactación por porcentaje y el martillo de penetración de dinámica ligera consiste en dar un resultado en base a los resultados de la densificación.

2.4.3. Operacionalización de las variables.

- Ambas variables tienen correlación hacia un mismo fin que es la comprobación de que ambos resultados tengan las similitudes.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación geográfica

- Carretera Iquitos - Nauta

3.1.2. Lugar y desarrollo del proyecto

- Carretera Zungarococha km.5

3.1.3. Accesibilidad

- Del distrito de San Juan Bautista en el límite de su jurisdicción empieza la carretera Iquitos Nauta llegando al Km.5 donde da inicio a la carretera Zungarococha.

3.1.4. Clima

- La ciudad de Iquitos posee un clima tropical lluvioso durante todo el año. La temperatura media anual es de 30°C a 21°C.

3.1.5. Recursos Utilizados

3.1.5.1. Humanos

- Los recursos humanos utilizados fueron los siguientes:
 - Los tesisistas.
 - La población.
 - El profesional técnico que viene ejecutando la obra de la carretera Zungarococha.

3.1.5.2. Instalaciones

Ambientes ubicados en el radio de la Carretera Zungarococha

3.1.5.3. Equipos

Para la demostración de un ensayo se utilizó el kit de prueba de densidad y el cono de arena y correlativamente el accesorio de estabilización creado para este Sistema.

El mini martillo de penetración de dinámica ligera.

3.1.5.4. Materiales

Los materiales utilizados para el desarrollo de la tesis fueron:

- Laptops
- Cámaras
- Calculadora
- Papeles bond A4
- Impresora
- Útiles de escritorio
- Útiles de oficina
- Mesa
- Agua
- Nivel de ingeniero
- Wincha de 100 metros

3.2. METODOLOGIA DE INVESTIGACION

3.2.1. Tipo de investigación

El proyecto de tesis denominado “CORRELATIVIDAD DE COMPACTACION DE SUELOS ENTRE LA PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO Y EL MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA EN LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA 2019”,

La investigación pertenece a un diseño experimental de tipo descriptiva debido a que las informaciones que se obtendrán sobre las variables serán manipuladas, es decir se obtendrán información tal y como se manifiestan

las variables en la realidad.

3.2.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación será, pre experimental porque se manipularán las variables.

- Es el experimental: Porque supone la práctica de prueba y contraprueba con el fin de obtener nuevas soluciones, posibilidades y elementos que pueden aplicarse a determinadas soluciones.
- Es el de tipo Pre - experimental: Porque se utiliza para medir la efectividad y eficacia de los resultados.

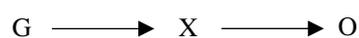
Modalidad en Estudio con una medición de post-prueba con un solo grupo

El diagrama del diseño es el siguiente:

G = Grupo.

X= Experimento o tratamiento.

O= Observación del resultado.



3.2.3. Población y muestra

3.2.3.1. Población

La población beneficiaria se encuentra en los tramos de la carretera desde la progresiva 5+000 hasta la 6+500 trabajados por los estudiantes tesistas.

3.2.3.2. Muestra

La muestra es tomada del área donde se realiza la investigación.

REGISTRO DENSIDAD CAMPO	CARRIL	LADO	UBICACIÓN PRUEBA	CAPA N°	ESPESOR DE CAPA	FECHA	CONTENIDO HUMEDAD		DENSIDAD		Di % COMPAC.	De % ESPECIF.
							ÓPTIMO	CAMPO	PROCTOR	CAMPO		
S.RAS-017/F-01	Derecho	5+020	5+020	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	9.40	10.0	1.870	1.808	97	95
S.RAS-017/F-01	Izquierdo	5+220	5+220	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	9.40	11.3	1.870	1.793	96	95
S.RAS-017/F-01	Derecho	5+340	5+340	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	9.40	11.8	1.870	1.848	99	95
S.RAS-018/F-01	Eje	5+520	5+520	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.5	1.895	1.810	96	95
S.RAS-018/F-01	Eje	5+640	5+640	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.5	1.895	1.840	97	95
S.RAS-018/F-01	Derecho	5+740	5+740	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.5	1.895	1.837	97	95
S.RAS-018/F-01	Izquierdo	5+940	5+940	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.8	1.895	1.843	97	95
S.RAS-018/F-01	Eje	6+040	6+040	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	11.0	1.917	1.827	95	95
S.RAS-018/F-01	Izquierdo	6+180	6+180	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	10.5	1.917	1.843	96	95
S.RAS-018/F-01	Izquierdo	6+340	6+340	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	11.0	1.917	1.868	97	95
S.RAS-019/F-01	Izquierdo	6+500	6+500	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	11.0	1.917	1.859	97	95

Cuadro 1 Cuadro de puntos de Prueba de Densidad de Campo para la calibración del Mini Martillo de Dinámica Ligera

3.2.4. Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de Recolección de Datos

3.2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

- Análisis Documental (Libros, boletines, revistas, folletos, y periódicos que utilizan como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés).
- Las muestras obtenidas de campo.

3.2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

- Ficha de observación.
- Notas de Campo
- Cuestionarios (Conjunto de Preguntas destinadas a recoger información sobre el tema).
- Ensayos "IN SITU".

3.2.4.3. Procedimientos de Recolección de Datos

Los procedimientos que se seguirán en la recolección de datos son: (11)

- Elaboración de los instrumentos de recolección de datos
- Validación y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos
- Aplicación de los instrumentos de recolección de datos para recoger la información
- Procesamiento de los datos.
- Organización de los datos en cuadros.
- Representación de los datos mediante tablas y gráficos.
- Análisis e interpretación de los datos.

3.2.4.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

La información obtenida para el proyecto “CORRELATIVIDAD DE COMPACTACION DE SUELOS ENTRE LA PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO Y EL MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA EN LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA 2019”, fue procesada de forma computarizada, sistemática y tecnológica, utilizando los programas de Microsoft.

- WORD: para procesamiento de textos y para la elaboración de los documentos, programa con el cual se diseñarán las guías de los ensayos básicos de laboratorio para Mecánica de suelos.
- EXCEL y S10: para realizar los presupuestos de costos de inversión y presupuesto necesario para el proyecto, y establecer los comparativos de costo – beneficio y otros registros y cálculos numéricos necesarios.
- MSproject: para la elaboración de cronogramas y seguimiento de control de actividades.
- AutoCAD: Para realizar los diseños de la estructura de la sub base del pavimento o suelo a mejorar.

El procesamiento de la información permitió la elaboración ordenada del proyecto consistente en:

1. Análisis de costos entre equipos de las mismas características: Presupuesto (infraestructura interior para colocación de equipos, equipos, accesorios, insumos, costos de capacitación a personal técnico de laboratorio, costos por mantenimiento y calibración de equipos, otros).
2. Selección de proveedores a sugerir.
3. Selección de los equipos para el laboratorio.
4. Manual de operación y mantenimiento y seguridad de los equipos para la implementación y funcionamiento del laboratorio.
5. Elaboración de guías de prácticas de ensayos para el uso correcto de los equipos.
6. Plan de mantenimiento de equipos:
 - 6.1. Elaboración de fichas técnicas: sistemas de codificación de los equipos
 - 6.2. Datos de equipos
 - 6.3. Orden de trabajo de mantenimiento
 - 6.4. Calendario de actividades; otros.
7. Elaboración de protocolos de seguridad para los equipos: puntos críticos de seguridad de equipos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:

“CORRELATIVIDAD DE COMPACTACION DE SUELOS ENTRE LA PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO Y EL MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA EN LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA 2019”.

DENTRO DEL MARCO DE INVESTIGACION DE TOMARON LOS SIGUIENTES ITEMS:

- 1. RECOLECCION DE MUESTRAS EN “IN SITU” EN LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA.**
- 2. CALIBRACION DE DEL EQUIPO MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA.**
- 3. PRUEBA DE COMPACTACION CON MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA**
- 4. RESULTADOS DE LAS DENSIDADES DE CAMPO.**
- 5. RESULTADO DEL MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA.**
- 6. CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS**

4.1. RECOLECCION DE MUESTRAS EN “IN SITU”.

En la investigación del proyecto de tesis se tomaron como muestras y ensayos las densidades obtenidas en la construcción de la obra “Mejoramiento de la Carretera Quistococha – Zungarococha”, las cuales nos sirven para varios fines.

Se tomaron las pruebas de los ensayos en las progresivas en mención:

- Del km.5+000 a km.5+500
- Del km.5+500 a km.6+000
- Del km.6+000 a km.6+500

Las pruebas se realizaron en capas de 0.15 cm de corte.

El propósito de esta dinámica de trabajo es crear un método de de corroborar la compactación de un suelo o sub suelo mediante las pruebas de densidad.

Las pruebas se realizaron a cada 20 metros de distancia y en las capas de subrasantes.

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento: Revisión: Fecha:		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Fecha:		
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)									
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan								
	Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.								
							N° DE REGISTRO : S.RAS-017/F-01		
Producto entregable:	SUB RASANTE.						FECHA : 02 DICIEMBRE DEL 2019		
CONTRATISTA	HB SADELEC.						HECHO POR : C.M.C		
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						REVISADO POR : C.M.C		
PROGRESIVAS	: Del km.5+000 a km.5+500								
DENSIDAD HÚMEDA									
UBIC. DE LA PRUEBA		5+020	5+040	5+060	5+080	5+100	5+120		
LADO		Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	Eje		
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R		
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
Fecha de ensayo		02/11/2019	02/11/2019	02/11/2019	02/11/2019	02/11/2019	02/11/2019		
Peso del frasco + arena	g	7853	7842	7831	7822	7753	7741		
Peso del frasco + arena que queda	g	3422	3361	3508	3482	3403	3376		
Peso de arena empleada	g	4431	4481	4323	4340	4350	4365		
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490		
Peso de arena en la excavación	g	2941	2991	2833	2850	2860	2875		
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31		
Volumen del material extraído	cm ³	2245	2283	2163	2176	2183	2195		
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4655	4755	4544	4535	4564	4632		
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190		
Peso del suelo + grava	g	4465	4565	4354	4345	4374	4442		
Peso retenido en la malla 3/4"	g								
Peso específico de la grava	g/cm ³								
Volumen de la grava	cm ³								
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4465	4565	4354	4345	4374	4442		
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2245	2283	2163	2176	2183	2195		
Densidad Húmeda	g/cm³	1.989	2.000	2.013	1.997	2.004	2.024		
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO									
Peso recipiente + suelo húmedo	g								
Peso recipiente + suelo seco	g								
Peso de agua	g								
Peso de recipiente	g								
Peso de suelo seco	g								
Contenido de humedad	%	10.0	11.2	9.9	10.6	11.0	11.2		
RESULTADOS									
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.989	2.000	2.013	1.997	2.004	2.024		
Contenido de humedad	%	10.0	11.2	9.9	10.6	11.0	11.2		
Densidad Seca	g/cm ³	1.808	1.799	1.832	1.806	1.805	1.820		
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870		
Óptimo contenido de humedad	%	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40		
Grado de compactación	%	96.68	96.20	97.97	96.58	96.52	97.33		

Cuadro 2 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento: Revisión: Fecha: Fecha:		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)									
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan								
	Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.								
							N° DE REGISTRO : S.RAS-017/F-01		
Producto entregable:	SUB RASANTE.						FECHA	: 02 DICIEMBRE DEL 2019	
CONTRATISTA	HB SADELEC.						HECHO POR	: C.M.C	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						REVISADO POR	: C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.5+000 a km.5+500								
DENSIDAD HÚMEDA									
UBIC. DE LA PRUEBA		5+140	5+160	5+180	5+200	5+220	5+240		
LADO		Izquierdo	Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	Eje		
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R		
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
Fecha de ensayo		02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019		
Peso del frasco + arena	g	7723	7715	7702	7684	7656	7641		
Peso del frasco + arena que queda	g	3535	3255	3378	3287	3163	3449		
Peso de arena empleada	g	4188	4460	4324	4397	4493	4192		
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490		
Peso de arena en la excavación	g	2698	2970	2834	2907	3003	2702		
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31		
Volumen del material extraído	cm ³	2060	2267	2163	2219	2292	2063		
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4413	4767	4533	4633	4765	4430		
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190		
Peso del suelo + grava	g	4223	4577	4343	4443	4575	4240		
Peso retenido en la malla 3/4"	g								
Peso específico de la grava	g/cm ³								
Volumen de la grava	cm ³								
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4223	4577	4343	4443	4575	4240		
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2060	2267	2163	2219	2292	2063		
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.050	2.019	2.008	2.002	1.996	2.055		
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO									
Peso recipiente + suelo húmedo	g								
Peso recipiente + suelo seco	g								
Peso de agua	g								
Peso de recipiente	g								
Peso de suelo seco	g								
Contenido de humedad	%	10.7	11.2	11.4	11.7	11.3	11.0		
RESULTADOS									
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.050	2.019	2.008	2.002	1.996	2.055		
Contenido de humedad	%	10.7	11.2	11.4	11.7	11.3	11.0		
Densidad Seca	g/cm ³	1.852	1.816	1.803	1.792	1.793	1.851		
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870		
Óptimo contenido de humedad	%	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40		
Grado de compactación	%	99.04	97.11	96.42	95.83	95.88	98.98		

Cuadro 3 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)								
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.							
Producto entregable:	SUB RASANTE.			N° DE REGISTRO	: S.RAS-017/F-01			
CONTRATISTA	HB SADELEC.			FECHA	: 02 DICIEMBRE DEL 2019			
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.			HECHO POR	: C.M.C			
PROGRESIVAS	: Del km.5+000 a km.5+500			REVISADO POR	: C.M.C			
DENSIDAD HÚMEDA								
UBIC. DE LA PRUEBA		5+260	5+280	5+300	5+320	5+340	5+360	
LADO		Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	Eje	
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Fecha de ensayo		02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	
Peso del frasco + arena	g	7631	7622	7610	7600	7587	7570	
Peso del frasco + arena que queda	g	3226	3144	3189	3144	3344	3196	
Peso de arena empleada	g	4405	4478	4421	4456	4243	4374	
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490	
Peso de arena en la excavación	g	2915	2988	2931	2966	2753	2884	
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Volumen del material extraído	cm ³	2225	2281	2237	2264	2102	2202	
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4733	4766	4633	4675	4533	4576	
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190	
Peso del suelo + grava	g	4543	4576	4443	4485	4343	4386	
Peso retenido en la malla 3/4"	g							
Peso específico de la grava	g/cm ³							
Volumen de la grava	cm ³							
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4543	4576	4443	4485	4343	4386	
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2225	2281	2237	2264	2102	2202	
Densidad Húmeda	g/cm³	2.042	2.006	1.986	1.981	2.066	1.992	
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO								
Peso recipiente + suelo húmedo	g							
Peso recipiente + suelo seco	g							
Peso de agua	g							
Peso de recipiente	g							
Peso de suelo seco	g							
Contenido de humedad	%	11.3	10.5	10.3	11.4	11.8	11.4	
RESULTADOS								
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.042	2.006	1.986	1.981	2.066	1.992	
Contenido de humedad	%	11.3	10.5	10.3	11.4	11.8	11.4	
Densidad Seca	g/cm ³	1.835	1.815	1.801	1.778	1.848	1.788	
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	
Óptimo contenido de humedad	%	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	
Grado de compactación	%	98.13	97.06	96.31	95.08	98.82	95.61	

Cuadro 4 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha: Fecha:
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)							
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.						
Producto entregable:	SUB RASANTE.						N° DE REGISTRO : S.RAS-017/F-01
CONTRATISTA	HB SADELEC.						FECHA : 02 DICIEMBRE DEL 2019
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.					HECHO POR : C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.5+000 a km.5+500					REVISADO POR : C.M.C	
DENSIDAD HÚMEDA							
UBIC. DE LA PRUEBA		5+380	5+400	5+420	5+440	5+460	5+480
LADO		Izquierdo	Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	Eje
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Fecha de ensayo		02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019	02/12/2019
Peso del frasco + arena	g	7631	7622	7610	7600	7587	7570
Peso del frasco + arena que queda	g	3226	3144	3189	3144	3344	3196
Peso de arena empleada	g	4405	4478	4421	4456	4243	4374
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490
Peso de arena en la excavación	g	2915	2988	2931	2966	2753	2884
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
Volumen del material extraído	cm ³	2225	2281	2237	2264	2102	2202
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4755	4698	4755	4733	4465	4652
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190
Peso del suelo + grava	g	4565	4508	4565	4543	4275	4462
Peso retenido en la malla 3/4"	g						
Peso específico de la grava	g/cm ³						
Volumen de la grava	cm ³						
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4565	4508	4565	4543	4275	4462
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2225	2281	2237	2264	2102	2202
Densidad Húmeda	g/cm³	2.052	1.976	2.041	2.007	2.034	2.026
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO							
Peso recipiente + suelo húmedo	g						
Peso recipiente + suelo seco	g						
Peso de agua	g						
Peso de recipiente	g						
Peso de suelo seco	g						
Contenido de humedad	%	11.3	10.5	10.3	11.4	11.8	11.4
RESULTADOS							
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.052	1.976	2.041	2.007	2.034	2.026
Contenido de humedad	%	11.3	10.5	10.3	11.4	11.8	11.4
Densidad Seca	g/cm ³	1.844	1.788	1.850	1.802	1.819	1.819
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870	1.870
Óptimo contenido de humedad	%	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40
Grado de compactación	%	98.61	95.61	98.93	96.36	97.27	97.27

Cuadro 5 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.		ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Revisión:	
			Fecha:	
			Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)				
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san Juan			
	Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.			
Producto entregable:	SUB RASANTE.		N° DE REGISTRO	: S.RAS-017/F-01
CONTRATISTA	HB SADELEC.		FECHA	: 02 DICIEMBRE DEL 2019
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.		HECHO POR	: C.M.C
PROGRESIVAS	: Del km.5+000 a km.5+500		REVISADO POR	: C.M.C
DENSIDAD HÚMEDA				
UBIC. DE LA PRUEBA		5+500		
LADO		Derecho		
CAPA		S.R		
ESPELOR DE CAPA		0.15		
Fecha de ensayo		02/12/2019		
Peso del frasco + arena	g	7631		
Peso del frasco + arena que queda	g	3226		
Peso de arena empleada	g	4405		
Peso de arena en el cono	g	1490		
Peso de arena en la excavación	g	2915		
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31		
Volumen del material extraído	cm ³	2225		
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4655		
Peso del recipiente	g	190		
Peso del suelo + grava	g	4465		
Peso retenido en la malla 3/4"	g			
Peso específico de la grava	g/cm ³			
Volumen de la grava	cm ³			
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4465		
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2225		
Densidad Húmeda	g/cm³	2.007		
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO				
Peso recipiente + suelo húmedo	g			
Peso recipiente + suelo seco	g			
Peso de agua	g			
Peso de recipiente	g			
Peso de suelo seco	g			
Contenido de humedad	%	11.3		
RESULTADOS				
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.007		
Contenido de humedad	%	11.3		
Densidad Seca	g/cm ³	1.803		
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.870		
Óptimo contenido de humedad	%	9.40		
Grado de compactación	%	96.42		

Cuadro 6 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+000 a 5+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión:	
						Fecha:		
						Fecha:		
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)								
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan							
	Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.							
							N° DE REGISTRO : S.RAS-018/F-01	
Producto entregable:	SUB RASANTE.						FECHA : 03 DICIEMBRE DEL 2019	
CONTRATISTA	HB SADELEC.						HECHO POR : C.MC	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						REVISADO POR : C.MC	
PROGRESIVAS	: Del km.5+500 a km.6+000							
DENSIDAD HÚMEDA								
UBIC. DE LA PRUEBA		5+520	5+540	5+560	5+580	5+600	5+620	
LADO		Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Fecha de ensayo		03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	
Peso del frasco + arena	g	7866	7845	7832	7826	7819	7798	
Peso del frasco + arena que queda	g	3544	3478	3466	3464	3442	3510	
Peso de arena empleada	g	4322	4367	4366	4362	4377	4288	
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490	
Peso de arena en la excavación	g	2832	2877	2876	2872	2887	2798	
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Volumen del material extraído	cm ³	2162	2196	2195	2192	2204	2136	
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4533	4632	4677	4623	4675	4587	
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190	
Peso del suelo + grava	g	4343	4442	4487	4433	4485	4397	
Peso retenido en la malla 3/4"	g							
Peso específico de la grava	g/cm ³							
Volumen de la grava	cm ³							
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4343	4442	4487	4433	4485	4397	
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2162	2196	2195	2192	2204	2136	
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.009	2.023	2.044	2.022	2.035	2.059	
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO								
Peso recipiente + suelo húmedo	g							
Peso recipiente + suelo seco	g							
Peso de agua	g							
Peso de recipiente	g							
Peso de suelo seco	g							
Contenido de humedad	%	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0	10.7	
RESULTADOS								
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.009	2.023	2.044	2.022	2.035	2.059	
Contenido de humedad	%	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0	10.7	
Densidad Seca	g/cm ³	1.818	1.829	1.846	1.825	1.833	1.860	
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	
Óptimo contenido de humedad	%	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	
Grado de compactación	%	95.94	96.52	97.41	96.31	96.73	98.15	

Cuadro 7 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha: Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)								
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.							
							N° DE REGISTRO : S.RAS-018/F-01	
Producto entregable:	SUB RASANTE.						FECHA : 03 DICIEMBRE DEL 2019	
CONTRATISTA	HB SADELEC.						HECHO POR : C.M.C	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						REVISADO POR : C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.5+500 a km.6+000							
DENSIDAD HÚMEDA								
UBIC. DE LA PRUEBA		5+640	5+660	5+680	5+700	5+720	5+740	
LADO		Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Fecha de ensayo		03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	
Peso del frasco + arena	g	7869	7855	7843	7823	7765	7741	
Peso del frasco + arena que queda	g	3644	3354	3546	3478	3498	3512	
Peso de arena empleada	g	4225	4501	4297	4345	4267	4229	
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490	
Peso de arena en la excavación	g	2735	3011	2807	2855	2777	2739	
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Volumen del material extraído	cm ³	2088	2298	2143	2179	2120	2091	
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4435	4877	4610	4655	4577	4435	
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190	
Peso del suelo + grava	g	4245	4687	4420	4465	4387	4245	
Peso retenido en la malla 3/4"	g							
Peso específico de la grava	g/cm ³							
Volumen de la grava	cm ³							
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4245	4687	4420	4465	4387	4245	
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2088	2298	2143	2179	2120	2091	
Densidad Húmeda	g/cm³	2.033	2.040	2.063	2.049	2.069	2.030	
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO								
Peso recipiente + suelo húmedo	g							
Peso recipiente + suelo seco	g							
Peso de agua	g							
Peso de recipiente	g							
Peso de suelo seco	g							
Contenido de humedad	%	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	10.5	
RESULTADOS								
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.033	2.040	2.063	2.049	2.069	2.030	
Contenido de humedad	%	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	10.5	
Densidad Seca	g/cm ³	1.840	1.844	1.864	1.848	1.864	1.837	
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	
Óptimo contenido de humedad	%	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	
Grado de compactación	%	97.10	97.31	98.36	97.52	98.36	96.94	

Cuadro 8 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha: Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)								
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.							
							N° DE REGISTRO : S.RAS-018/F-01	
Producto entregable:	SUB RASANTE.						FECHA : 03 DICIEMBRE DEL 2019	
CONTRATISTA	HB SADELEC.						HECHO POR : C.M.C	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						REVISADO POR : C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.5+500 a km.6+000							
DENSIDAD HÚMEDA								
UBIC. DE LA PRUEBA		5+760	5+780	5+800	5+820	5+840	5+860	
LADO		Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Fecha de ensayo		03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	
Peso del frasco + arena	g	7978	7955	7944	7934	7923	7910	
Peso del frasco + arena que queda	g	3566	3476	3489	3466	3453	3476	
Peso de arena empleada	g	4412	4479	4455	4468	4470	4434	
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490	
Peso de arena en la excavación	g	2922	2989	2965	2978	2980	2944	
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Volumen del material extraído	cm ³	2231	2282	2263	2273	2275	2247	
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4676	4798	4823	4810	4833	4765	
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190	
Peso del suelo + grava	g	4486	4608	4633	4620	4643	4575	
Peso retenido en la malla 3/4"	g							
Peso específico de la grava	g/cm ³							
Volumen de la grava	cm ³							
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4486	4608	4633	4620	4643	4575	
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2231	2282	2263	2273	2275	2247	
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.011	2.019	2.047	2.033	2.041	2.036	
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO								
Peso recipiente + suelo húmedo	g							
Peso recipiente + suelo seco	g							
Peso de agua	g							
Peso de recipiente	g							
Peso de suelo seco	g							
Contenido de humedad	%	11.2	11.1	10.5	10.4	10.5	10.8	
RESULTADOS								
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.011	2.019	2.047	2.033	2.041	2.036	
Contenido de humedad	%	11.2	11.1	10.5	10.4	10.5	10.8	
Densidad Seca	g/cm ³	1.808	1.817	1.852	1.841	1.847	1.838	
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	
Óptimo contenido de humedad	%	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	
Grado de compactación	%	95.41	95.88	97.73	97.15	97.47	96.99	

Cuadro 9 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha: Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)								
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.							
Producto entregable:	SUB RASANTE.					N° DE REGISTRO	: S.RAS-018/F-01	
CONTRATISTA	HB SADELEC.					FECHA	: 03 DICIEMBRE DEL 2019	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.					HECHO POR	: C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.5+500 a km.6+000					REVISADO POR	: C.M.C	
DENSIDAD HÚMEDA								
UBIC. DE LA PRUEBA		5+880	5+900	5+920	5+940	5+960	5+980	
LADO		Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Fecha de ensayo		03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	03/11/2019	
Peso del frasco + arena	g	7899	7866	7855	7843	7832	7812	
Peso del frasco + arena que queda	g	3466	3476	3512	3489	3459	3444	
Peso de arena empleada	g	4433	4390	4343	4354	4373	4368	
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490	
Peso de arena en la excavación	g	2943	2900	2853	2864	2883	2878	
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Volumen del material extraído	cm ³	2247	2214	2178	2186	2201	2197	
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4767	4755	4712	4654	4598	4675	
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190	
Peso del suelo + grava	g	4577	4565	4522	4464	4408	4485	
Peso retenido en la malla 3/4"	g							
Peso específico de la grava	g/cm ³							
Volumen de la grava	cm ³							
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4577	4565	4522	4464	4408	4485	
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2247	2214	2178	2186	2201	2197	
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.037	2.062	2.076	2.042	2.003	2.041	
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO								
Peso recipiente + suelo húmedo	g							
Peso recipiente + suelo seco	g							
Peso de agua	g							
Peso de recipiente	g							
Peso de suelo seco	g							
Contenido de humedad	%	11.2	11.3	10.9	10.8	11.0	11.2	
RESULTADOS								
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.037	2.062	2.076	2.042	2.003	2.041	
Contenido de humedad	%	11.2	11.3	10.9	10.8	11.0	11.2	
Densidad Seca	g/cm ³	1.832	1.853	1.872	1.843	1.805	1.835	
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	1.895	
Óptimo contenido de humedad	%	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	
Grado de compactación	%	96.68	97.78	98.79	97.26	95.25	96.83	

Cuadro 10 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000

 HB SADELEC EXPERIENCIA Y SOLIDEZ PERÚ	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.		ID del Documento: Revisión: Fecha: Fecha:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)				
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan			
	Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.			
			N° DE REGISTRO	: S.RAS-018/F-01
Producto entregable:	SUB RASANTE.		FECHA	: 03 DICIEMBRE DEL 2019
CONTRATISTA	HB SADELEC.		HECHO POR	: C.M.C
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.		REVISADO POR	: C.M.C
PROGRESIVAS	: Del km.5+500 a km.6+000			
DENSIDAD HÚMEDA				
UBIC. DE LA PRUEBA		6+000		
LADO		Eje		
CAPA		S.R		
ESPESOR DE CAPA		0.15		
Fecha de ensayo		03/11/2019		
Peso del frasco + arena	g	7866		
Peso del frasco + arena que queda	g	3456		
Peso de arena empleada	g	4410		
Peso de arena en el cono	g	1490		
Peso de arena en la excavación	g	2920		
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31		
Volumen del material extraído	cm ³	2229		
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4465		
Peso del recipiente	g	190		
Peso del suelo + grava	g	4533		
Peso retenido en la malla 3/4"	g			
Peso específico de la grava	g/cm ³			
Volumen de la grava	cm ³			
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4533		
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2229		
Densidad Húmeda	g/cm³	2.034		
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO				
Peso recipiente + suelo húmedo	g			
Peso recipiente + suelo seco	g			
Peso de agua	g			
Peso de recipiente	g			
Peso de suelo seco	g			
Contenido de humedad	%	10.9		
RESULTADOS				
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.034		
Contenido de humedad	%	10.9		
Densidad Seca	g/cm ³	1.834		
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.895		
Óptimo contenido de humedad	%	10.70		
Grado de compactación	%	96.78		

Cuadro 11 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 5+500 a 6+000

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha: Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)								
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.							
							N° DE REGISTRO : S.RAS-018/F-01	
Producto entregable:	SUB RASANTE.						FECHA : 04 DICIEMBRE DEL 2019	
CONTRATISTA	HB SADELEC.						HECHO POR : C.M.C	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						REVISADO POR : C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.6+000 a km.6+500							
DENSIDAD HÚMEDA								
UBIC. DE LA PRUEBA		6+020	6+040	6+060	6+080	6+100	6+120	
LADO		Izquierdo	Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Fecha de ensayo		04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	
Peso del frasco + arena	g	7985	7966	7945	7932	7912	7903	
Peso del frasco + arena que queda	g	3456	3376	3567	3587	3425	3398	
Peso de arena empleada	g	4529	4590	4378	4345	4487	4505	
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490	
Peso de arena en la excavación	g	3039	3100	2888	2855	2997	3015	
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Volumen del material extraído	cm ³	2320	2366	2205	2179	2288	2302	
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4955	4988	4765	4655	4877	4910	
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190	
Peso del suelo + grava	g	4765	4798	4575	4465	4687	4720	
Peso retenido en la malla 3/4"	g							
Peso específico de la grava	g/cm ³							
Volumen de la grava	cm ³							
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4765	4798	4575	4465	4687	4720	
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2320	2366	2205	2179	2288	2302	
Densidad Húmeda	g/cm³	2.054	2.028	2.075	2.049	2.049	2.050	
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO								
Peso recipiente + suelo húmedo	g							
Peso recipiente + suelo seco	g							
Peso de agua	g							
Peso de recipiente	g							
Peso de suelo seco	g							
Contenido de humedad	%	10.9	11.0	10.6	10.5	10.7	10.4	
RESULTADOS								
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.054	2.028	2.075	2.049	2.049	2.050	
Contenido de humedad	%	10.9	11.0	10.6	10.5	10.7	10.4	
Densidad Seca	g/cm ³	1.852	1.827	1.876	1.854	1.851	1.857	
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917	
Óptimo contenido de humedad	%	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	
Grado de compactación	%	96.61	95.31	97.86	96.71	96.56	96.87	

Cuadro 12 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha: Fecha:
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)							
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan						
	Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.						
						N° DE REGISTRO	: S.RAS-018/F-01
Producto entregable:	SUB RASANTE.					FECHA	: 04 DICIEMBRE DEL 2019
CONTRATISTA	HB SADELEC.					HECHO POR	: C.M.C
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.					REVISADO POR	: C.M.C
PROGRESIVAS	: Del km.6+000 a km.6+500						
DENSIDAD HÚMEDA							
UBIC. DE LA PRUEBA		6+140	6+160	6+180	6+200	6+220	6+240
LADO		Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	Eje
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R
ESPEJOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Fecha de ensayo		04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019
Peso del frasco + arena	g	7869	7854	7843	7812	7798	7745
Peso del frasco + arena que queda	g	3565	3487	3523	3498	3476	3523
Peso de arena empleada	g	4304	4367	4320	4314	4322	4222
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490
Peso de arena en la excavación	g	2814	2877	2830	2824	2832	2732
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31
Volumen del material extraído	cm ³	2148	2196	2160	2156	2162	2085
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4677	4766	4587	4610	4633	4522
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190
Peso del suelo + grava	g	4487	4576	4397	4420	4443	4332
Peso retenido en la malla 3/4"	g						
Peso específico de la grava	g/cm ³						
Volumen de la grava	cm ³						
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4487	4576	4397	4420	4443	4332
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2148	2196	2160	2156	2162	2085
Densidad Húmeda	g/cm³	2.089	2.084	2.036	2.050	2.055	2.078
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO							
Peso recipiente + suelo húmedo	g						
Peso recipiente + suelo seco	g						
Peso de agua	g						
Peso de recipiente	g						
Peso de suelo seco	g						
Contenido de humedad	%	10.8	10.7	10.5	10.9	11.0	10.5
RESULTADOS							
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.089	2.084	2.036	2.050	2.055	2.078
Contenido de humedad	%	10.8	10.7	10.5	10.9	11.0	10.5
Densidad Seca	g/cm ³	1.885	1.883	1.843	1.849	1.851	1.881
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917
Óptimo contenido de humedad	%	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40
Grado de compactación	%	98.33	98.23	96.14	96.45	96.56	98.12

Cuadro 13 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						Revisión: Fecha: Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)								
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.							
Producto entregable:	SUB RASANTE.						N° DE REGISTRO : S.RAS-018/F-01	
CONTRATISTA	HB SADELEC.						FECHA : 04 DICIEMBRE DEL 2019	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						HECHO POR : C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.6+000 a km.6+500						REVISADO POR : C.M.C	
DENSIDAD HÚMEDA								
UBIC. DE LA PRUEBA		6+260	6+280	6+300	6+320	6+340	6+360	
LADO		Izquierdo	Eje	Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
Fecha de ensayo		04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	
Peso del frasco + arena	g	7765	7745	7736	7723	7712	7688	
Peso del frasco + arena que queda	g	3465	3365	3587	3475	3387	3498	
Peso de arena empleada	g	4300	4380	4149	4248	4325	4190	
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490	
Peso de arena en la excavación	g	2810	2890	2659	2758	2835	2700	
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Volumen del material extraído	cm ³	2145	2206	2030	2105	2164	2061	
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4576	4789	4436	4498	4676	4465	
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190	
Peso del suelo + grava	g	4386	4599	4246	4308	4486	4275	
Peso retenido en la malla 3/4"	g							
Peso específico de la grava	g/cm ³							
Volumen de la grava	cm ³							
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4386	4599	4246	4308	4486	4275	
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2145	2206	2030	2105	2164	2061	
Densidad Húmeda	g/cm³	2.045	2.085	2.092	2.047	2.073	2.074	
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO								
Peso recipiente + suelo húmedo	g							
Peso recipiente + suelo seco	g							
Peso de agua	g							
Peso de recipiente	g							
Peso de suelo seco	g							
Contenido de humedad	%	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0	10.5	
RESULTADOS								
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.045	2.085	2.092	2.047	2.073	2.074	
Contenido de humedad	%	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0	10.5	
Densidad Seca	g/cm ³	1.851	1.885	1.890	1.847	1.868	1.877	
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917	
Óptimo contenido de humedad	%	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	
Grado de compactación	%	96.56	98.33	98.59	96.35	97.44	97.91	

Cuadro 14 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500

 HB SADELEC EXPERIENCIA Y SOLIDEZ PERÚ	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.						ID del Documento: Revisión: Fecha: Fecha:		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS								
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)									
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan								
	Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.								
							N° DE REGISTRO : S.RAS-018/F-01		
Producto entregable:	SUB RASANTE.						FECHA	: 04 DICIEMBRE DEL 2019	
CONTRATISTA	HB SADELEC.						HECHO POR	: C.M.C	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.						REVISADO POR	: C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.6+000 a km.6+500								
DENSIDAD HÚMEDA									
UBIC. DE LA PRUEBA		6+380	6+400	6+420	6+440	6+460	6+480		
LADO		Derecho	Eje	Izquierdo	Eje	Derecho	Eje		
CAPA		S.R	S.R	S.R	S.R	S.R	S.R		
ESPESOR DE CAPA		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15		
Fecha de ensayo		04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019	04/11/2019		
Peso del frasco + arena	g	7789	7909	7968	7966	7944	7923		
Peso del frasco + arena que queda	g	3456	3354	3323	3487	3544	3655		
Peso de arena empleada	g	4333	4555	4645	4479	4400	4268		
Peso de arena en el cono	g	1490	1490	1490	1490	1490	1490		
Peso de arena en la excavación	g	2843	3065	3155	2989	2910	2778		
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31		
Volumen del material extraído	cm ³	2170	2340	2408	2282	2221	2121		
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4576	4987	5067	4967	4856	4565		
Peso del recipiente	g	190	190	190	190	190	190		
Peso del suelo + grava	g	4386	4797	4877	4777	4666	4375		
Peso retenido en la malla 3/4"	g								
Peso específico de la grava	g/cm ³								
Volumen de la grava	cm ³								
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4386	4797	4877	4777	4666	4375		
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2170	2340	2408	2282	2221	2121		
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.021	2.050	2.025	2.093	2.101	2.063		
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO									
Peso recipiente + suelo húmedo	g								
Peso recipiente + suelo seco	g								
Peso de agua	g								
Peso de recipiente	g								
Peso de suelo seco	g								
Contenido de humedad	%	10.3	10.5	10.6	11.0	10.8	10.9		
RESULTADOS									
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.021	2.050	2.025	2.093	2.101	2.063		
Contenido de humedad	%	10.3	10.5	10.6	11.0	10.8	10.9		
Densidad Seca	g/cm ³	1.832	1.855	1.831	1.886	1.896	1.860		
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917	1.917		
Óptimo contenido de humedad	%	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40		
Grado de compactación	%	95.57	96.77	95.51	98.38	98.90	97.03		

Cuadro 15 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500

	Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama.		ID del Documento:	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		Revisión: Fecha: Fecha:	
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO (NORMA AASHTO T-191)				
OBRA	: Mejoramiento de la Carretera Tramo: Quistococha - Zungarococha - Llanchama, Distrito de san juan Bautista, Provincia de maynas, Departamento de Loreto.			
Producto entregable:	SUB RASANTE.	N° DE REGISTRO	: S.RAS-018/F-01	
CONTRATISTA	HB SADELEC.	FECHA	: 04 DICIEMBRE DEL 2019	
MATERIAL	: Material de Cantera KM.2+850 Lado izquierdo.	HECHO POR	: C.M.C	
PROGRESIVAS	: Del km.6+000 a km.6+500	REVISADO POR	: C.M.C	
DENSIDAD HÚMEDA				
UBIC. DE LA PRUEBA		6+500		
LADO		Izquierdo		
CAPA		S.R		
ESPESOR DE CAPA		0.15		
Fecha de ensayo		04/11/2019		
Peso del frasco + arena	g	7955		
Peso del frasco + arena que queda	g	3567		
Peso de arena empleada	g	4388		
Peso de arena en el cono	g	1490		
Peso de arena en la excavación	g	2898		
Densidad de la arena	g/cm ³	1.31		
Volumen del material extraído	cm ³	2212		
Peso del recipiente + suelo + grava	g	4755		
Peso del recipiente	g	190		
Peso del suelo + grava	g	4565		
Peso retenido en la malla 3/4"	g			
Peso específico de la grava	g/cm ³			
Volumen de la grava	cm ³			
Peso pasante tamiz 3/4"	g	4565		
Volumen de la pasante tamiz 3/4"	cm ³	2212		
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.064		
CONTENIDO DE HUMEDAD HORNO				
Peso recipiente + suelo húmedo	g			
Peso recipiente + suelo seco	g			
Peso de agua	g			
Peso de recipiente	g			
Peso de suelo seco	g			
Contenido de humedad	%	11.0		
RESULTADOS				
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.064		
Contenido de humedad	%	11.0		
Densidad Seca	g/cm ³	1.859		
Máxima densidad seca	g/cm ³	1.917		
Óptimo contenido de humedad	%	10.40		
Grado de compactación	%	96.97		

Cuadro 16 prueba de densidad pertenecientes a la progresiva 6+000 a 6+500

4.2. CALIBRACION DE DEL EQUIPO MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA.

La calibración del equipo mini martillo de penetración de dinámica ligera procede con tomar puntos arbitrarios del área de influencia del proyecto con su respectiva prueba de densidad y en el mismo radio donde se realice la prueba se aplique el uso del equipo de mini martillo de dinámica ligera. La prueba de densidad de campo sirve para calibrar el mini martillo de dinámica ligera estandarizando mediante número de golpes en 10 cm de hincado de la varilla.

FOTO. 1 Mini Martillo De Dinámica Ligera



Se tomaron 11 puntos arbitrarios en las progresivas que se muestran en el cuadro:

**CUADRO DE DENSIDADES PARA LA CALIBRACION DE MINI
MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA**

REGISTRO DENSIDAD CAMPO	CARRIL	LADO	UBICACIÓN PRUEBA	CAPA N°	ESPESOR DE CAPA	FECHA	CONTENIDO HUMEDAD		DENSIDAD		Di % COMPAC.	De % ESPECIF.
							ÓPTIMO	CAMPO	PROCTOR	CAMPO		
S.RAS-017/F-01	Derecho	5+020	5+020	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	9.40	10.0	1.870	1.808	97	95
S.RAS-017/F-01	Izquierdo	5+220	5+220	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	9.40	11.3	1.870	1.793	96	95
S.RAS-017/F-01	Derecho	5+340	5+340	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	9.40	11.8	1.870	1.848	99	95
S.RAS-018/F-01	Eje	5+520	5+520	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.5	1.895	1.810	96	95
S.RAS-018/F-01	Eje	5+640	5+640	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.5	1.895	1.840	97	95
S.RAS-018/F-01	Derecho	5+740	5+740	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.5	1.895	1.837	97	95
S.RAS-018/F-01	Izquierdo	5+940	5+940	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	10.70	10.8	1.895	1.843	97	95
S.RAS-018/F-01	Eje	6+040	6+040	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	11.0	1.917	1.827	95	95
S.RAS-018/F-01	Izquierdo	6+180	6+180	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	10.5	1.917	1.843	96	95
S.RAS-018/F-01	Izquierdo	6+340	6+340	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	11.0	1.917	1.868	97	95
S.RAS-019/F-01	Izquierdo	6+500	6+500	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	10.40	11.0	1.917	1.859	97	95

Cuadro 17 Cuadro de puntos de Prueba de Densidad de Campo para la calibración del Mini Martillo de Dinámica Ligera

**CUADRO DE HINCADOS PARA LA CALIBRACION DE MINI
MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA**

ENSAYOS DE COMPACTACION PARA LA CORRELATIVIDAD DEL MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA							
ITEMS	CARRIL	UBICACIÓN PRUEBA	CAPA N°	ESPESOR DE CAPA	FECHA	CALIBRACION	
						N° DE GOLPES	LONG DE HINCADO (cm)
1.00	Derecho	5+020	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	15.00	8.30
2.00	Izquierdo	5+220	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	15.00	8.20
3.00	Derecho	5+340	Sub - Rasante	0.15	02/11/2019	15.00	9.30
4.00	Eje	5+520	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	15.00	8.40
5.00	Eje	5+640	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	15.00	8.40
6.00	Derecho	5+740	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	15.00	9.10
7.00	Izquierdo	5+940	Sub - Rasante	0.15	03/11/2019	15.00	9.10
8.00	Eje	6+040	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	15.00	9.20
9.00	Izquierdo	6+180	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	15.00	8.90
10.00	Izquierdo	6+340	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	15.00	8.70
11.00	Izquierdo	6+500	Sub - Rasante	0.15	04/11/2019	15.00	9.60
						PROMEDIO	8.84

Cuadro 18 CUADRO DE HINCADOS PARA LA CALIBRACION DE MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA

Tenemos los cuadros de valores que nos sirven para la calibración del equipo, entonces tenemos los siguientes datos del equipo:

- La longitud del hincado de la varilla del mini martillo de dinámica ligera es de 8.84 cm para definir la compactación de un 97%.

CUADRO DE CALIBRACION DEL MINIMARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA

CALIBRACION DEL EQUIPO		
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO	MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA
COMPACTACION	97%	97%

Cuadro 19 CUADRO DE CALIBRACION DEL MINIMARTILLO DE DINAMICA LIGERA

4.3. PRUEBA DE COMPACTACION CON MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA

Se realizaron las pruebas de compactación con el mini martillo de dinámica ligera:

ENSAYO DE MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA							
Estructura	REGISTRO	CARRIL	UBICACIÓN	CAPA	ESPESOR	ENSAYO CON MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA	
	DENSIDAD CAMPO					PRUEBA	N°
SUB RASANTE KM.5+000 @ KM.5+500	S.RAS-017/F-01	Eje	5+040	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.30
	S.RAS-017/F-01	Izquierdo	5+060	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.20
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+080	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.30
	S.RAS-017/F-01	Derecho	5+100	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+120	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-017/F-01	Izquierdo	5+140	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+160	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-017/F-01	Derecho	5+180	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.20
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+200	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.90
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+240	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.70
	S.RAS-017/F-01	Derecho	5+260	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.60
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+280	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.30
	S.RAS-017/F-01	Izquierdo	5+300	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.20
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+320	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.30
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+360	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-017/F-01	Izquierdo	5+380	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+400	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-017/F-01	Derecho	5+420	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-017/F-01	Eje	5+440	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.20
	S.RAS-017/F-01	Izquierdo	5+460	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.90
S.RAS-017/F-01	Eje	5+480	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.70	
S.RAS-017/F-01	Derecho	5+500	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.60	
SUB RASANTE KM.5+500 @ KM.6+000	S.RAS-018/F-01	Izquierdo	5+540	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.30
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+560	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.20
	S.RAS-018/F-01	Derecho	5+580	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.30
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+600	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-018/F-01	Izquierdo	5+620	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-018/F-01	Derecho	5+660	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+680	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-018/F-01	Izquierdo	5+700	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.20
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+720	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.90
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+760	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.70
	S.RAS-018/F-01	Izquierdo	5+780	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.60
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+800	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.30
	S.RAS-018/F-01	Derecho	5+820	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.20
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+840	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.30
	S.RAS-018/F-01	Izquierdo	5+860	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+880	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-018/F-01	Derecho	5+900	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+920	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-018/F-01	Eje	5+960	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.20
	S.RAS-018/F-01	Derecho	5+980	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.90
S.RAS-018/F-01	Eje	6+000	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.70	
SUB RASANTE KM.6+000 @ KM.6+500	S.RAS-019/F-01	Izquierdo	6+020	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.60
	S.RAS-019/F-01	Derecho	6+060	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.30
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+080	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.20
	S.RAS-019/F-01	Izquierdo	6+100	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.30
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+120	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-019/F-01	Derecho	6+140	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+160	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+200	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-019/F-01	Derecho	6+220	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.20
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+240	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.90
	S.RAS-019/F-01	Izquierdo	6+260	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.70
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+280	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.60
	S.RAS-019/F-01	Derecho	6+300	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+320	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.10
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+360	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.20
	S.RAS-019/F-01	Derecho	6+380	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.90
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+400	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.70
	S.RAS-019/F-01	Izquierdo	6+420	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.60
	S.RAS-019/F-01	Eje	6+440	Sub - Rasante	0.15	15.00	9.30
	S.RAS-019/F-01	Derecho	6+460	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40
S.RAS-019/F-01	Eje	6+480	Sub - Rasante	0.15	15.00	8.40	

Cuadro 20 ENSAYO DE MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA

4.4. RESULTADOS DE LAS DENSIDADES DE CAMPO

Se tiene un registro total 75 ensayos de densidad de campo:

CUADRO DE RESULTADO

REGISTRO DENSIDAD CAMPO	CAPA N°	ESPESOR DE CAPA	% COMPAC.
TOTAL	SUB RASANTE	0.15	97.1

Cuadro 21 RESULTADOS PROMEDIO DE DENSIDADES

4.5. RESULTADO DEL MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA.

En 75 ensayos con el equipo en mención se promedia que tiene una longitud de hincado de 8.84 cm con un porcentaje de compactación correlativo al 97%.

CUADRO DE RESULTADO DEL MINI MARTILLO DE PENETRACIÓN DE DINAMICA LIGERA

ENSAYO DE MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA				
ESPESOR DE CAPA	ENSAYO CON MINI MARTILLO DE		% DE COMPACTACION	
	N° DE GOLPES	LONG DE HINCADO (cm)		
0.15	15.00	8.84	≈	97%
	PROMEDIO	8.84		

Cuadro 22 CUADRO DE RESULTADO DEL MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA

4.6. CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

El cuadro comparativo se realizó de acuerdo a los valores obtenidos en campo las cuales no son ajenos a este nuevo cuadro la cual lo promediamos mediante tres puntos para obtener las curvas de resultados. Consideramos puntos promedios de acuerdo a la cantidad de pruebas por progresivas tales como:

- SUB RASANTE KM.5+000 @ KM.5+500

- SUB RASANTE KM.5+500 @ KM.6+000
- SUB RASANTE KM.6+000 @ KM.6+500

DESCRIPCION		NUMERO DE PRUEBA	LONG DE HINCADO
SUB RASANTE KM.5+000 @ KM.5+500	PROMEDIO	1.00	8.84
SUB RASANTE KM.5+500 @ KM.6+000	PROMEDIO	2.00	8.80
SUB RASANTE KM.6+000 @ KM.6+500	PROMEDIO	3.00	8.93

Cuadro 23 Cuadro de Compactación por hincado (MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA)

En el cuadro 22 se tiene tres puntos llamada número de prueba promedio, en este caso los resultados pertenecen a la prueba realizada por el mini martillo de dinámica ligera.

Mediante este resultado obtuvimos una curva resultante de compactación por hincado.



Grafica 1 CURVA DE COMPACTACION POR HINCADO POR MEDIO DEL MINI MARTILLO DE DINAMICA LIGERA

En la calibración del equipo Mini Martillo de Dinámica Ligera se consideró que la longitud de hincado es de 8.84 cm de longitud para poder realizar las pruebas de ensayo en las respectivas progresivas, de tal manera que se realizaron las pruebas en cada progresiva en mención en los cuadros.

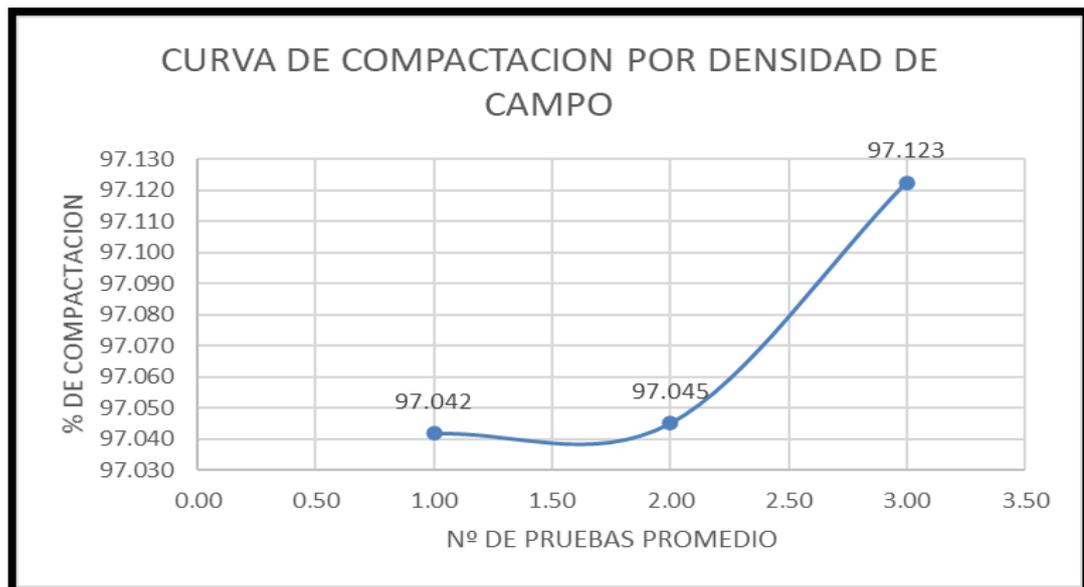
Se obtuvo resultados de hincado con aproximaciones al valor de 8.84 la cual confirma que la compactación es aceptable para el desarrollo del proyecto en ejecución.

DESCRIPCION		NUMERO DE PRUEBA	% DE COMPACTACION
SUB RASANTE KM.5+000 @ KM.5+500	PROMEDIO	1.00	97.042
SUB RASANTE KM.5+500 @ KM.6+000	PROMEDIO	2.00	97.045
SUB RASANTE KM.6+000 @ KM.6+500	PROMEDIO	3.00	97.123

Cuadro 24 Cuadro de Compactación por Densidad de Campo

En el cuadro 23 se tiene tres puntos llamada número de prueba promedio, en este caso los resultados pertenecen a la prueba realizada el equipo de ensayo de densidad de campo.

Mediante este resultado obtuvimos una curva resultante de compactación por densidad de campo.



Gráfica 2 CURVA DE COMPACTACION POR DENSIDAD DE CAMPO

4.7. CUADRO DE COSTO – BENEFICIO

COSTO - BENEFICIO			
<i>EQUIPO DE PRUEBA DE DENSIDAD</i>	<i>EQUIPO DE MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA</i>	<i>COMPARACION</i>	
Costo mayor por puntos de prueba	Costo menor por prueba	S/25.00	S/10.00
Menor rendimiento	Mayor rendimiento	50%	100%
Mayor tiempo de instalacion de equipo	Menor tiempo de instalacion de equipo	15min	5min
Menor trabajabilidad	Mayor trabajabilidad	70%	100%
Traslado mas fragil	Traslado menos fragil	regular	muy bueno

Cuadro 25 Cuadro de costo - beneficio; por el autor

CAPÍTULO V: DISCUSION

- En la tesis de los bachilleres **LUCIO MARTIN RODRIGUEZ GOMEZ** y **CARLOS MANUEL DEL AGUILA NUÑES** (12) nos dice que la compactación de suelo fue mediante el método de densidad de campo y por penetración que dio resultados acertados ya que el sistema se dio de forma celular y confinada creando presiones de los elementos de forma horizontal y vertical **“Este efecto se superó una vez se acomodó el material en los espacios con menor densidad; en el caso del confinamiento celular con celdas de botellas plásticas recicladas tiene un comportamiento positivo y muy buen soporte de carga, debido a que al terreno donde se trabaja se aplicó un pre compactado con plancha para que la reacción de suelo sea homogéneo, con esto podemos decir que tanto el uso de geoceldas prefabricadas y las celdas de botellas plásticas tiene el mismo comportamiento positivo solo que en el segundo en mención tiene un costo invalorado”** (12). Este método también fue aplicado en esta tesis de la correlatividad, pero enfocado 100% en el tema de fondo, en tal sentido podemos discutir el enfoque de los tesisistas en mención por que el método planteado fue para un sistema de confinamiento celular dado que la compactación que se le dio a ese sistema obtuvo una estabilización del 100% de durabilidad en el suelo.
- De acuerdo a nuestro sistema de correlatividad este método esta

realizado en un proyecto de obra en la carretera Zungarococha donde el sistema de compactación es por vibración maquinaria de toda el área, del cual se realizaron las pruebas mediante el mini martillo de dinámica ligera.

CAPÍTULO VI: CONCLUSION

- Se determinó que el prototipo del Mini Martillo de penetración de Dinámica Ligera permite medir por porcentaje la compactación de suelos arenosos en toda la expansión del proyecto de la carretera Zungarococha.
- El equipo de Mini Martillo de penetración de Dinámica Ligera nos permite también dar resultado de densificación.
- Nos permite medir porcentajes de compactación por capas de rellenos de material de préstamo.
- Se determino que con el equipo Mini Martillo de penetración Dinámica Ligera mejora la trabajabilidad de las pruebas realizadas.
- Se determinó que el tiempo que toma en realizar las pruebas de ensayo con el equipo de Mini Martillo de penetración Dinámica Ligera es más rápida que la prueba de ensayo de densidad de campo.
- Se determino que los ensayos realizados en el proyecto del Mejoramiento de la Carretera Zungarococha se hicieron en un radio de área de 5 metros.
- Se determina que el uso y manejo de equipo es practico ya que solo requiere de un orientador u especialista en el manejo para su uso.
- Se resuelve que podemos usar el equipo de mini martillo de dinámica

ligera para los ensayos de compactación.

- Se determino las características físicas y mecánicas del equipo.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- Se sugiere la inclusión del equipo de mini martillo de penetración de dinámica ligera para otros proyectos de tipo viales.
- Se recomienda realizar las pruebas en zonas que se encuentren compactadas por las máquinas para un mejor resultado de ensayos.
- Se recomienda calibrar el equipo correctamente para un mejor resultado de los ensayos del Mini Martillo de penetración de Dinámica Ligera.
- Se recomienda realizar más pruebas con el equipo de Mini Martillo de Penetración de Dinámica Ligera en otros proyectos de obras en general viales.
- En el departamento de Loreto en la misma Provincia de Maynas se vienen ejecutando varias obras de carácter vial tal es el caso que se recomendaría una propuesta de uso del equipo para pruebas de densidad y compactación.
- Se recomienda a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Científica Del Perú investigar más propuestas innovadoras para la investigación de equipos o elementos que ayuden a los procesos constructivos de hoy.

CAPÍTULO VIII: BIOGRAFIA

1. **González, Fernando José Carlos Revolorio.** *INCIDENCIA DE RESULTADOS DEL ENSAYO PROCTOR POR LA INFLUENCIA DE CLIMA*,. Guatemala : s.n., 2013.
2. **Esaú Daniel Cullquipuma Muñoz, Walter Alban Maldonado Siguenca.** *ESTUDIO DEL PROCEDIMIENTO DE COMPACTACIÓN A APLICAR EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PRESAS DEL PROYECTO PACALORI*. CUENCA : s.n., 2014.
3. **Quispe, Juan Carlos Chirinos.** *EFFECTO DE LA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN EN LA DENSIDAD SECA MÁXIMA Y CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD DEL SUELO GRANULAR DE LA CANTERA EL GAVILÁN*, 2015. CAJAMARCA : s.n., 2016.
4. **VILLANUEVA, EDWIN HERNÁN CASTAÑEDA.** *INCORPORACIÓN DE SUELOS GRAVOSOS A LA CLASIFICACIÓN SUCS PLANTEADOS POR BRAJA DAS EN LA TEORÍA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS: ENSAYOS EN SUELOS ANDINOS – PERÚ*. CHICLAYO : s.n., 2017.
5. **MORALES, ÁNGEL APARICIO.** *ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL EN MÁQUINAS PILOTADORAS Y LAS PROPIEDADES RESISTENTES DEL TERRENO*. BARCELONA : s.n., 2009.
6. **Mateus, Henry.** CONTEXTO GANADERO. *CONTEXTO GANADERO*. [Online] DICIEMBRE 21, 2017. <https://www.contextoganadero.com/agricultura/el-penetrometro-le-permite-medir-la-consistencia-del-suelo>.
7. **Alfonso Rico Rodríguez, Hermilo del Castillo Mejía.** *“CONSIDERACIONES SOBRE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE”*. Sanfandila : s.n., 1992.
8. **Wikipedia.** Wikipedia. *Wikipedia*. [Online] Octubre 10, 2019. https://es.wikipedia.org/wiki/Compactaci%C3%B3n_del_suelo.
9. **(ITL), Institut Tecnològic de Lleida.** *CONSTRUMATICA. CONSTRUMATICA*. [Online] 2019. https://www.construmatica.com/construpedia/AP-_013._Determinaci%C3%B3n_In_Situ_de_la_Densidad_de_un_Suelo._M%C3%A9todo_de_la_Arena.
10. **conceptos.com, de.** de conceptos.com. *de conceptos.com*. [Online] 2019. <https://deconceptos.com/general/correlativo>.
11. **Diaz Cerron, Milagros Vanessa and Hayhua Achircana, Matilde.** *CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO CULTURAL-ARQUITECTÓNICO E IDENTIDAD CULTURAL EN ESTUDIANTES DEL 5° AÑO DE SECUNDARIA, INSTITUCION EDUCATIVA “CLAVERITO” – IQUITOS - 2012*. GOOGLE. [Online] OCTUBRE 10, 2014. [Cited: agosto 20, 2019.] dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/509/1/Tesis%20Completo.pdf.
12. **NUÑES, LUCIO MARTIN RODRIGUEZ GOMEZ Y CARLOS MANUEL DEL AGUILA.** *“ESTABILIZACION DE SUELOS MEDIANTE*

CONFINAMIENTO CELULAR CON MATERIALES RECICLABLES EN EL PASAJE LOS ROSALES SAN JUAN BAUTISTA – MAYNAS – LORETO 2018". IQUITOS : s.n., 2018.

13. **VIZCARRA, JAIME OLIVERA TRIGOSO Y JAVIER.** *PROPUESTA DE CONTROL DE COMPACTACION DE RELLENOS MASIVOS CON SUELOS MEJORADOS ARENOSOS EN LA SELVA DEL PERU, UTILIZANDO EQUIPO DE PROTOTIPO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA (N15).* SAN JUAN BAUTISTA : s.n., 2019.

CAPÍTULO IX: ANEXOS

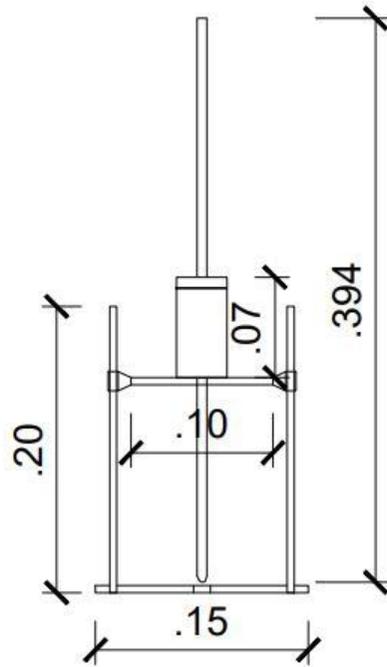
9.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Tipo de Investigación
¿Cuál es la correlación de compactación de suelos entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de penetración de dinámica ligera en la carretera Zungarococha 2019?	Cuál es la correlación de compactación de suelos entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de penetración de dinámica ligera en la carretera Zungarococha 2019	La elaboración de la propuesta del proceso constructivo para las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha beneficiara a las entidades ejecutaras para el uso de un nuevo método de compactación	X1= Correlatividad de compactación de suelos	El proyecto de tesis denominado “CORRELATIVIDAD DE COMPACTACION DE SUELOS ENTRE LA PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO Y EL MINI MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA EN LA CARRETERA ZUNGAROCOCHA 2019”, La investigación pertenece a un diseño experimental de tipo descriptiva debido a que las informaciones que se obtendrán sobre las variables serán manipuladas, es decir se obtendrán información tal y como se manifiestan las variables en la realidad.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específica	Variable Dependiente	Diseño Investigación
1. ¿Cuál es la demanda de las pruebas de correlación entre la prueba de	• Determinar la demanda de las pruebas de correlación entre la prueba de		Y1= Prueba de densidad de campo y el mini martillo de	El diseño de investigación será, experimental porque se manipularán las variables.

<p>densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha?</p>	<p>densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha.</p>		<p>penetración de dinámica ligera</p>	
<p>2. ¿Cuáles son los costos de inversión y presupuesto necesario para las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar los costos de inversión y presupuesto necesario para el proyecto, y establecer los comparativos de costo – beneficio. • Diseñar las guías de los ensayos básicos de las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo de la carretera Zungarococha. 			
<p>3. ¿Cuáles son los diseños de guías de ensayos básicos de las pruebas de correlación entre la prueba de densidad de campo y el mini martillo de dinámica ligera en el proceso constructivo</p>				

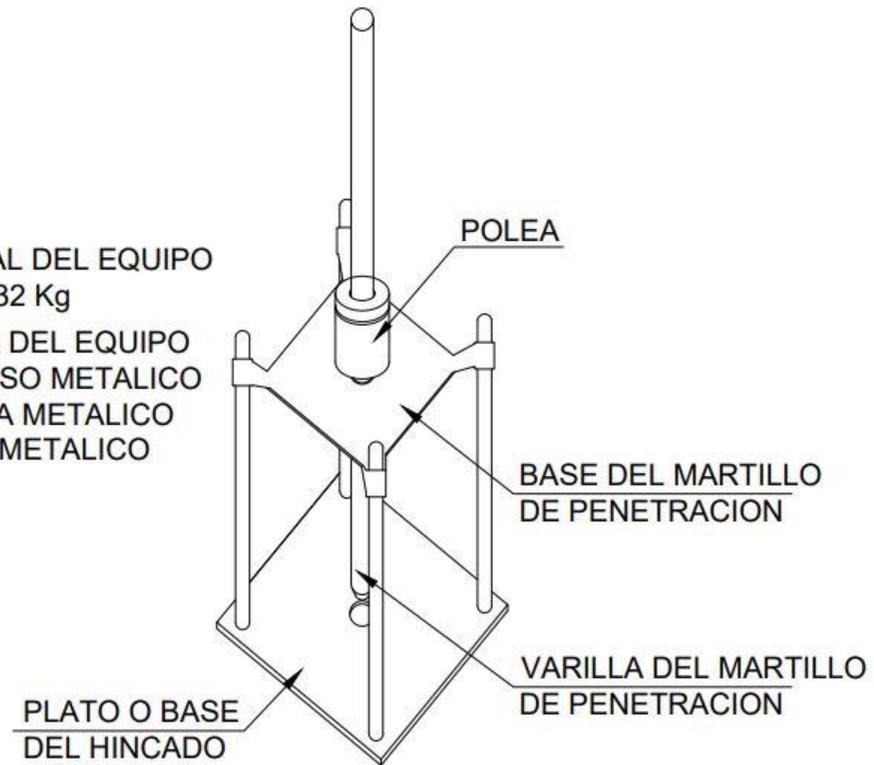
de la carretera Zungarococha?				
----------------------------------	--	--	--	--

9.2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO



PESO TOTAL DEL EQUIPO
2.732 Kg

MATERIAL DEL EQUIPO
VARILLA LISO METALICO
PLANCHA METALICO
POLEA METALICO



9.2. PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 3 DEL AREA DEL PROYECTO



FOTO. 2 TESISTAS EN EL AREA DE INVESTIGACION



FOTO. 3 TOMA DE LA PRIMERA MUESTRA DEL ENSAYO



FOTO. 4 PRUEBA DE ENSAYO N°5 CON EL MMPDL



FOTO. 5 SE MUESTRA FOTO DE LA PRUEBA NUMERO 13



FOTO. 6 FOTO DE LA PRUEBA 4



FOTO. 7 LOS TESISTAS COORDINANDO LOS PUNTOS DE PRUEBAS EN EL AREA DEL PROYECTO DE OBRA



FOTO. 8 PRUEBA DE ENSAYO CON EL MMPDL



FOTO. 9 LOS TESISISTAS REALIZANDO EL NUMERO DE PRUEBA 15 CON EL MMPDL



FOTO. 10 EL AREA DE INFLUENCIA E INTERVENCION DE ENSAYOS



FOTO. 11 EQUIPO DE MARTILLO DE PENETRACION DE DINAMICA LIGERA



FOTO. 12 REALIZACION DE LA PRUEBA NUMERO 12 CON EL MMPDL



FOTO. 13 REALIZACION DE LA PRUEBA 1 CON EL EQUIPO DE MMPDL



FOTO. 14 REALIZACION DE LA PRUEBA NUMERO 11



FOTO. 15 REALIZACION DE LA PRUEBA CON EL EQUIPO DE MMPDL Y SU RESPECTIVA MEDICION DE CUANTO FUE LA PENETRYRACION DE LA VARILLA



FOTO. 16 REALIZACION DE LA PRUEBA 10



FOTO. 17 REALIZACION DE LA PRUEBA



FOTO. 18 REALIZACION DE LA PRUEBA 13