



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles
mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Velasquez Quispe, Bruno Glicerio (ORCID:0000-0002-7769-1554)

ASESOR:

Dr. Muñoz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

A mis padres por mi formación personal y profesional, por el cariño y apoyo incondicional. A mis hermanos por su preocupación y motivación con mucho cariño para ellos que siempre estuvieron conmigo.

Agradecimiento

A Dios por guiarme por el buen camino durante toda esta etapa de mi vida, por darme la vida para seguir cumpliendo todas mis metas trazadas. A los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil por la enseñanza, experiencias y recomendaciones que me han brindado durante estos cinco años de mi formación como profesional.

Índice de Contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenido.....	viii
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	15
3.2. Variables y Operalización.....	16
3.3. Población muestra, muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimiento.....	19
3.5.1. Estudios previos	20
3.6. Métodos de análisis de datos.....	21
3.6.1. Estimación de la capacidad resistente de la subrasante	21
3.6.2. Análisis de la capacidad resistente de la subbase.....	23
3.6.3. Determinación de la capacidad resistente de la base.....	29
3.6.4. Determinación de la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles	31
3.7. Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48

REFERENCIAS.....	49
ANEXOS.....	53

Índice de Tablas.

Tabla 2.1.	Categorías de subrasante	11
Tabla 2.2.	Requerimientos granulométricos para subbase granular.	11
Tabla 2.3.	Requerimiento de ensayos en la subbase granular.....	12
Tabla 2.4.	Requerimiento granulométrico en base granular.	12
Tabla 2.5.	Requerimiento del valor de soporte CBR.	12
Tabla 2.6.	Características de la muestra patrón California Bearing Ratio.	13
Tabla 2.7.	Clasificación de suelos según índice de plasticidad.	14
Tabla 2.8.	Clasificación de suelos según índice de plasticidad.	14
Tabla 3.1.	Rango de validez.	19
Tabla 3.2.	Valides del contenido del instrumento	19
Tabla 3.3.	Rangos de confiabilidad.	19
Tabla 3.4.	Ubicación de calicatas en la Avenida Estudiante.....	21
Tabla 3.5.	Ensayo con penetrómetro dinámico de cono CBR in situ	21
Tabla 3.6.	Ensayos de CBR en laboratorio subrasante	22
Tabla 3.7.	Control de compactación en la subrasante.....	22
Tabla 3.8.	Ensayo de granulometría en subrasante km 1 + 225 y km 1 + 500..	23
Tabla 3.9.	Ensayo de granulometría en subrasante, km 1 + 750 y km 2 + 000.	23
Tabla 3.10.	Ensayo con penetrómetro dinámico de cono CBR in situ, Subbase.	24
Tabla 3.11.	Ensayos de CBR (California Bearing Ratio) en laboratorio subbase.	24
Tabla 3.12.	Espesores de capas para la estructura del pavimento en subbase, km 1+225.....	27
Tabla 3.13.	Espesores de capas para la estructura del pavimento en subbase, km 1+500, km 1+750 y km 2+000.....	27
Tabla 3.14.	Control de compactación en la subbase.....	27
Tabla 3.15.	Ensayo de granulometría en subbase, km 1 + 225 y km 1 + 500.....	28
Tabla 3.16.	Ensayo de granulometría en subbase, km 1 + 750 y km 2 + 000.....	28
Tabla 3.17.	Ensayo con penetrómetro dinámico de cono CBR in situ en la Base.....	29
Tabla 3.18.	Ensayos de CBR en laboratorio, en la base.....	29
Tabla 3.19.	Registro exploratorio de espesor en la Base granular.	30
Tabla 3.20.	Control de compactación en la base granular.	30
Tabla 3.21.	Ensayo de granulometría en base granular, km 1 + 225 y km 1 + 500.....	31

Tabla 3.22. Ensayo de granulometría en base granular, km 1 + 750 y km 2 + 000.....	31
Tabla 3.23. Ensayo con penetrómetro dinámico de cono para determinación de CBR, tramo km 1 +225 y 1 +500.....	32
Tabla 3.24. Ensayo con penetrómetro dinámico de cono para determinación de CBR , tramo km 1 + 750 y 2+000.....	32
Tabla 3.25. Ensayos de CBR en laboratorio, para la estructura del pavimento...	32
Tabla 3.26. Registro exploratorio de espesor en la estructura del pavimento.	33
Tabla 3.27. Espesores de capa requerido para la estructura del pavimento en los tramos km 1+225, km 1+500, km 1+750 y km 2+000.	33
Tabla 3.28. Control de compactación en el tramo km 1+225, de la Avenida Estudiante.....	33
Tabla 3.29. Control de compactación en el tramo km 1+500, de la Avenida Estudiante.....	34
Tabla 3.30. Control de compactación en el tramo km 1+750, de la Avenida Estudiante.....	34
Tabla 3.31. Control de compactación en el tramo km 2+000.	34
Tabla 3.32. Ensayo de granulometría, tramo km 1 + 225.....	35
Tabla 3.33. Ensayo de granulometría, tramo km 1 + 500.....	35
Tabla 3.34. Ensayo de granulometría tramo km 1 + 750.....	36
Tabla 3.35. Ensayo de granulometría, tramo km 2 + 000.....	36
Tabla 4.1. Resultado de ensayos en laboratorios para la subrasante, tramo km 1+225 y km 1+500.....	37
Tabla 4.2. Resultado de ensayos en laboratorios para la subrasante, tramo km 1+750 y km 2+000.....	37
Tabla 4.3. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la subbase, tramo km 1+225 y km 1+500.	38
Tabla 4.4. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la subbase, tramo km 1+750 y km 2+000.	39
Tabla 4.5. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la base, tramo km 1+225 y km 1+500.....	40
Tabla 4.6. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la base, tramo km 1+750 y km 2+000.....	40
Tabla 4.7. Capacidad resistente CBR en la estructura del pavimento.....	41
Tabla 4.8. Espesores de capa del pavimento flexible.....	42

Índice de Figuras.

Figura 3.1. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 1 + 225.....	24
Figura 3.2. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 1 + 500.....	25
Figura 3.3. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 1 + 750.....	25
Figura 3.4. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 2 + 000.....	25

Resumen

La presente investigación **titulada**: Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020, planteó como **objetivo**: Determinar la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos, la **Metodología** que se empleó fue el método científico, el tipo de investigación fue aplicada con un nivel explicativo, y de diseño cuasi experimental, los **Resultados** obtenidos fueron En la subrasante se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 4.30 a 20.00 %, índice de plasticidad de 8.66 a 21.15%. En la subbase se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 12.00 a 26.00 %, espesor de 17 a 25 cm, índice de plasticidad de 8.64 a 10.64 %. En la base se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 14.50 a 25.00 %, espesor de 18 a 22 cm, índice de plasticidad de 6.54 a 7.95 %. **Conclusiones** La capacidad resistente de la estructura del pavimento flexible de la Avenida Estudiante no cumple con los parámetros de la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en los siguientes tramos subrasante en los tramos km 1 +750 y 2 +000. Subbase tramos km 1 +225, 1 +500, 1 +750 y 2 +000, en la base granular km 1 +225, 1 +500, 1 +750 y 2 +000.

Palabras clave: Pavimentos flexible, Métodos destructivos, Resistencia.

Abstract

This research **entitled:** Resistant capacity of the structure of flexible pavements by destructive methods - Avenida Estudiante, Puno 2020, proposed as **objective:** To determine the resistant capacity of the flexible pavement structure by destructive methods, the **Methodology** that was used was the scientific method, the type of research was applied with an explanatory level, and of quasi-experimental design. The **Results** obtained were In the sub-1 you have CBR to 95% OF MDS ranging from 4.30 to 20.00 %, plasticity index of 8.66 21.15%. In the subbase you have CBR at 95% MDS ranging from 12.00 to 26.00 %, thickness from 17 to 25 cm, plasticity index from 8.64 to 10.64 %. At the base you have CBR at 95% MDS ranging from 14.50 to 25.00 %, thickness from 18 to 22 cm, plasticity index from 6.54 to 7.95 %.

conclusions The resistant capacity of the flexible pavement structure of Avenida Estudiante does not meet the parameters of the regulations of the Ministry of Transport and Communications in the following sub-rated sections in the km 1 +750 and 2 +000 sections. Subbase stretches km 1 +225, 1 +500, 1 +750 and 2 +000, at the granular base km 1 +225, 1 +500, 1 +750 and 2 +000.

Keywords: Flexible pavements, Destructive methods, Resistance

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional siempre se ha tenido la necesidad de construir pavimentos urbanos con el objetivo de brindar mejores condiciones de calidad de vida para los habitantes aledaños a la vía y así también que estas cumplan con el periodo para la cual fue diseñada, sin embargo muchas veces los pavimentos se deterioran antes de cumplir su periodo de diseño tal como lo manifiesta Manuel (2008) El problema en desgaste y falla en pavimentos de los habitantes de Santiago, se observa deteriorado por el paso del tiempo, por el incremento representativo del parque automotor, además no se realiza la respectiva inversión en mantenimiento y repavimentación de sus vías más importantes (p. 4).

En nuestro país las carreteras han sido importantes para el desarrollo cultural, social y económico, con el paso del tiempo el crecimiento poblacional es significativo y por consecuencia se incrementa la necesidad de adquirir más vehículos, lo cual ha ocasionado el uso significativo de las vías de comunicación provocando que se genere un alto grado de deterioro en las vías. Así como también manifiesta Carahuatay (2015) El deterioro que se va presentando en diferentes tramos de una vía provoca una reducción del nivel de serviciabilidad, la cual debe ser equilibrado y es por ello que es necesario medir la condición de un pavimento en cualquier momento de su vida útil.

El trabajo de investigación denominado capacidad resistente de la estructura de pavimentos de flexibles mediante métodos destructivos – Avenida Estudiante, Puno 2020, presenta como objetivo principal determinar la capacidad resistente del sistema estructural del pavimento flexible mediante métodos destructivos, las cuales son excavación de calicatas y penetrómetro dinámico de cono, realizando ensayos de campo siguiendo los lineamientos del Manual de carreteras y especificaciones técnicas 2013, así como también se realizan trabajos de laboratorio con muestras obtenidas en campo.

El pavimento flexible de la Avenida Estudiante presenta algunas fallas estructurales debido a causas como es el uso, diseño y proceso constructivo, este problema se genera debido a que no cumplen con los parámetros

establecidos en la normativa del ministerio de transportes y comunicaciones, por lo tanto los directos perjudicados son los transportistas que transitan en dicha vía así como también la población de las zonas aledañas a la vía de la Avenida Estudiante. Por lo expuesto anteriormente, nace la necesidad de conocer la capacidad resistente del de la estructura del pavimento flexible empleando métodos destructivos y con los resultados obtenidos se puedan plantear alternativas de mejora para el pavimento existente.

Como se observa la variable 1: capacidad resistente de la estructura del pavimento flexible y la variable 2: Métodos destructivos.

Es por lo que se considera como **realidad problemática**, el pavimento flexible de la avenida Estudiante presenta fallas en algunos tramos de su longitud, motivo por el cual se tiene la necesidad de determinar la capacidad resistente de la estructural mediante métodos destructivos, también se terminó capacidad resistente de la subrasante, subbase y base del pavimento, dicha evaluación es aplicable en cualquier momento de su vida de servicio. Con los resultados obtenidos se toma en cuenta las acciones de conservación que permiten restablecer la capacidad resistente del pavimento flexible.

Analizando la realidad problemática es necesario el planteamiento del **problema general**: ¿Cuál es la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020?, como **problemas específicos** **La primera** ¿Cuánto es la capacidad resistente de la subrasante de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020?, **La segunda** ¿Cuánto es la capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020? Y **la tercera** ¿Cuál es la capacidad resistente de la base del pavimento flexible mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020?

La **justificación del problema**; desde una perspectiva **teórica**, la investigación busca la aplicación de ensayos de campo y laboratorio, con los resultados obtenidos se busca determinar las causas que originan las fallas

superficiales en el pavimento de la Avenida Estudiante, los aportes de esta investigación servirán de guía para futuras investigaciones interesados en el tema de pavimentos, desde la perspectiva **técnica** los resultados de esta investigación serán evaluados con los parámetros establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el manual de carreteras y especificaciones técnicas.

La investigación fija también como **objetivo general**: Determinar la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020 , **objetivos específicos**: **la primera** Estimar la capacidad resistente de la subrasante de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020, **la segunda** Analizar la capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020 y **la tercera** Determinar la capacidad resistente de la base de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

Exponiendo los problemas y determinado los objetivos se plantean las **hipótesis**, planteando como **hipótesis general**: La capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos, no es adecuado. - Avenida Estudiante, Puno 2020, **Las hipótesis específicas, la primera** La capacidad resistente de la subrasante de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos, no cumplen con la normativa del MTC. - Avenida Estudiante, Puno 2020, **la segunda** La capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos, no cumplen con la normativa del MTC. - Avenida Estudiante, Puno 2020. Y **la tercera** La capacidad resistente de la base del pavimento flexible mediante métodos destructivos, no cumplen con la normativa del MTC. - Avenida Estudiante, Puno 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos preliminares como **antecedentes nacionales** tenemos lo siguiente, Vásquez (2019) en su tesis **titulado** “Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Centro Poblado Ampanu –Centro Poblado Molinos, distrito de Culebras, Huarmey – Ancash. Propuesta de mejora, 2019” fijo como **objetivo** evaluar la estructura del pavimento flexible de la carretera Centro Poblado Ampanu – Centro Poblado Molinos, distrito de Culebra, Huarmey – Ancash, aplicando una **Metodología** la investigación es de tipo aplicada, con un nivel explicativo debido a que busca bases para explicarla y sustentarla, también tuvo como diseño no experimental. **Resultados** de los resultados obtenidos se tiene que el suelo de la subrasante tiene una clasificación de tipo SP (suelo grueso con presencia de arena) la máxima densidad seca es de 1.776 gr/cm³ con una humedad optima de 9.10 % con un CBR de 9.76 al 95 % de la máxima densidad seca y en su afirmado existente tiene una clasificación de GM (suelo grueso con presencia de gravas limosas y la máxima densidad seca es de 2.28 gr/cm³ y a como también se requiere una humedad optima de 7.80% el CBR es de 70.66 al 95% de la máxima densidad seca, la cual no cumple con el requerimiento mínimo para material granular del 80% de acuerdo a la normativa del MTC . **Conclusiones** los resultados de la subrasante son variables, debido a que mas se avanza en las progresivas se observa la presencia del nivel freatico a una profundidad de 0.80m, con el ensayo del CBR en la subrasante se determina que es regular en zonas intermedias a la bahía, y para el caso de materiales granulares, se puede determinar que no cumple con los requerimientos mínimos que exige la normativa del ministerio de transportes y comunicaciones. Luego se tiene a Matta & Pulido (2019) en su tesis **titulado** “Evaluación estructural del pavimento flexible de la Avenida Arica en el tramo jirón Camino Real - jirón Santa Lucia, P.J. Dos de mayo, distrito Chimbote, Ancash 2019” fijo como **objetivo** evaluar la estructura del pavimento flexible de la avenida Arica en el tramo jirón Camino Real - jirón Santa Lucia, pueblo joven 2 de mayo distrito Chimbote, **Metodología** esta investigación empleó el diseño de investigación no experimental, y de tipo descriptiva explicativa; fijó población del estudio y la muestra para esta investigación a la avenida Arica, en el tramo jirón Camino

Real - jirón Santa Lucía, pueblo joven 2 de mayo distrito Chimbote-Ancash

resultados fisuras de borde, asentamientos, Hoyos y parcheo. La sub base de la vía en estudio tiene 20 cm de espesor; la base de la vía tiene un espesor promedio es de 19 cm; y el espesor de carpeta asfáltica es 1,5 cm. En la subrasante el CBR al 100% de MDS. Es de 11.72. El CHO contenido óptimo de humedad es de 8.80%. Se determinó la MDS. Es de 1.83 g/cm³. La base y sub base presenta un CBR al 100% de MDS. Es de 90.50%, El contenido de humedad obtenido fue de 6.80%, además la MDS es de 2,24 g/cm³. El tipo de suelo según SUCS y AASHTO, es LM, grupo A-4. (Limo). El IP. Esta entre 3.46 y 6.77; el suelo es de baja plasticidad. El porcentaje de humedad es alto.

Conclusiones Por lo cual, la carpeta de rodadura muestra diversas patologías. El CBR de subrasante sub base y base, buena. En C-4. El porcentaje de humedad es alta y presenta capa freática. Por último, se tiene a Portillo (2015) en su tesis **titulado** “Evaluación estructural de fallas del pavimento flexible por el método no destructivo en la carretera Puno – llave”, fijo como **objetivo**, determinar los factores técnicos que produjeron la falla estructural del pavimento flexible por el método no destructivo en la carretera Puno – llave. En el tramo 1388+000 - 1392+000, **metodología** de diseño de investigación experimental, y de tipo descriptiva, explicativa, **resultados** en la carpeta del pavimento flexible de la carretera Puno – llave, tramo 1388+000 al 1391+000, al presentar una condición bueno y deflexiones muy bajas es deducible que no tiene problemas estructurales. **conclusiones** empleando el método no destructivo del índice de condición del pavimento las fallas más importantes son: fisura longitudinal y transversal, piel de cocodrilo, parches, ahuellamiento, abultamiento y hundimiento con mayores porcentajes de incidencia y a niveles estructurales se encuentra con deflexiones muy bajas lo que indica que la carretera esta compacta.

También se tiene los **antecedentes internacionales** tenemos a Patiño (2016), en su tesis “Evaluación estructural para la rehabilitación del pavimento según metodología AASHTO en la vía puente nacional – Barbosa entre km 0+000 y km 1+500” para optar el grado de especialización en ingeniería de pavimentos de la Universidad Militar Nueva Granada, fijando como **objetivo**

evaluación estructural km 0+000 hasta km 1+500 siguiendo la metodología AASHTO 1993, siguiendo la **metodología** de diseño de investigación no experimental, y de tipo descriptiva, explicativa; el **resultado** que obtuvo fue de acuerdo a los perfiles estratigráficos explorados carpeta asfáltica 21 cm, espesor de base granular 19 cm mostrando un material de gravas y arenas limosas con un porcentaje mínimo de arcilla de baja plasticidad, en la subbase granular con espesores de 30 y 40 cm y la clasificación del material fue gravas y arenas limosas con fracciones finas de arcilla de baja plasticidad y capacidad de soporte en la subrasante fue de 4%, **conclusiones**, la metodología AASHTO nos permite determinar por retrocálculo el módulo resiliente de la subrasante, como también el número estructural requerido permite calcular el espesor teórico requerido por el pavimento. Como segundo antecedente internacional tenemos a Manuel (2008) en su investigación **titulado** “Análisis de falla prematura de carpeta asfáltica construida sobre pavimento existente”, en la cual fijó como **objetivo** el estudio del pavimento de la avenida a partir de la prospección de un tramo específico para saber por qué fallo y para conocer los orígenes del deterioro, **resultados** el análisis mostró que el fallo se atribuye a un conjunto de factores que desencadenaron el deterioro progresivo y acelerado. Mostró igualmente que tiene como causa basal algunas deficiencias en la concepción del proyecto. debilitación del pavimento, **conclusiones** el estudio que se presenta en esta investigación, permitió determinar por qué ocurrió este deterioro prematuro, permitió también proponer una metodología aplicable a otras vías similares para conocer los motivos de un deterioro. En este sentido, puede ser interesante dado la cantidad de vías en Santiago que presentan deterioros prematuros.

En lo que se refiere a las **teorías relacionadas al tema** sobre la variable 1, **métodos destructivos** Thenoux (2016) los métodos destructivos requieren de la alteración del pavimento previamente construido en algún punto. Entre los métodos destructivos que son más empleados para la evaluación de la capacidad resistente de pavimentos son los siguientes: excavación de calicatas, extracción de testigos, placa de carga, penetrómetro dinámico de cono. **Excavación de calicatas**: este método nos permite determinar las

propiedades de los materiales que conforman las capas de base granular y subbase de la estructura del pavimento, entre los parámetros a tener en cuenta son las siguientes: clasificación, espesores de capas, humedades, CBR de las capas granulares y densidades. **extracción de testigos**: empleando un equipo para extracción de núcleos diamantinos se obtienen muestras de probeta cilíndrica del pavimento, esto nos permite medir los espesores de capa, así como también las propiedades mecánicas de resistencia de capas cementadas Placa de carga: este método evalúa la capacidad portante del material de subrasante así como también en bases granulares, mediante la utilización de placas de diámetros relativamente grandes. De este ensayo se determina un módulo de reacción (k) (p.6). ASTM International (2003) **Penetrómetro dinámico de cono**: es un equipo que determinar el valor de capacidad de soporte mediante el número de golpes que después describe la rigidez y esta se relaciona con las propiedades del CBR del suelo como puede ser sub base y base granular de una vía existente (p.1).

Montejo (2002) define al **pavimento** como una estructura que está conformado por capas granulares de subbase y base granular superpuestas horizontalmente, las cuales fueron diseñados técnicamente siguiendo parámetros establecidos y con materiales apropiados las cuales son conformadas y compactadas con un contenido de humedad óptimo, toda esta estructura se apoya sobre la subrasante de la vía que las sobrecargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para la cual fue diseñada toda la estructura del pavimento (p,1). Kucera (1969) argumenta, con la finalidad de seguir la evolución de la tecnología de nuevos métodos en procesos constructivos y dimensionamiento de firmes flexibles, el cálculo de los espesores y distribución de diversas capas con buen índice de servicio, ha dado lugar a estudio a los fenómenos de fatiga (p.87).

Evaluación estructural del pavimento Schvartzter (2010) menciona que la evaluación de un pavimento tiene por objetivo determinar la capacidad resistente excedente de un pavimento existente, en el caso de que falte la capacidad resistente estructural, se generan deterioros, agrietamientos y deformaciones (p.10). asimismo Porras et al (2014) refiere que el estudio del

estado de las vías, se realiza con diferentes instrumentos las cuales son información de intensidad y geométrica de la superficie del pavimento (p.90). El **pavimento flexible**: de acuerdo a Wright et al (1993) es una estructura compuesta por capas granulares las cuales se denominan subbase granular, base granular y superficie de rodadura una carpeta conformada con asfalto en caliente y/o frío como aglomerantes, agregados. Uribe (2016) argumenta que para la elección del tipo de pavimento se debe tener en cuenta el clima ya que tiene efectos sobre la estructura del pavimento como son el agua y las temperaturas extremas (p.18).

Diseño de pavimento flexible método AASHTO. Para Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) el diseño de pavimentos flexibles se consideran las cargas vehiculares, valor de soporte CBR de la subrasante, con la finalidad de determinar el cálculo del número estructural requerido SNr, en fusión a este resultado se determinan los espesores de las capas de subbase, base granular y capa de rodadura que conforman la estructura del pavimento flexible. La ecuación para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la que se muestra en la 1.2. asimismo, Ministerio de vivienda y urbanismo (2018) argumenta lo siguiente, es un método empírico que se emplea para el diseño de pavimentos flexibles y rígidos, este método consiste en ecuación de regresión (p.353).

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_O + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} (Mr) - 8.0 \dots \dots \dots (Ec 1.2)$$

Donde:

W18 = Número estimado de ejes equivalentes de 8.2 ton en el periodo de diseño.

ZR = Desviación estándar normal.

SO = Error estándar combinado de la predicción del tráfico

ΔPSI = Diferencia de índices de servicio inicial y final

Mr = Modulo resiliente

SN = Numero estructural.

Con la ecuación 2.2 se calcula el numero estructural (SN) para después determinar los espesores de la estructura del pavimento, las cuales deben ser mayor o igual al número estructural calculado. Asimismo, Massenlly et al (2018) manifiesta que el desafío de proyectar un pavimento más durable y económico es mayor, actualmente en el país se emplea el dimensionamiento para que las capas tengan los espesores mínimos que tengan la capacidad de resistir las tensiones y deformaciones limites ocasionadas por la carga del tráfico (p.12).

$$SN = a1.D1 + a2.m2.D2 + a3.m3.D3..... (Ec 2.2)$$

Donde:

a1 = Coeficiente estructural de la capa.

Di = Espesor de la capa.

mi = coeficiente de drenaje de la capa.

Mechanistic Empirical Pavement Design Guide (2008), El módulo de resiliencia (Mr) es la medida de rigidez de la subrasante. La ecuación 3.2 determina el módulo de resiliencia correlacionando en el CBR.

$$Mr (psi) = 2555 x CBR^{0.64}..... (Ec. 3.2.)$$

Donde:

Mr = Modulo de resiliencia.

CBR = California Bearing Ratio.

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013), manifiesta que los ejes equivalentes representan el factor destructivo sobre la estructura de un pavimento y se calcula con la siguiente ecuación 4.2. como también Coronado (2002) indica que el transito fue definido por pesos y dimensiones desarrollados por Sieca aprobadas 1958 y en fusión a esto cada país realizo su adaptación y modificación de acuerdo a sus necesidades (p.26).

$$Nrep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn} = \sum [EEdia - carril \times Fca \times 365] \dots\dots\dots(\text{Ec. 4.2})$$

Donde:

Nrep de EE 8.2 tn = Numero de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn

EEdia – carril = Ejes equivalentes por tipo de vehículo.

Fca = factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado

365 = Número de días del año.

Se calcularán los ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado empleando la siguiente ecuación:

$$EEdia - carril = IMDpi \times Fd \times Fc \times Fvpi \times Fpi \dots\dots\dots(\text{Ec. 5.2})$$

Donde:

EEdia – carril = Ejes equivalentes por tipo de vehículo.

IMDpi = Índice medio diario según tipo de vehículo.

Fd = Factor direccional.

Fc = Factor carril de diseño

Fvp = Factor vehículo pesado del tipo seleccionado.

Fp = Factor de presión de neumáticos.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) define Subrasante: es la capa superior del terraplén la cual debe estar compactados al 95 % de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado, se debe tener las siguientes consideraciones como materiales aptos para subrasante son materiales que deben tener CBR \geq a 6%, para subrasante mejorada el índice de plasticidad (%) < 11 y tipo de material A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3, el grado de compactación será el 95% con respecto a la máxima densidad obtenida en laboratorio. Las categorías de la subrasante sobre la cual se asienta el pavimento, están definidas en seis categorías (p,24). Al respecto Menéndez et al (2013) los suelos de fundación generalmente están constituidos por limos inorgánicos y arcilla con humedades superiores a la óptima (p.4).

Rondón (2013) manifiesta que en Bogotá es bastante común la utilización de terraplén o subrasante mejorada con un espesor de 30 a 50 cm, esto debido a que el CBR en suelos arcillosos es muy bajo (p.64).

Tabla 2.1. Categorías de subrasante

CATEGORIAS DE SUBRASANTE	CBR
S_0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S_1 : Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% A CBR < 10%
S_2 : Subrasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
S_3 : Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S_4 : Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S_5 : Subrasante Extraordinaria	CBR \geq 30%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Universidad Mayor de San Simón (2010) define **Modulo de resiliencia** como el ensayo que determina el comportamiento del suelo de la subrasante cuando esta esté bajo cargas dinámicas, debido a esta la capa de rodadura sufre una deflexión (p.10).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) **Subbase granular**: se denomina a si a la capa que forma parte de la estructura de un pavimento y que está conformado con materiales granulares debidamente aprobados, provenientes de canteras las cuales deben cumplir con la siguiente figura (p,359).

Tabla 2.2. Requerimientos granulométricos para subbase granular.

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	-	-
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9,5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N°4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N°10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 μ m. (N°40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 μ m. (N°200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: American Society for Testing and Materials (2015)

Tabla 2.3. Requerimiento de ensayos en la subbase granular.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				<3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50% máx.	50% máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40% min.	40% min.
Limite Liquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6% máx.	4% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 4318	T 176	25% min.	35% min.
Sales Solubles	MTC E 219	--	--	1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	--	D 4318	--	20% máx.	20% máx.

fuelle: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Densidad de campo: Astm American, (2000) manifiesta que este ensayo consiste en determinar el volumen y peso de la muestra en estudio, aplicando el cono de arena (p.4).

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) **base granular** al igual que la subbase, está también constituida por material granular debidamente apropiados, y que se instalan sobre la subbase la cual debe tener las siguientes características (p,359).

Tabla 2.4. Requerimiento granulométrico en base granular.

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	-	-
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9,5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N°4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N°10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N°40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N°200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: American Society for Testing and Materials (2015)

Además, el material de base granular deberá cumplir con las siguientes características fisicomecánicas.

Tabla 2.5. Requerimiento del valor de soporte CBR.

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Trafico en ejes equivalentes (<10 ⁶)	Min. 80%
	Trafico en ejes equivalentes (≥10 ⁶)	Min. 100%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013).

California Bearing Ratio: Univesidad Nacional de Ingenieria (2006) menciona que este ensayo es utilizado para determinar la resistencia del suelo

que conforma la subrasante, subbase o base de la estructura de un pavimento y se determina a un óptimo contenido de humedad, el CBR se calcula en función a valores de una muestra patrón que tiene las siguientes características.

Tabla 2.6. Características de la muestra patrón California Bearing Ratio.

Penetración		Presión		
Mn	Pulgadas	MN/m ²	Kgf/cm ²	Lb/plg ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

fuelle: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de ensayo de materiales (2016)

Compactación: Villalaz (2004) manifiesta que es muy importante debido a que aumenta la resistencia del suelo también disminuye la compresibilidad de los mismos esta debe realizarse con un contenido de humedad optimo obtenido del ensayo proctor modificado (p.99). Rico (1979) también refiere que el **comportamiento de suelos compactados** se realiza la compactación de suelos al 95% de los máximos a los ensayos de Proctor estándar y modificado y se obtendrá la resistencia del suelo en gr/cm³ (p.99). Juárez et al (2005) nos indica que la **granulometría:** es la distribución del tamaño de materiales que determina sus propiedades físicas, los materiales que tienen un buen comportamiento son los gruesos bien graduados (p.97). así como también Minaya (2006) menciona que la **densidad natural** es un ensayo que es aplicado para realizar el control de compactación en la conformación de subbase y base granular realizando una relación con el ensayo de Proctor modificado el equipo más utilizado es el cono de arena (p.12). **límites de atterberg** ASTM D 4318 (2005) menciona que este ensayo es aplicado a suelos de grano fino, el límite superior de flujo viscoso denominado limite líquido y el pegajoso denominado plástico, la diferencia entre ambos es el índice de plasticidad.

Tabla 2.7. Clasificación de suelos según índice de plasticidad.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

Clasificación de suelos Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) nos indica que se deben conocer las características de los suelos como son: granulometría, plasticidad, índice de grupo. La clasificación de suelos no permite predecir el aproximado comportamiento de los suelos.

Mantenimiento de carreteras Garbarino (2016) definen la construcción de carreteras como la preparación de materiales como: agregados, aditivos, aglutinantes que se emplean en la subbase, base granular y superficie de una carretera (p.11).

Tabla 2.8. Clasificación de suelos según índice de plasticidad.

Clasificación de Suelos AASHTO AASHT M - 145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM – D 2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de la Investigación

3.1.1. Método científico

Según Sánchez et al (2018) considera que el método científico es el medio que se emplea para responder las interrogantes de investigación que inician sobre varios fenómenos que se tiene en la naturaleza y sobre los problemas que afectan a la corporación. Sus orígenes pueden encontrarse desde la existencia del hombre racional, no obstante, recién con la llegada de los filósofos griegos (siglo VI a.c.) empieza a esbozarse una deliberación consiente sobre la ciencia (p. 8).

La investigación seguirá un orden de acuerdo a los objetivos específicos, se iniciará con la observación directa de las fallas superficiales del pavimento flexible de la Avenida Estudiante.

Analizando las definiciones, en la investigación se aplicó el método **científico**.

3.1.2. Tipo: aplicada

A propósito, Suca (2015), considera que la investigación aplicada también se denomina como una investigación práctica o empírica, busca la aplicación y dedicación de conocimientos que fueron percibidos, es la aplicación de teorías existentes, esta investigación se encuentra estrechamente relacionada con la investigación básica, por lo que necesita de los resultados de dicha investigación (p. 50).

En la investigación se aplicó teorías definidas en la aplicación de métodos destructivos para determinar la capacidad resistente de la estructura del pavimento flexible de la Avenida estudiante.

Analizando estas consideraciones y la teoría revisada, este trabajo de investigación se determinó del tipo **aplicada**.

3.1.3. Nivel: explicativo

Suca (2015) considera Investigación explicativa: es aquél que guarda relación causal; no tan solo su objetivo es adjetivar o apegarse a un conflicto, sino que busca dar las razones del mismo. Existen diseños experimentales y no experimentales. Son aquellas investigaciones donde se enfoca en demarcar

los inicios de un conjunto de fenómenos, el objetivo principal es determinar las causas que originan ciertos eventos y también en las circunstancias en que ellos se ocasionan (p.p. 61,62).

La investigación fue del nivel explicativo porque busca las causas del problema generado en las fallas presentes en el pavimento flexible de la Avenida estudiante.

Analizando estas consideraciones y la teoría revisada la investigación corresponde al nivel ***explicativo***.

3.1.4. Diseño: cuasi experimental.

Sánchez et al (2018) se le llama experimentos a los cuales los fenómenos en estudio no fueron elegidos y seleccionados al azar por que inmediatamente están alineados de esa manera por lo que precede de la investigación, adoptan las mismas modalidades que los experimentos puros (p. 29).

La presente investigación fue cuasi experimental porque se realizaron pruebas de campo obteniendo resultados las cuales se interpretarán en trabajos de gabinete.

Analizando estas consideraciones y la teoría revisada el diseño que se empleó en la presente investigación fue diseño ***cuasi experimental***.

3.2. Variables y Operalización.

3.2.1. Variable 1: Métodos destructivos

a) Definición conceptual, como manifiesta Instituto de la Construcción y Gerencia (2013) se denomina destructivo debido a que se altera el pavimento existente en diferentes puntos en la cual se evaluará el pavimento, con el fin de determinar la capacidad de soporte de la estructura.

b) Definición Operacional, Esta variable se operacionalizará mediante las siguientes dimensiones: excavación de calicatas y penetrómetro dinámico de cono las cuales determinan el CBR en las diferentes capas del pavimento.

3.2.2. Variable 2: Capacidad resistente de pavimentos flexibles.

a) Definición Conceptual, Thenoux (2016) se define como la cuantificación de la capacidad de resistencia que presenta el pavimento a esfuerzos cortantes del suelo (p.6).

b) Definición Operacional, Esta variable se operacionalizará mediante las siguientes dimensiones: capacidad resistente de la subrasante, capacidad resistente de la subbase, capacidad resistente de la base.

3.2.3. Matriz operacional: ver Anexo 1

3.3. Población muestra, muestreo.

3.3.1. Población.

Según Hernández et al (2006) define la población como el conjunto de todos los casos a investigar o estudiar estas coinciden en las especificaciones de cada una de ellas.

En la investigación la población estará conformada por el pavimento flexible de la avenida Estudiante en toda su extensión de 2 km

3.3.2. Muestra

Según Cruz (2014) considera que la muestra es una de las partes más representativas de una población también considera que es uno de los objetivos principales de la investigación con los resultados obtenidos se realizan generalizaciones para toda una población (p. 107).

La muestra de la investigación fue considerado el tramo km 1+000 hasta al km 2+000 de la Avenida Estudiante.

3.3.3. Muestreo

Suca (2015) selecciona a las muestras por medio de criterios que permiten que cada posible muestra tenga la misma probabilidad de ser elegida y que cada integrante de la población tenga una oportunidad igual de ser incluido en la muestra (p. 375).

En el trabajo de investigación se empleará el muestreo **no probabilístico**.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas: observación directa

Como técnica se empleó la observación directa y según Cruz (2014), la observación directa para los trabajos de investigación en ingeniería, todos las muestras y datos obtenidos se deben considerar en formatos establecidos de para la recolección de información. La observación científica es una de las más antiguas y al mismo tiempo la más moderna técnica de investigación (p. 33)

En el trabajo de investigación se aplicó la técnica de **observación directa**.

3.4.2. Instrumentos: ficha de recopilación de información

Según Cruz (2014) define ficha de recopilación de información como la raíz que hace noticia a vuelcos en los instrumentos de graduación o en los observadores componentes que producen alteraciones en los resultados que se obtienen (p. 127)

En la investigación se aplicó como instrumento las fichas de recopilación de datos.

3.4.3. Validez: observación directa

En esta investigación los instrumentos se validaron mediante el juicio de expertos, como refiere Suca (2015) la eficacia se mide de acuerdo al rango de validez, con la escala para regular las cualidades para la cual fue diseñada y no otras similares a una escala confusa, no puede tener efectividad de la misma manera que una escala que este midiendo, unánimemente e indiscriminadamente, distintas variables. (p. 245).

Se debe considerara una tabla para la interpretación de la validez según rango de validez

Tabla 3.1. Rango de validez.

Rango de validez	Interpretación
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Oseda et al (2011).

Tabla 3.2. Valides del contenido del instrumento

N°	Grado académico	Nombres y Apellidos	Cip	Dictamen
1.	Ingeniero civil	Rony Helan Ramos Vilca	83936	0.83
2.	Ingeniero civil	Richar Peñaloza Quispe	220587	0.67
3.	Ingeniero civil	Edilson Huanca Salazar	250565	0.67
Prom.				0.72

El promedio de la validez es de 0.72, según la tabla 3.1 es válida.

3.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad se determina por lo general con el método del alfa de Cronbach. Como afirma Hernandez et al (2006) para que un instrumento sea de carácter, en su conveniencia confiable debe ser aplicado repetidas sucesiones al mismo objetivo o sujeto en estudio generado resultados bastante similares (p. 200).

Tabla 3.3. Rangos de confiabilidad.

Rango de confiabilidad	interpretación
0 – 0.5	Inaceptable
0.5 – 0.6	Pobre
0.6 – 0.7	Débil
0.7 – 0.8	Aceptable
0.8 - 0.9	Bueno
0.9 - 1	Excelente

Fuente: Chávez et al (2018)

3.5. Procedimiento.

Se procedió a identificar las zonas de muestreo en la Avenida Estudiante de acuerdo a la normativa del Manual de carreteras suelos, geología y pavimentos en la cual nos indica que para un índice medio diario entre 2000

– 401 veh/día se realizará 3 calicatas x 2 km, tomando estas consideraciones se procedió a realizar 4 muestras en la Avenida Estudiante en las progresivas 1 + 225, 1 + 500, 1+ 750 y 2 + 000 , haciendo excavación de calicatas y obteniendo muestras para luego realizar ensayos de laboratorio.

3.5.1. Estudios previos

Ubicación: la zona de estudio se encuentra en la región y provincia de Puno, distrito de Puno, Centro poblado de Salcedo, Avenida Estudiante.

Características. La Avenida estudiante tiene una longitud de 2+033 km con un ancho de calzada de 6.20m por sentido, con separador de calzada.

3.5.1.1. Estudios de campo.

Estudios de exploración de suelos:

En la presente investigación se aplicaron las siguientes normas:

- ✓ Ensayo con penetrómetro dinámico de cono para determinación de CBR insitu Norma ASTM D – 6951 (ver Anexo 03).
- ✓ Densidad y peso unitario método cono de arena. Norma MTC E 117 (ASTM D 1556) (ver Anexo 03)
- ✓ Estudios de tráfico según manual de carreteras suelos, geología y pavimentos, 2013

3.5.1.2. Estudios de laboratorio.

Se realizaron los siguientes estudios de laboratorio

- ✓ Ensayo de valor de soporte de california CBR, Norma MTC E 132 (ASTM D1883) (ver Anexo 03).
- ✓ Densidad, Proctor modificado, Norma MTC E 115 (ASTM D 1557). (ver Anexo 03)
- ✓ Contenido de humedad, Norma MTC E 108 (ASTM D 2216). (ver Anexo 03).
- ✓ Limite líquido. Norma MTC E 110 (ASTM D 4317) (ver Anexo 03).
- ✓ Limite plástico Norma MTC E 111 (ASTM D 4317). (ver Anexo 03).
- ✓ Análisis granulométrico Norma MTC E 107 (ASTM 422) (ver Anexo 03).

- ✓ Clasificación de suelos, Norma ASTM D 3282. (ver Anexo 03)

3.6. Métodos de análisis de datos

Como metodología de evaluación se empleará la estadística descriptiva para procesar datos recolectados en fichas de recolección, mientras que en el contraste de hipótesis se empleó la estadística inferencial. El proceso de información se realizó con los softwares de ingeniería y Excel respectivamente.

3.6.1. Estimación de la capacidad resistente de la subrasante de pavimento flexible mediante métodos destructivos

Tabla 3.4. Ubicación de calicatas en la Avenida Estudiante

Progresiva	Calicata	Sentido
1 + 225	C - 01	ida
1 + 500	C - 02	vuelta
1 + 750	C - 03	ida
2 + 000	C - 04	vuelta

Fuente: Elaboración propia

Determinación de California Bearing Ratio en la subrasante.

Se realizan ensayos de California Bearing Ratio (CBR) por el método del penetrómetro dinámico de cono en la subbase empleando la siguiente ecuación:

$$Cbr = 292 / (PDC)^{1.12}$$

Tabla 3.5. Ensayo con penetrómetro dinámico de cono CBR (California Bearing Ratio) in situ Subrasante.

Nº de muestra	Numero de golpes	Penetración acumulada (mm)	Numero de golpes acumulado	% golpes	Penetración por lectura	Índice PDC (mm/golpe)	CBR %
M -01 Km 1+225	14	800	197	80.10	50	3.6	70.18
M -02 Km 1+500	14	800	197	80.10	50	3.6	70.18
M -03 Km 1+750	14	800	205	79.80	50	3.6	70.18

M -04 Km 2+000	14	800	205	79.80	50	3.6	70.18
----------------------	----	-----	-----	-------	----	-----	-------

Fuente: Elaboración propia

Se realizan ensayos de CBR por el método de excavación de calicatas en la subrasante, en la cual se observa la existencia de terraplén con un espesor que varía desde 0.17 a 0.20m en el tramo km 1+225 al km 1+500.

Tabla 3.6. Ensayos de CBR (California Bearing Ratio) en laboratorio subrasante

Progresiva	Muestra	Descripción	CBR
Km 1 + 225	M - 01	CBR para el 100% de la MDS	15.40
Km 1 + 225	M - 01	CBR para el 95% de la MDS	12.30
Km 1 + 500	M – 02	CBR para el 100% de la MDS	29.00
Km 1 + 500	M – 02	CBR para el 95% de la MDS	20.00
Km 1 + 750	M – 03	CBR para el 100% de la MDS	7.20
Km 1 + 750	M – 03	CBR para el 95% de la MDS	4.30
Km 2 + 000	M – 04	CBR para el 100% de la MDS	7.30
Km 2 + 000	M – 04	CBR para el 95% de la MDS	4.30

Fuente: Elaboración propia

Determinación del tipo de suelo

Tabla 3.7. Control de compactación en la subrasante.

CONTROL DE COMPACTACION				
Muestra	Ensayo	Contenido de humedad % natural/optimo	Densidad seca (g/cm3)	Porcentaje de compactación (%)
Km 1 + 225 M-01	Densidad de campo	10.36	1.824	91.65
Km 1 + 225 M-01	Densidad proctor	11.90	1.99	
Km 1 + 500 M-02	Densidad de campo	9.56	1.742	89.03
Km 1 + 500 M-02	Densidad proctor	10.30	1.956	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.8. Ensayo de granulometría en subrasante km 1 + 225 y km 1 + 500

ENSAYO	Subrasante					
	M - 01 km 1+225			M - 02 km 1+500		
Análisis granulométrico	% Grava 41.97	% Arena 31.89	% Limo y arcilla 26.14	% Grava 41.99	% Arena 32.03	% Limo y arcilla 25.99
Contenido de humedad	10.36 %			9.56 %		
Limites Atterberg (%)	LL 33.35	LP 24.69	IP 8.66	LL 34.71	LP 24.34	IP 10.37
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GM (grava limosa con arena)			GM (grava limosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.9. Ensayo de granulometría en subrasante, km 1 + 750 y km 2 + 000.

ENSAYO	Subrasante					
	M - 03 km 1+750			M - 04 km 2+000		
Análisis granulométrico	% Grava 12.56	% Arena 34.32	% Limo y arcilla 53.12	% Grava 4.74	% Arena 34.88	% Limo y arcilla 60.38
Contenido de humedad	10.31 %			13.76 %		
Limites Atterberg (%)	LL 36.72	LP 21.18	IP 15.54	LL 40.05	LP 18.90	IP 21.15
Clasificación AASHTO	A-6-6			A-2-10		
Clasificación SUCS	CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)			CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)		

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Análisis de la capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos.

Determinación de California Bearing Ratio en la subbase.

Se realizan ensayos de California Bearing Ratio (CBR) por el método del penetrómetro dinámico de cono en la subbase.

Tabla 3.10. Ensayo con penetrómetro dinámico de cono CBR (California Bearing Ratio) in situ, Subbase.

Nº de muestra	Numero de golpes	Penetración acumulada (mm)	Numero de golpes acumulados	% golpes	Penetración por lectura	Índice PDC (mm/golpe)	CBR %
M -01 Km 1+225	10	450	97	39.4	50	5.0	48.14
M -02 Km 1+500	10	450	97	39.4	50	5.0	48.14
M -03 Km 1+750	13	500	117	45.5	50	3.8	64.59
M -04 Km 2+000	13	500	117	45.5	50	3.8	64.59

Fuente: Elaboración propia

Se realizan ensayos de CBR por el método de excavación de calicatas en la subbase.

Tabla 3.11. Ensayos de CBR (California Bearing Ratio) en laboratorio subbase.

Progresiva	Muestra	Descripción	CBR
Km 1 + 225	M - 01	CBR para el 100% de la MDS	43.00 %
Km 1 + 225	M - 01	CBR para el 95% de la MDS	26.00 %
Km 1 + 500	M - 02	CBR para el 100% de la MDS	50.50 %
Km 1 + 500	M - 02	CBR para el 95% de la MDS	25.00 %
Km 1 + 750	M - 03	CBR para el 100% de la MDS	30.00 %
Km 1 + 750	M - 03	CBR para el 95% de la MDS	12.00 %
Km 2 + 000	M - 04	CBR para el 100% de la MDS	60.00 %
Km 2 + 000	M - 04	CBR para el 95% de la MDS	20.00 %

Fuente: Elaboración propia

Espesor de capa

Mediante la excavación de calicatas se observa los siguientes espesores:

Figura 3.1. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 1 + 225.



Figura 3.2. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 1 + 500.

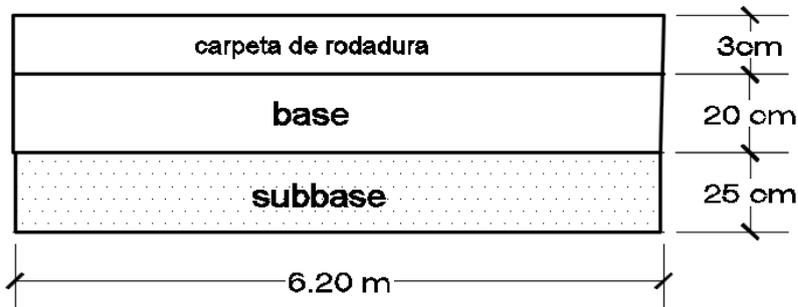


Figura 3.3. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 1 + 750.

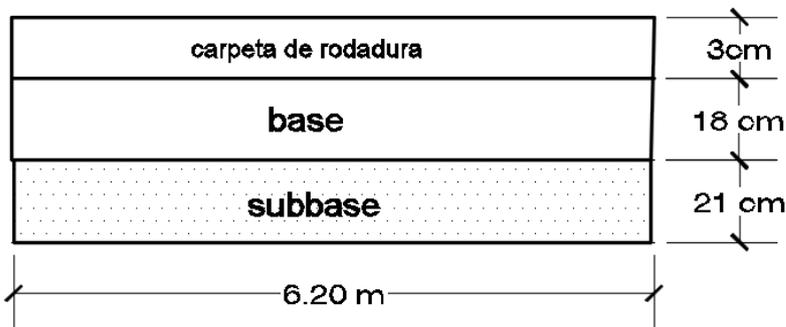
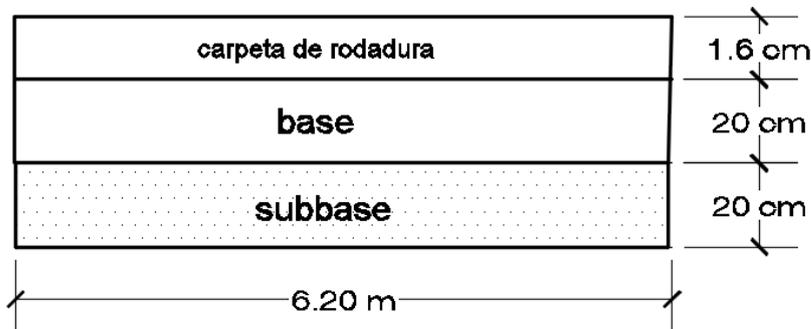


Figura 3.4. Espesor de capas existente en la estructura del pavimento, Km 2 + 000.



Con los datos encontrados en campo se procede a calcular los espesores requeridos, primeramente, se realiza el estudio de tráfico vehicular, empleando las ecuaciones 4.2 y 5.2, obteniendo los siguientes resultados ver anexo N° 04.

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{dia} - carril \times Fca \times 365]$$

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = 489,673.83$$

1. Requisitos del diseño.

a) Periodo de diseño (t):	10
b) Numero de Ejes Equivalentes: EE	489,673.83
c) Servicialidad inicial (pi):	3.8
d) Servicialidad final (pt):	2.0
e) Índice de confianza (R%):	75%
f) Desviación estándar (ZR):	-0.674
g) Error de combinación estándar (So):	0.45

2. Propiedades de materiales

a) Modulo de Resiliencia de la Base Granular (Mr):	15,247.23	psi
b) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular (Mr):	20,557.67	psi
c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	12.30	%
d) Modulo de Resiliencia:	12.73	ksi

$$Mr=2555 \text{ CBR}^{0.64} \quad \underline{\underline{12,732.98 \text{ psi}}}$$

3. Cálculo del número estructural

Empleando la ecuación 1.2, calculamos el valor de SN. Para el tramo km 1+225

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

$$\begin{aligned} \log_{10} 489673.8 = -0.674 \times 0.45 + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left(\frac{3.8 - 2.0}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \\ + 2.32 \log_{10}(12732.98) - 8.07 \end{aligned}$$

$$SN=2.26$$

4.estructuración del pavimento

a. Coeficientes estructurales de capa

Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.17
Base Granular (a2)	0.065
Sub-Base (a3)	0.14

b. Coeficientes de drenaje de capa

Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

5. Cálculo de espesores de capa del pavimento

Para el cálculo de espesores se utiliza la ecuación 2.2. descrito en las teorías.

$$SN = a1.D1 + a2.m2.D2 + a3.m3.D3$$

$$SN = (0.17)(6) + (0.065)(1.00)(20) + (0.14)(1.00)(25)$$

$$SN=2.29$$

2.29 > 2.26 **OK!**

Tabla 3.12. Espesores de capas para la estructura del pavimento en subbase, km 1+225

Alternativa	SN req.	SN resultado	D1 (cm)	D2 (cm) base	D3 (cm) subbase
1	2.26	2.29	6	20	25
2	2.26	2.29	6	20	25

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo el mismo procedimiento se calcula SN número estructural para los tramos km 1+500, km 1+750 y km 2+000.

Tabla 3.13. Espesores de capas para la estructura del pavimento en subbase, km 1+500, km 1+750 y km 2+000.

tramo	SN req.	SN resultado	D1 (cm)	D2 (cm) base	D3 (cm) subbase
Km 1+500	2.01	2.04	6	20	22
Km 1+750	2.92	2.95	6	25	45
Km 2+000	2.92	2.97	6	20	41

Fuente: elaboración propia.

Determinación del tipo de suelo

Tabla 3.14. Control de compactación en la subbase.

CONTROL DE COMPACTACION				
Muestra	Ensayo	Contenido de humedad % natural/optimo	Densidad seca (g/cm3)	Porcentaje de compactación (%)
Km 1 + 225 M-01	Densidad de campo	8.08	1.967	94.55
Km 1 + 225 M-01	Densidad proctor	8.30	2.08	

Km 1 + 500 M-02	Densidad de campo	8.50	1.903	91.42
Km 1 + 500 M-02	Densidad proctor	8.50	2.082	
Km 1 + 750 M-03	Densidad de campo	9.59	1.945	97.84
Km 1 + 750 M-03	Densidad proctor	10.3	1.988	
Km 2 + 000 M-04	Densidad de campo	6.32	1.874	94.57
Km 2 + 000 M-04	Densidad proctor	10.00	1.982	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.15. Ensayo de granulometría en subbase, km 1 + 225 y km 1 + 500

ENSAYO	Subbase					
	M - 01 km 1+225			M - 02 km 1+500		
Análisis granulométrico	% Grava 50.07	% Arena 31.46	% Limo y arcilla 18.47	% Grava 42.16	% Arena 35.98	% Limo y arcilla 21.85
Contenido de humedad	8.08 %			8.50 %		
Limites Atterberg (%)	LL 30.60	LP 21.96	IP 8.64	LL 31.46	LP 22.35	IP 9.11
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GC (grava arcillosa con arena)			GC (grava arcillosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.16. Ensayo de granulometría en subbase, km 1 + 750 y km 2 + 000

ENSAYO	Subbase					
	M - 03 km 1+750			M - 04 km 2+000		
Análisis granulométrico	% Grava 49.22	% Arena 33.70	% Limo y arcilla 17.08	% Grava 50.02	% Arena 32.65	% Limo y arcilla 17.34
Contenido de humedad	9.59 %			6.32 %		
Limites Atterberg (%)	LL 31.95	LP 22.78	IP 9.17	LL 35.5	LP 24.86	IP 10.64
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-6 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GC (grava arcillosa con arena)			GM (grava limosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Determinación de la capacidad resistente de la base de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos

Determinación de California Bearing Ratio en la base.

Se realizan ensayos de California Bearing Ratio (CBR) por el método del penetrómetro dinámico de cono en la base.

Tabla 3.17. Ensayo con penetrómetro dinámico de cono CBR (California Bearing Ratio) in situ en la Base.

N° de muestra	Numero de golpes	Penetración acumulada (mm)	Numero de golpes acumulado	% golpes	Penetración por lectura	Índice PDC (mm/golpe)	CBR %
M -01 Km 1+225	15	150	25	10.2	50	3.3	75.82
M -02 Km 1+500	15	150	25	10.2	50	3.3	75.82
M -03 Km 1+750	12	150	25	9.7	50	4.2	59.05
M -04 Km 2+000	12	150	25	9.7	50	4.2	59.05

Fuente: Elaboración propia

Se realizan ensayos de CBR (California Bearing Ratio) por el método de excavación de calicatas en la base.

Tabla 3.18. Ensayos de CBR (California Bearing Ratio) en laboratorio, en la base.

Progresiva	Muestra	Descripción	CBR
Km 1 + 225	M - 01	CBR para el 100% de la MDS	20.00 %
Km 1 + 225	M - 01	CBR para el 95% de la MDS	16.30 %
Km 1 + 500	M - 02	CBR para el 100% de la MDS	20.20 %
Km 1 + 500	M - 02	CBR para el 95% de la MDS	14.50 %
Km 1 + 750	M - 03	CBR para el 100% de la MDS	41.00 %
Km 1 + 750	M - 03	CBR para el 95% de la MDS	25.00 %
Km 2 + 000	M - 04	CBR para el 100% de la MDS	43.20 %
Km 2 + 000	M - 04	CBR para el 95% de la MDS	18.50 %

Espesor de capa

Mediante la excavación de calicatas se observa los siguientes espesores que se muestran en las figuras 3.1, 3.2, 3.3, 3.4

Tabla 3.19. Registro exploratorio de espesor en la Base granular.

Progresiva	Calicata	Capa	Espesor requerido (cm)	Espesor ejecutado (cm)
1 + 225	C-01	Base granular	20	22
1 + 500	C-02	Base granular	20	20
1 + 750	C-03	Base granular	25	18
2 + 000	C-04	Base granular	20	20

Fuente: Elaboración propia

Determinación del tipo de suelo

Tabla 3.20. Control de compactación en la base granular.

CONTROL DE COMPACTACION				
Muestra	Ensayo	Contenido de humedad % natural/optimo	Densidad seca (g/cm ³)	Porcentaje de compactación (%)
Km 1 + 225 M-01	Densidad de campo	6.98	1.724	83.64
Km 1 + 225 M-01	Densidad proctor	10.00	2.061	
Km 1 + 500 M-02	Densidad de campo	7.16	1.703	82.83
Km 1 + 500 M-02	Densidad proctor	10.20	2.056	
Km 1 + 750 M-03	Densidad de campo	8.16	1.96	93.39
Km 1 + 750 M-03	Densidad proctor	7.10	2.099	
Km 2 + 000 M-04	Densidad de campo	5.05	1.73	84.17
Km 2 + 000 M-04	Densidad proctor	10.40	2.055	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.21. Ensayo de granulometría en base granular, km 1 + 225 y km 1 + 500

ENSAYO	Base granular					
	M - 01 km 1+225			M - 02 km 1+500		
Análisis granulométrico	% Grava 52.57	% Arena 28.20	% Limo y arcilla 19.22	% Grava 48.12	% Arena 30.32	% Limo y arcilla 21.55
Contenido de humedad	6.98 %			7.16 %		
Limites Atterberg (%)	LL 29.16	LP 21.58	IP 7.58	LL 30.09	LP 22.14	IP 7.95
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GC (grava arcillosa con arena)			GC (grava arcillosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.22. Ensayo de granulometría en base granular, km 1 + 750 y km 2 + 000

ENSAYO	Base granular					
	M - 03 km 1+750			M - 04 km 2+000		
Análisis granulométrico	% Grava 50.15	% Arena 34.35	% Limo y arcilla 15.51	% Grava 42.82	% Arena 38.62	% Limo y arcilla 18.56
Contenido de humedad	8.16 %			5.05 %		
Limites Atterberg (%)	LL 28.74	LP 22.06	IP 6.68	LL 27.63	LP 21.09	IP 6.54
Clasificación AASHTO	A-1-b (0) bueno			A-1-b (0) bueno		
Clasificación SUCS	GC GM (Grava limo arcillosa con arena)			GC GM (Grava limo arcillosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Determinación de la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

Determinación de California Bearing Ratio en la subrasante.

Tabla 3.23. Ensayo con penetrómetro dinámico de cono para determinación de CBR (California Bearing Ratio), tramo km 1 +225 y 1 +500.

Progresiva	Capa	Muestra	CBR %	Progresiva	Muestra	CBR %
Km 1+225	Subrasante	M - 01	70.18	Km 1+500	M - 02	70.18
Km 1+225	Subbase	M - 01	48.14	Km 1+500	M - 02	48.14
Km 1+225	Base granular	M - 01	75.82	Km 1+500	M - 02	75.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.24. Ensayo con penetrómetro dinámico de cono para determinación de CBR (California Bearing Ratio), tramo km 1 + 750 y 2+000.

Progresiva	Capa	Muestra	CBR %	Progresiva	Muestra	CBR %
Km 1+750	Subrasante	M - 03	70.18	Km 2+000	M - 04	70.18
Km 1+750	Subbase	M - 03	64.59	Km 2+000	M - 04	64.59
Km 1+750	Base granular	M - 03	59.05	Km 2+000	M - 04	59.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.25. Ensayos de CBR (California Bearing Ratio) en laboratorio, para la estructura del pavimento.

Progresiva	Muestra	Descripción	CBR Subrasante (%)	CBR Subbase (%)	CBR base (%)
Km 1 + 225	M - 01	CBR 100% de la MDS	15.40 %	43.00 %	20.00 %
Km 1 + 225	M - 01	CBR 95% de la MDS	12.30 %	26.00 %	16.30 %
Km 1 + 500	M - 02	CBR 100% de la MDS	29.00 %	43.00 %	20.00 %
Km 1 + 500	M - 02	CBR 95% de la MDS	20.00 %	26.00 %	16.30 %
Km 1 + 750	M - 03	CBR 100% de la MDS	7.20 %	30.00 %	41.00 %
Km 1 + 750	M - 03	CBR 95% de la MDS	4.30 %	12.00 %	25.00 %
Km 2 + 000	M - 04	CBR 100% de la MDS	7.30 %	30.00 %	41.00 %
Km 2 + 000	M - 04	CBR 95% de la MDS	4.30 %	12.00 %	25.00 %

Fuente: Elaboración propia

Espesor de capa

Tabla 3.26. Registro exploratorio de espesor en la estructura del pavimento.

Capa	Espesor (cm) M – 01 Km 1 + 225	Espesor (cm) M – 02 Km 1 + 500	Espesor (cm) M – 03 Km 1 + 750	Espesor (cm) M – 04 Km 2 + 000
Subbase	17	25	21	20
Base	22	20	18	20
Capa de rodadura	04	03	03	1.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.27. Espesores de capa requerido para la estructura del pavimento en los tramos km 1+225, km 1+500, km 1+750 y km 2+000.

tramo	SN req.	SN resultado	D1 (cm)	D2 (cm) base	D3 (cm) subbase
Km 1+225	2.26	2.29	6	20	25
Km 1+500	2.01	2.04	6	20	22
Km 1+750	2.92	2.95	6	25	45
Km 2+000	2.92	2.97	6	20	41

Fuente: elaboración propia.

Determinación del tipo de suelo

Tabla 3.28. Control de compactación en el tramo km 1+225, de la Avenida Estudiante.

CONTROL DE COMPACTACION					
Muestra	Capa	Ensayo	Contenido de humedad % natural/optimo	Densidad seca (g/cm3)	Porcentaje de compactación (%)
Km 1+225 M-01	subrasante	Densidad de campo	10.36	1.824	91.65
		Densidad proctor	11.90	1.99	
Km 1+225 M-01	subbase	Densidad de campo	8.08	1.967	94.55
		Densidad proctor	8.30	2.08	
Km 1+225 M-01	Base granular	Densidad de campo	6.98	1.724	83.64
		Densidad proctor	10.00	2.061	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.29. Control de compactación en el tramo km 1+500, de la Avenida Estudiante.

CONTROL DE COMPACTACION					
Muestra	Capa	Ensayo	Contenido de humedad % natural/optimo	Densidad seca (g/cm3)	Porcentaje de compactación (%)
Km 1+500 M-02	subrasante	Densidad de campo	9.56	1.742	89.03
		Densidad proctor	10.70	1.956	
Km 1+500 M-02	subbase	Densidad de campo	8.50	1.903	91.42
		Densidad proctor	8.50	2.082	
Km 1+500 M-02	Base granular	Densidad de campo	7.16	1.703	82.32
		Densidad proctor	10.20	2.056	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.30. Control de compactación en el tramo km 1+750, de la Avenida Estudiante.

CONTROL DE COMPACTACION					
Muestra	Capa	Ensayo	Contenido de humedad % natural/optimo	Densidad seca (g/cm3)	Porcentaje de compactación (%)
Km 1+750 M-03	subbase	Densidad de campo	9.59	1.945	97.84
		Densidad proctor	10.30	1.988	
Km 1+750 M-03	Base granular	Densidad de campo	8.16	1.96	93.39
		Densidad proctor	7.10	2.099	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.31. Control de compactación en el tramo km 2+000.

CONTROL DE COMPACTACION					
Muestra	Capa	Ensayo	Contenido de humedad % natural/optimo	Densidad seca (g/cm3)	Porcentaje de compactación (%)
Km 2+000 M-04	subbase	Densidad de campo	6.32	1.874	94.57
		Densidad proctor	10	1.982	
Km 2+000 M-04	Base granular	Densidad de campo	5.05	1.73	84.17
		Densidad proctor	10.40	2.055	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.32. Ensayo de granulometría, tramo km 1 + 225

ENSAYO	Tramo 1+225								
	Subrasante			Subbase			Base		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Análisis granulométrico	Grava	Arena	Limo y arcilla	Grava	Arena	Limo y arcilla	Grava	Arena	Limo y arcilla
	41.97	31.89	26.14	50.07	31.46	18.47	52.57	28.20	19.22
Contenido de humedad	10.36 %			8.08 %			6.98 %		
Limites Atterberg (%)	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
	33.35	24.69	8.66	30.60	21.96	8.64	29.16	21.58	7.58
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GM (grava limosa con arena)			GC (grava arcillosa con arena)			GC (grava arcillosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.33. Ensayo de granulometría, tramo km 1 + 500

ENSAYO	Tramo 1+500								
	Subrasante			Subbase			Base		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Análisis granulométrico	Grava	Arena	Limo y arcilla	Grava	Arena	Limo y arcilla	Grava	Arena	Limo y arcilla
	41.99	32.03	25.99	42.16	35.98	21.85	48.12	30.32	21.55
Contenido de humedad	9.56 %			8.50 %			7.16 %		
Limites Atterberg (%)	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
	34.71	24.34	10.37	31.46	22.35	9.11	30.09	22.14	7.95
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GM (grava limosa con arena)			GC (grava arcillosa con arena)			GC (grava arcillosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.34. Ensayo de granulometría tramo km 1 + 750

ENSAYO	Tramo 1+750								
	Subrasante			Subbase			Base		
Análisis granulométrico	% Grava 12.56	% Aren 34.32	% Limo y arcilla 53.12	% Grava 49.22	% Aren 33.70	% Limo y arcilla 17.08	% Grava 50.15	% Aren 34.35	% Limo y arcilla 15.51
Contenido de humedad	10.31 %			9.59 %			8.16 %		
Limites Atterberg (%)	LL 36.72	LP 21.18	IP 15.54	LL 31.95	LP 22.78	IP 9.17	LL 28.79	LP 22.06	IP 6.68
Clasificación AASHTO	A-6-6 -			A-2-4 (0) bueno			A-1-b (0)		
Clasificación SUCS	CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)			GC (grava arcillosa con arena)			GC – GM (grava limo arcillosa con arena)		

Fuente elaboración propia

Tabla 3.35. Ensayo de granulometría, tramo km 2 + 000

ENSAYO	Tramo 1+750								
	Subrasante			Subbase			Base		
Análisis granulométrico	% Grava 12.56	% Aren 34.32	% Limo y arcilla 53.12	% Grava 49.22	% Aren 33.70	% Limo y arcilla 17.08	% Grava 50.15	% Aren 34.35	% Limo y arcilla 15.51
Contenido de humedad	10.31 %			9.59 %			8.16 %		
Limites Atterberg (%)	LL 36.72	LP 21.18	IP 15.54	LL 31.95	LP 22.78	IP 9.17	LL 28.79	LP 22.06	IP 6.68
Clasificación AASHTO	A-6-6 -			A-2-4 (0) bueno			A-1-b (0)		
Clasificación SUCS	CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)			GC (grava arcillosa con arena)			GC – GM (grava limo arcillosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

En este trabajo de investigación se respetarán: validez de los resultados obtenidos, de misma manera la propiedad intelectual de los autores

IV. RESULTADOS

Los resultados se muestran en el orden de los objetivos

4.1. Estimación de la capacidad resistente de la subrasante de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos.

Tabla 4.1. Resultado de ensayos en laboratorios para la subrasante, tramo km 1+225 y km 1+500.

N° Calicata / Ensayo	M-01 Km 1+225			M-02 Km 1+500		
CBR % in situ (PDC)	70.18			70.18		
CBR al 95% de MDS Laboratorio	12.30			20		
Índice plástico	LL 33.35	LP 24.69	IP 8.66	LL 34.71	LP 24.34	IP 1037
Análisis granulométrico	% Grava 41.97	% Arena 31.89	% Limo y Arcilla 26.14	% Grava 41.97	% Arena 32.03	% Limo y Arcilla 25.99
Contenido de humedad	10.36			9.56		
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) (bueno)			A-2-4 (0) (bueno)		
Clasificación SUCS	GM (grava limosa con arena)			GM (grava limosa con arena)		
Porcentaje de compactación	91.65			89.03		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2. Resultado de ensayos en laboratorios para la subrasante, tramo km 1+750 y km 2+000.

N° Calicata / Ensayo	M-03 Km 1+225			M-04 Km 1+500		
CBR % in situ (PDC)	70.18			70.18		
CBR al 95% de MDS Laboratorio	4.30			4.30		
Índice plástico	LL 36.72	LP 21.18	IP 15.54	LL 40.05	LP 18.90	IP 21.15
Análisis granulométrico	% Grava 12.56	% Arena 34.32	% Limo y Arcilla 53.12	% Grava 4.74	% Arena 34.88	% Limo y Arcilla 60.38
Contenido de humedad	10.31			13.76		

Clasificación AASHTO	A-6-6	A-6-10
Clasificación SUCS	CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)	CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el tramo de ida del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 70.18 %, CBR al 95% de MDS varía entre 4.30 a 12.30 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-6-6, según SUCS GM grava limosa con arena y CL arcilla arenosa de baja plasticidad, índice de plasticidad de 8.66 a 15.54%, con un porcentaje de compactación de 91.65%. En el tramo de vuelta del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 70.18 %, CBR al 95% de MDS varía entre 4.30 a 20 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-6-10, según SUCS GM grava limosa con arena y CL arcilla arenosa de baja plasticidad, índice de plasticidad de 10.37 a 21.15%, con un porcentaje de compactación de 89.03%.

4.2. Análisis de la capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos.

Tabla 4.3. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la subbase, tramo km 1+225 y km 1+500.

N° Calicata / Ensayo	M-01 Km 1+225			M-02 Km 1+500		
CBR % in situ (PDC)	48.14			48.14		
CBR al 95% de MDS Laboratorio	26.00			25.00		
Espesor de capa existente (cm)	17			25		
Espesor de capa requerido (cm)	25			22		
Porcentaje de compactación	94.55			91.42		
Limites Atterberg (%)	LL 30.60	LP 21.96	IP 8.64	LL 31.46	LP 22.35	IP 9.11
Análisis granulométrico	% Grava a 50.07	% Aren a 31.46	% Limo y arcilla 18.47	% Grava 42.16	% Arena 35.98	% Limo y arcilla 21.85

Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno	A-2-4 (0) bueno
Clasificación SUCS	GC (grava arcillosa con arena)	GC (grava arcillosa con arena)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la subbase, tramo km 1+750 y km 2+000.

N° Calicata / Ensayo	M-03 Km 1+750			M-04 Km 2+000		
CBR % in situ (PDC)	64.59			64.59		
CBR al 95% de MDS Laboratorio	12.00			20.00		
Espesor de capa existente (cm)	21			20		
Espesor de capa requerido (cm)	45			41		
Porcentaje de compactación	97.84			94.57		
Índice plástico	LL 31.95	LP 22.78	IP 9.17	LL 35.50	LP 24.86	IP 10.64
Análisis granulométrico	% Grava a 49.22	% Aren a 33.70	% Limo y arcilla 17.08	% Grava 50.02	% Arena 32.65	% Limo y arcilla 17.34
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-6 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GC (grava arcillosa con arena)			GM (grava limosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el tramo de ida del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 48.14 a 64.59 %, CBR al 95% de MDS varía entre 26.00 a 12.00 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno, según SUCS GC grava arcillosa con arena, índice de plasticidad de 8.64 a 9.17%, con un porcentaje de compactación de 94.55 a 97.84%. En el tramo de vuelta del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 48.14 a 64.59 %, CBR al 95% de MDS varía entre 25 a 20 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-2-6, según SUCS GC grava arcillosa con arena y GM grava limosa con arena, índice de plasticidad de 9.11 a 10.64 %, con un porcentaje de compactación de 91.42 a 94.57%.

4.3. Determinación de la capacidad resistente de la base de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos

Tabla 4.5. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la base, tramo km 1+225 y km 1+500.

N° Calicata / Ensayo	M-01 Km 1+225			M-02 Km 1+500		
CBR % in situ (PDC)	75.82			75.82		
CBR al 95% de MDS% Laboratorio	16.30			14.50		
Espesor de capa existente (cm)	22			20		
Espesor de capa requerido (cm)	20			20		
Porcentaje de compactación	83.64			82.32		
Limites Atterberg (%)	LL 29.16	LP 21.58	IP 7.58	LL 30.09	LP 22.14	IP 7.95
Análisis granulométrico	% Grava 52.57	% Arena 28.20	% Limo y arcilla 19.22	% Grava 48.12	% Arena 30.32	% Limo y arcilla 21.55
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0) bueno			A-2-4 (0) bueno		
Clasificación SUCS	GC (grava arcillosa con arena)			GC (grava arcillosa con arena)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.6. Resultados obtenidos de ensayo de campo y laboratorio para la base, tramo km 1+750 y km 2+000.

N° Calicata / Ensayo	M-03 Km 1+750			M-04 Km 2+000		
CBR % in situ (PDC)	59.05			59.05		
CBR al 95% de MDS Laboratorio	25.00			18.50		
Espesor de capa existente (cm)	18			20		
Espesor de capa requerido (cm)	25			20		
Porcentaje de compactación	93.39			84.17		
Índice plástico	LL 28.74	LP 22.06	IP 6.68	LL 27.63	LP 21.09	IP 6.54
Análisis granulométrico	% Grava 50.15	% Arena 34.35	% Limo y arcilla 15.51	% Grava 42.82	% Arena 38.64	% Limo y arcilla 18.56

Clasificación AASHTO	A-1-b (0) bueno	A-1-b (0) bueno
Clasificación SUCS	GC – GM (grava limo arcillosa con arena)	GC – GM (grava limo arcillosa con arena)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el tramo de ida del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 75.82 a 59.05 %, CBR al 95% de MDS varía entre 16.30 a 25.00 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-1-b, según SUCS GC grava arcillosa con arena y GM grava limosa con arena, índice de plasticidad de 7.58 a 6.68%, con un porcentaje de compactación de 83.64 a 93.39%. En el tramo de vuelta del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 75.82 a 59.05 %, CBR al 95% de MDS varía entre 14.5 a 18.50 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-1-b, según SUCS GC grava arcillosa con arena y GM grava limosa con arena, índice de plasticidad de 7.95 a 6.54 %, con un porcentaje de compactación de 82.32 a 84.57%

4.4. Determinación de la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

Tabla 4.7. Capacidad resistente CBR en la estructura del pavimento.

Progresiva	Muestra	Descripción	CBR Subrasante (%)	CBR Subbase (%)	CBR Base (%)
Km 1 + 225	M - 01	CBR 95% de la MDS	12.30 %	26.00 %	16.30 %
Km 1 + 500	M - 02	CBR 95% de la MDS	20.00 %	25.00 %	14.50 %
Km 1 + 750	M - 03	CBR 95% de la MDS	4.30 %	12.00 %	25.00 %
Km 2 + 000	M - 04	CBR 95% de la MDS	4.30 %	20.00 %	18.50 %

Tabla 4.8. Espesores de capa del pavimento flexible

tramo	Subbase		Base		Capa de rodadura	
	Existente.	requerido	Existente.	requerido	Existente.	requerido
Km 1+225	17 cm	25 cm	22 cm	20 cm	04 cm	06 cm
Km 1+500	25 cm	22 cm	20 cm	20 cm	03 cm	06 cm
Km 1+750	21 cm	45 cm	18 cm	25 cm	03 cm	06 cm
Km 2+000	20 cm	41 cm	20 cm	20 cm	1.5 cm	06 cm

Interpretación: En la subrasante se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 4.30 a 20.00 %, índice de plasticidad de 8.66 a 21.15%. En la subbase se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 12.00 a 26.00 %, espesor de 17 a 25 cm, índice de plasticidad de 8.64 a 10.64 %. En la base se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 14.50 a 25.00 %, espesor de 18 a 22 cm, índice de plasticidad de 6.54 a 7.95 %.

V. DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en el orden de los objetivos

Discusión 1.

En el tramo de ida del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 70.18 %, CBR al 95% de MDS varía entre 4.30 a 12.30 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-6-6, según SUCS GM grava limosa con arena y CL arcilla arenosa de baja plasticidad, índice de plasticidad de 8.66 a 15.54%, con un porcentaje de compactación de 91.65%. En el tramo de vuelta del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 70.18 %, CBR al 95% de MDS varía entre 4.30 a 20 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-6-10, según SUCS GM grava limosa con arena y CL arcilla arenosa de baja plasticidad, índice de plasticidad de 10.37 a 21.15%, con un porcentaje de compactación de 89.03%. Al respecto Matta et al (2019), el cual fue citado como antecedente nacional obtuvo los siguientes resultados en su investigación CBR de la subrasante 11.72 %, contenido de humedad óptimo 8.80 %, máxima densidad seca 1.83 gr/cm³, Asimismo Patiño (2016) citado como antecedente internacional obtuvo como resultado CBR en la subrasante de 4%, como también Ministerio de transportes y comunicaciones (2013) nos indica que el CBR en la subrasante debe ser como mínimo 6%, índice de plasticidad < 11%, porcentaje de compactación 95%.

Como se puede apreciar los valores determinados para el objetivo específico 1 son similares consecuentes con los antecedentes, por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

Discusión 2.

En el tramo de ida del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 48.14 a 64.59 %, CBR al 95% de MDS varía entre 26.00 a 12.00 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno, según SUCS GC grava arcillosa con arena, índice de plasticidad de 8.64 a 9.17%, con un porcentaje de compactación de 94.55 a 97.84%. En el tramo de vuelta del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 48.14 a 64.59 %, CBR al 95% de MDS varía entre 25 a 20 %, asimismo el suelo se clasifica

según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-2-6, según SUCS GC grava arcillosa con arena y GM grava limosa con arena, índice de plasticidad de 9.11 a 10.64 %, con un porcentaje de compactación de 91.42 a 94.57%.

Al respecto Matta et al (2019), el cual fue citado como antecedente nacional obtuvo los siguientes resultados en su investigación CBR de la subbase 90.50 %, espesor de capa 20 cm, contenido de humedad óptimo 6.80 %, máxima densidad seca 2.24 gr/cm³, clasificación de suelo según AASHTO A-4 (limo), el IP esta entre 3.46 y 6.77 suelo de baja plasticidad. Asimismo, Patiño (2016) citado como antecedente internacional obtuvo como resultado en la subbase granular con espesores de 30 y 40 cm y la clasificación de suelo es gravas y arenas limosas con fracciones finas de arcilla de baja plasticidad. Como también Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) nos indica que el CBR en la sub base debe ser como mínimo 40%, límite líquido 25% máximo, índice de plasticidad 4% máximo.

Como se puede apreciar los valores determinados para el objetivo específico 2 son similares consecuentes con las de los antecedentes, por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

Discusión 3.

En el tramo de ida del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 75.82 a 59.05 %, CBR al 95% de MDS varía entre 16.30 a 25.00 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-1-b, según SUCS GC grava arcillosa con arena y GM grava limosa con arena, índice de plasticidad de 7.58 a 6.68%, con un porcentaje de compactación de 83.64 a 93.39%. En el tramo de vuelta del km 1+225 al km 2+000 presenta el valor de soporte CBR in situ de 75.82 a 59.05 %, CBR al 95% de MDS varía entre 14.5 a 18.50 %, asimismo el suelo se clasifica según AASHTO es A-2-4 (0) bueno y A-1-b, según SUCS GC grava arcillosa con arena y GM grava limosa con arena, índice de plasticidad de 7.95 a 6.54 %, con un porcentaje de compactación de 82.32 a 84.57%.

Al respecto Matta et al (2019), el cual fue citado como antecedente nacional obtuvo los siguientes resultados en su investigación CBR de la base 90.50 %, espesor de capa 19 cm, contenido de humedad óptimo 6.80 %, máxima

densidad seca 2.24 gr/cm³, clasificación de suelo según AASHTO A-4 (limo), el IP esta entre 3.46 y 6.77 suelo de baja plasticidad. Asimismo, Patiño (2016) citado como antecedente internacional obtuvo como resultado espesor de base granular 19 cm mostrando un material de gravas y arenas limosas con un porcentaje mínimo de arcilla de baja plasticidad. Como también Ministerio de Transportes y comunicaciones (2013) nos indica que el CBR en la base debe ser como mínimo 80%, índice plástico 2% mínimo y 4% máximo.

Como se puede apreciar los valores determinados para el objetivo específico 3 son similares consecuentes con las de los antecedentes, por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

Discusión 4.

En la subrasante se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 4.30 a 20.00 %, índice de plasticidad de 8.66 a 21.15%. En la subbase se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 12.00 a 26.00 %, espesor de 17 a 25 cm, índice de plasticidad de 8.64 a 10.64 %. En la base se tiene CBR al 95% de MDS que varía entre 14.50 a 25.00 %, espesor de 18 a 22 cm, índice de plasticidad de 6.54 a 7.95 %.

Al respecto Matta et al (2019) el cual fue citado como antecedente nacional obtuvo los siguientes resultados en su investigación CBR de la subbase 90.50 %, espesor de capa 20 cm, contenido de humedad óptimo 6.80 %, máxima densidad seca 2.24 gr/cm³, clasificación de suelo según AASHTO A-4 (limo), el IP esta entre 3.46 y 6.77 suelo de baja plasticidad.

Como se puede apreciar los valores determinados para el objetivo específico 4 son similares consecuentes con las de los antecedentes, por lo tanto, el objetivo es alcanzado.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

La capacidad resistente de la subrasante en el tramo de ida km 1+225 presentó el valor de soporte CBR al 95% de MDS 12.30%, IP 8.66% y en el km 1+750 CBR al 95% de MDS fue de 4.30%, IP 15.54%. En el tramo de vuelta km 2+000 presentó el valor de soporte CBR al 95% de MDS 4.30%, IP 21.15% y en el km 1+500 CBR al 95% de MDS fue de 20.00%, IP 10.37%. Como se puede apreciar los resultados determinados en la subrasante no cumplen con las exigencias del Ministerio de Transportes y Comunicaciones como es: CBR mínimo 6%, índice plástico < 11%, en los tramos km 1 +750 y 2 +000.

Conclusión 2:

La capacidad resistente de la subbase en el tramo de ida km 1+225 presentó el valor de soporte CBR al 95% de MDS 26.00%, IP 8.64% y en el km 1+750 CBR al 95% de MDS fue de 12.00 %, IP 9.17 %. En el tramo de vuelta km 2+000 presentó el valor de soporte CBR al 95% de MDS 20.00 %, IP 10.64 % y en el km 1+500 CBR al 95% de MDS fue de 25.00%, IP 9.11 %. Como se puede apreciar los resultados determinados en la subbase todo el tramo no cumple con las exigencias del Ministerio de Transportes y Comunicaciones como. es el CBR mínimo 40%, índice plástico < 4%, porcentaje de compactación 100%.

Conclusión 3:

La capacidad resistente de la base en el tramo de ida km 1+225 presentó el valor de soporte CBR al 95% de MDS 16.30 %, IP 7.58 % y en el km 1+750 CBR al 95% de MDS fue de 25.00 %, IP 6.68 %. En el tramo de vuelta km 2+000 presentó el valor de soporte CBR al 95% de MDS 18.50 %, IP 6.54 % y en el km 1+500 CBR al 95% de MDS fue de 14.50 %, IP 7.95 %. Como se puede apreciar los resultados determinados en la base todo el tramo no cumple con las exigencias del Ministerio de Transportes y Comunicaciones como. es el CBR mínimo 80%, índice plástico < 2%, porcentaje de compactación 100% min.

Conclusión 4:

La capacidad resistente de la estructura del pavimento flexible de la Avenida Estudiante no cumple con los parámetros de la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en los siguientes tramos subrasante en los tramos km 1 +750 y 2 +000. Subbase tramos km 1 +225, 1 +500, 1 +750 y 2 +000, en la base granular km 1 +225, 1 +500, 1 +750 y 2 +000.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Se recomienda en los tramos km 1 +750 y km 2 +000 realizar el mejoramiento de la subrasante empleando un terraplén o pedraplén, con material seleccionado que cumpla con las exigencias de la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Recomendación 2:

Se recomienda en todo el tramo de la vía de la Avenida Estudiante realizar la estabilización de suelos en la subbase, con la finalidad de mejorar el CBR ya que la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones nos exige como mínimo un CBR de 40%, en el tramo de vuelta km 1+750 podemos apreciar que el espesor requerido es de 45 cm de la misma manera el tramo de vuelta km 2+00 el espesor requerido es de 41cm. por lo tanto estos tramos necesitan de un terraplén o pedraplén que deberán cumplir con las exigencias de la normativa.

Recomendación 3:

Se recomienda en todo el tramo de estudio de la Avenida Estudiante realizar la estabilización de suelos en la base granular, con la finalidad de mejorar el CBR ya que la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones nos exige como mínimo un CBR de 80%, el material que se empleará deberá cumplir con las especificaciones técnicas de la normativa.

Recomendación 4:

Se recomienda control y verificación durante la ejecución de la conformación de subbase y base granular cumpliendo con los requerimientos establecidos por la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

REFERENCIAS

1. AMERICAN Societefor for Testing and Materials. 2015. *Standard specification for materials forn materials forn soil - aggregate subbase, base, and sufrace courses*. U.S.A : s.n., 2015.
2. *Analisis de confiabilidad y validez de un cuestionario*. CHAVEZ Barboza, Eduardo and Rodrigez Miranda , Laura. 2018. 2018, Ensayos Pedagogicos, p. 20.
3. ASTM American . 2000. *Standard test method for density and unit weight of soil in place by the sand come methond*. U.S.A : s.n., 2000.
4. ASTM International D 4318. 2005. *Standard methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of solis*. U.S.A : s.n., 2005.
5. ASTM International. 2003. *Standard test method for use of the dynamic cone penetrometer in shalow pavement applications*. USA : s.n., 2003.
6. PORRAS Diaz, Hernan, et al. 2014. 2014 *Automated systems for data acquisition oriented to examine flexible paviments.*, Ciencia e Ingenieria Neo Granadina, p. 98.
7. CARAHUATAY Chavez, Ronal Eduardo. 2015. *Determinacion del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel - Suneden , mediante analisis deflectometrico*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca : 2015.
8. CORONADO Iturbe, Jorge. 2002. *Manual centroamericano para el diseño de pavimentos*. Guatemala : s.n., 2002.
9. CRUZ del Castillo, Cinthia. 2014. *Metodologia de la Investigacion*. Primera Edicion Ebook. Mexico : Grupo Editorial Patria S.A. de C.V., 2014. p. 249.
10. MINAYA Gonzales, Silene and Ordoñez Huaman , Abel. 2006. *Diseño moderno de pavimentos asfalticos.*, Instituto de la construccion y gerencia, p. 487.
11. GARBARINO, Elena, et al. 2016. *Revision of Green Procurement Criteria for Road Design, Construction and Maintenace*. Sevilla : Joint Reserch Centre, 2016.
12. GERENCIA, INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y. 2013. *Norma Tecnica C.E. 10 pavimetos urbanos*. 2013.

13. HERNANDEZ, Roberto, Fernandez, Carlos and Baptista, Pilar. 2006. *Metodologia de la Investigacion*. Sexta edicion. Mexico : Mc Graw Hill Education, 2006.
14. RONDON Quintana, Hugo, Fernandez Gomez, Wilmar and Hernandez Noguera, Jesus. 2013. *Influence of subgrade and unbound granular layers stiffness on fatigue life of hot mix Asphalts.*, Tecno Logicas, p. 72.
15. INSTITUTO de la Construccion y Gerencia . 2013. *Norma tecnica C.E. 10 PAVIMENTOS URBANOS*. 2013.
16. JUAREZ Badillo, Eulalio and Rico Rodriguez, Alfonso. 2005. *Mecanica de suelos*. Mexico : Limusa, 2005.
17. KUCERA, Karel. 1969. *Pavimentos flexibles*. España : CSIS, 1969.
18. MANUEL Catala, Brice. 2008. *Analisis de falla prematura de carpeta asfaltica construida sobre pavimentos existente*. Universidad de Chile, Santiago de Chile : 2008.
19. MATTA & Pulido, Nathaly & Sigifredo. 2019. *Evaluacion estructural del pavimento flexible de la Avenida Arica en el tramo Jiron Camino Real - Jiron Santa Lucia, Psj Dos de Mayo, Distrito Chimbote, Ancash 2019*. Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Peru : 2019.
20. MECHANISTIC empirical Pavement design Guide. 2008. *A manual of practice*. United States of America : Interim, 2008.
21. MENENDEZ Acurio, Rafael and Olarte Pinares, Jorge. 2013. *Metodo mecanistico calibrado para determinar el espesor de subrasante mejorada en suelo limo - arcillosos*. U.S.A : s.n., 2013.
22. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. 2013. *Manual de carreteras suelos, geologia, geotecnica y pavimentos*. Lima : s.n., 2013.
23. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. 2016. *Manual de ensayos de materiales*. Lima : s.n., 2016. p. 1269.
24. MINISTERIO de vivienda y urbanismo. 2018. *Codigo de normas y especificaciones tecnicas de obras de pavimentacion*. Santiago : Division tecnica de estudios, 2018.
25. MONTEJO Fonseca, Alfonso. 2002. *Ingenieria de pavimentos para carreteras*. Bogota : s.n., 2002.

26. OSEDA Gago, Dulio, et al. 2011. *Metodología de la Investigación*. Lima : s.n., 2011.
27. PATIÑO Boyaca, Neidy Betssy. 2016. *Evaluación estructural para la rehabilitación del pavimento según metodología AASHTO en la vía puente Nacional - Barbosa entre K 1+500*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia : 2016.
28. PORTILLO, Guido Yamil. 2015. *Evaluación estructural de fallas del pavimento flexible por el método no destructivo en la carretera Puno - Ilave*. Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez, Puno, Perú : 2015.
29. RICO Rodríguez, Alfonso and Orozco, Juan. 1979. *Infraestructura del Instituto Mexicano del Transporte*. México : s.n., 1979.
30. SANCHEZ Carlessi, Hugo, Reyes Roemro, Carlos and Mejía Saenz, Katia. 2018. *Manual de Términos en Investigación Científica*. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018. p. 146.
31. SCHVARTZER, Fabian. 2010. Evaluación estructural de pavimentos asfálticos estado del arte. [Online] 2010. <http://ilievlima.org/3er-congreso-nacional-de-pavimentos-asfalticos/>.
32. SUCA Suca, Nestro Leodan. 2015. *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica en la Ingeniería Civil*. Puno : Sagitario Impresores, 2015. p. 401.
33. MASSENLLY, Gianina S.R. ; Depaiva , Casio E.L. 2018. 2018 *The influence of surface deflection on flexible pavement with low resistance subgrade.*, Revista Chilena de Ingeniería.
34. THENOUX, Guillermo. 2016. *Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico*. Lima : s.n., 2016.
35. UNIVERSIDAD Mayor de San Simón. 2010. *Manual completo diseño de pavimentos*. La Paz : s.n., 2010.
36. UNIVERSIDAD Nacional de Ingeniería. 2006. *California Bearing Ratio (CBR)*. Lima : s.n., 2006.
37. URIBE García, Marco. 2016. *Geotecnia y pavimentos*. Santiago de Querétaro : s.n., 2016. p. 648.

38. VASQUEZ Soria, Junior Alfredo. 2019. *Evaluación estructural del pavimento flexible de la carretera Centro Poblado Ampanu - Centro Poblado Molinos, Distrito de Culebras, Huarvey - Ancash. Propuesta de mejora, 2019.* Universidad Cesar Vallejo, Chimbote, Peru : 2019.
39. VILLALAZ Crespo, Carlos. 2004. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* Mexico : Limusa, 2004.
40. WRIGHT, Paul H and Paquette, Radnor J. 1993. *Ingeniería de carreteras.* Mexico : Grupo Noriega, 1993.

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

Autor: Bruno Glicerio Velasquez Quispe

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Métodos destructivos	como manifiesta Instituto de la Construcción y Gerencia (2013) se denomina destructivo debido a que se altera el pavimento existente en diferentes puntos en la cual se evaluará el pavimento	Esta variable se operacionalizará mediante las siguientes dimensiones: excavación de calicatas y penetrómetro dinámico de cono las cuales determinan el CBR en las diferentes capas del pavimento.	D1: excavación de calicatas. D2: penetrómetro dinámico de cono	I1 CBR % base I2 CBR % sub base I3 CBR % sub rasante I1 CBR % base I2 CBR % sub base I3 CBR % sub rasante	Ficha de recopilación de datos	Escala de razón
V2: Capacidad resistente de pavimento flexible	Thenoux (2016) se define como la cuantificación de la capacidad de resistencia que presenta el pavimento a esfuerzos cortantes del suelo.	Esta variable se operacionalizará mediante las siguientes dimensiones: capacidad resistente de la subrasante, capacidad resistente de la subbase, capacidad resistente de la base.	D1 capacidad resistente de la subrasante D2 capacidad resistente de la subbase D3: capacidad resistente de la base.	I1 CBR % I2 Espesor de capa I3 tipo de suelo I1 CBR % I2 Espesor de capa I3 tipo de suelo I1 CBR % I2 Espesor de capa I3 tipo de suelo	Ficha de recopilación de datos	Escala de razón

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

Autor: Bruno Glicerio Velasquez Quispe

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuánto es la capacidad resistente de la subrasante de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020?</p> <p>¿Cuánto es la capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020?</p> <p>¿Cuál es la capacidad resistente de la base del pavimento flexible mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Estimar la capacidad resistente de la subrasante de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020</p> <p>Analizar la capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020</p> <p>Determinar la capacidad resistente de la base de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>La capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos, no es adecuado. - Avenida Estudiante, Puno 2020.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La capacidad resistente de la subrasante de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos, no cumplen con la normativa del MTC. - Avenida Estudiante, Puno 2020,</p> <p>La capacidad resistente de la subbase de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos, no cumplen con la normativa del MTC. - Avenida Estudiante, Puno 2020,</p> <p>La capacidad resistente de la base del pavimento flexible mediante métodos destructivos, no cumplen con la normativa del MTC. - Avenida Estudiante, Puno 2020.</p>	<p>V1</p> <p>Métodos destructivos</p> <p>V2</p> <p>Capacidad resistente de pavimentos flexibles</p>	<p>D1: Excavación de calicatas.</p> <p>D2: Penetrómetro dinámico de cono</p> <p>D1 Capacidad resistente de la subrasante</p> <p>D2 Capacidad resistente de la subbase</p> <p>D3: Capacidad resistente de la base.</p>	<p>I1 California Bearing Ratio base</p> <p>I2 California Bearing Ratio subbase</p> <p>I3 California Bearing Ratio subrasante</p> <p>I1 California Bearing Ratio base</p> <p>I2 California Bearing Ratio subbase</p> <p>I3 California Bearing Ratio subrasante</p> <p>I1 California Bearing Ratio</p> <p>I2 Espesor de capa</p> <p>I3 tipo de suelo</p> <p>I1 California Bearing Ratio</p> <p>I2 Espesor de capa</p> <p>I3 tipo de suelo</p> <p>I1 California Bearing Ratio</p> <p>I2 Espesor de capa</p> <p>I3 tipo de suelo</p>	<p>Método: científico Sánchez (2018) es el medio que se emplea para responder las interrogantes de investigación</p> <p>Tipo: Aplicada Suca (2015) busca la dedicación o empleo de conocimientos que se perciben</p> <p>Nivel: Explicativo Suca (2015) es aquel que guarda relación causal, su objetivo es adjetivar a un conflicto.</p> <p>Diseño: Cuasi experimental Sánchez (2018) los grupos en estudio no han sido seleccionados al azar.</p> <p>Población: Avenida Estudiante</p> <p>Muestra: Avenida Estudiante km 0+000 a 1+000</p> <p>Muestreo: no probabilístico</p> <p>Técnica: Observación directa</p>

Anexo 02: Instrumento de investigación validado

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

AUTOR: Bruno Glicerio Velasquez Quispe

I.- INFORMACION GENERAL:							EXPERTO
UBICACIÓN: Avenida Estudiante							A
DISTRITO:	Puno	ALTITUD:	3837 msnm				0
PROVINCIA:	Puno	LATITUD:	15° 52' 19.37"				
REGION:	Puno	LONGITUD:	69° 59' 55.99"				
II.- Métodos destructivos D1V1							1
Excavacion de calicatas.							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio base	%	California Bearing Ratio subbase	%	California Bearing Ratio subrasante	%		
III.- Métodos destructivos D2V1							1
Penetrómetro dinámico de cono							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio base	%	California Bearing Ratio subbase	%	California Bearing Ratio subrasante	%		
IV.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D1V2							1
Capacidad resistente de la subrasante							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.		
V.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D2V2							1
Capacidad resistente de la subbase							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.		
VI.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D3V2							1
Capacidad resistente de la base.							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ramos Vilca, Rony Helan						
PROFESION	Ingeniero Civil						
REGISTRO CIP No:	83523						
EMAIL:	rony_scrystal@hotmail.com						
TELEFONO:	993677774						



5
0.833

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

AUTOR: Bruno Glicerio Velasquez Quispe

I.- INFORMACION GENERAL:						
UBICACIÓN: Avenida Estudiante						
DISTRITO:	Puno	ALTITUD:	3837 msnm			
PROVINCIA:	Puno	LATITUD:	15° 52' 19.37"			
REGION:	Puno	LONGITUD:	69° 59' 55.99"			
II.- Métodos destructivos D1V1						
Excavacion de calicatas.						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	California Bearing Ratio base	%	California Bearing Ratio subbase	%	California Bearing Ratio subrasante	%
III.- Métodos destructivos D2V1						
Penetrómetro dinámico de cono						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	California Bearing Ratio base	%	California Bearing Ratio subbase	%	California Bearing Ratio subrasante	%
IV.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D1V2						
Capacidad resistente de la subrasante						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.
V.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D2V2						
Capacidad resistente de la subbase						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.
VI.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D3V2						
Capacidad resistente de la base.						
	Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.
APELLIDOS Y NOMBRES:		Peñaloza Quispe, Richar				
PROFESION		Ingeniero Civil				
REGISTRO CIP No:		161730				
EMAIL:		richar_9@hotmail.com				
TELEFONO:		990880033				

EXPERTO
B
0
1
1
1
0
1

4
0.667

Richar Peñaloza Quispe
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 161730

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOMPILACION DE DATOS

PROYECTO: Capacidad resistente de la estructura de pavimentos flexibles mediante métodos destructivos - Avenida Estudiante, Puno 2020

AUTOR: Bruno Glicerio Velasquez Quispe

I.- INFORMACION GENERAL:							EXPERTO
UBICACIÓN: Avenida Estudiante							C
DISTRITO:	Puno	ALTITUD:	3837 msnm				1
PROVINCIA:	Puno	LATITUD:	15° 52' 19.37"				
REGION:	Puno	LONGITUD:	69° 59' 55.99"				
II.- Métodos destructivos D1V1							0
Excavacion de calicatas.							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio base	%	California Bearing Ratio subbase	%	California Bearing Ratio subrasante	%		
III.- Métodos destructivos D2V1							0
Penetrómetro dinámico de cono							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio base	%	California Bearing Ratio subbase	%	California Bearing Ratio subrasante	%		
IV.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D1V2							1
Capacidad resistente de la subrasante							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.		
V.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D2V2							1
Capacidad resistente de la subbase							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.		
VI.- Capacidad resistente de pavimentos flexibles D3V2							1
Capacidad resistente de la base.							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
California Bearing Ratio	%	Espesor de capa	cm	tipo de suelo	%, gr/cm3.		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Huanca Salazar, Edilson						
PROFESION	Ingeniero Civil						
REGISTRO CIP No:	223663						
EMAIL:	salaz_corp@hotmail.com						
TELEFONO:	938616426						

Edison Huanca Salazar
INGENIERO CIVIL
CIP. 223663

4
0.667

Anexo 03: Certificados, protocolos de ensayo de laboratorio



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



	INFORME	Código	TES-PU-01
	ENSAYO CON PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO PARA DETERMINACIÓN DE CBR INSITU	Versión	01
		Fecha	12-02-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO : TESIS "CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020 " REGISTRO N°: **G&21-GMTL-02-01**

SOLICITANTE : BACH. BRUNO VELASQUEZ QUISPE VERIFICADO POR : A. GOMEZ

CÓDIGO DE PROYECTO : --- ENSAYADO POR : K. TURPO

UBICACIÓN DE PROYECTO: SALCEDO, PUNO FECHA DE ENSAYO : 3/02/2021

Peso del martillo : 8,0 kg
Factor del Martillo : 1,0
Clasificación del suelo
Nivel Freático : NO PRESENTA

Prof. Mm	PDC N°									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	CBR (%)									
100	22.2	37.5								
200	48.1	59.0								
300	75.8	59.0								
400	59.0	70.2								
500	59.0	64.6								
600	75.8	59.0								
700	70.2	70.2								
800	70.2	70.2								
900	48.1	64.6								
1000	75.8	75.8								
Prom	60.4	63.0								

NOTA:
La ubicación de los puntos fue decidida en campo por el solicitante

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47130130

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209376

	INFORME	Código	TES-PU-01
	ENSAYO CON PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO PARA DETERMINACIÓN DE CBR INSITU	Versión	01
	ASTM D 6951	Fecha	12-02-2021
		Página	1 de 2

PROYECTO : TESIS "CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020 " REGISTRO Nº: **G&21-GMTL-02-02**

SOLICITANTE : BACH. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO: SALCEDO, PUNO

VERIFICADO POR : A. GOMEZ
 ENSAYADO POR : K. TURPO
 FECHA DE ENSAYO : 3/02/2021
 TURNO : Diurno

Punto N° : PDC-1
 Norte
 Este
 Cota

Peso del martillo : 8,0 kg
 Factor del Martillo : 1,0
 Clasificación del suelo : SM, SP-SM
 Nivel Freático : NO PRESENTA

Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Número de golpes acumulados	% golpes	Penetración por lectura (mm)	Índice PDC (mm/golpe)	CBR (%)
0	0	0	0.0			
5	50	5	2.0	50	10.0	22.15
5	100	10	4.1	50	10.0	22.15
15	150	25	10.2	50	3.3	75.82
10	200	35	14.2	50	5.0	48.14
15	250	50	20.3	50	3.3	75.82
15	300	65	26.4	50	3.3	75.82
10	350	75	30.5	50	5.0	48.14
12	400	87	35.4	50	4.2	59.05
10	450	97	39.4	50	5.0	48.14
12	500	109	44.3	50	4.2	59.05
15	550	124	50.4	50	3.3	75.82
15	600	139	56.5	50	3.3	75.82
16	650	155	63.0	50	3.1	81.50
14	700	169	68.7	50	3.6	70.18
14	750	183	74.4	50	3.6	70.18
14	800	197	80.1	50	3.6	70.18
14	850	211	85.8	50	3.6	70.18
10	900	221	89.8	50	5.0	48.14
10	950	231	93.9	50	5.0	48.14
15	1000	246	100.0	50	3.3	75.82

OBSERVACIONES:
 Penetración realizada sobre el nivel natural del terreno

CORRELACIONES:
 Norma ASTM D6951 **CBR = 292/(PDC)^{1.12}**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 <small>ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176</small>	 <small>BACHE. LC. MARY CARMEN PAMA CONDORY TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 4018030</small>

	INFORME	Código	TES-PU-01
	ENSAYO CON PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO PARA DETERMINACIÓN DE CBR INSITU	Versión	01
	ASTM D 6951	Fecha	12-02-2021
		Página	2 de 2

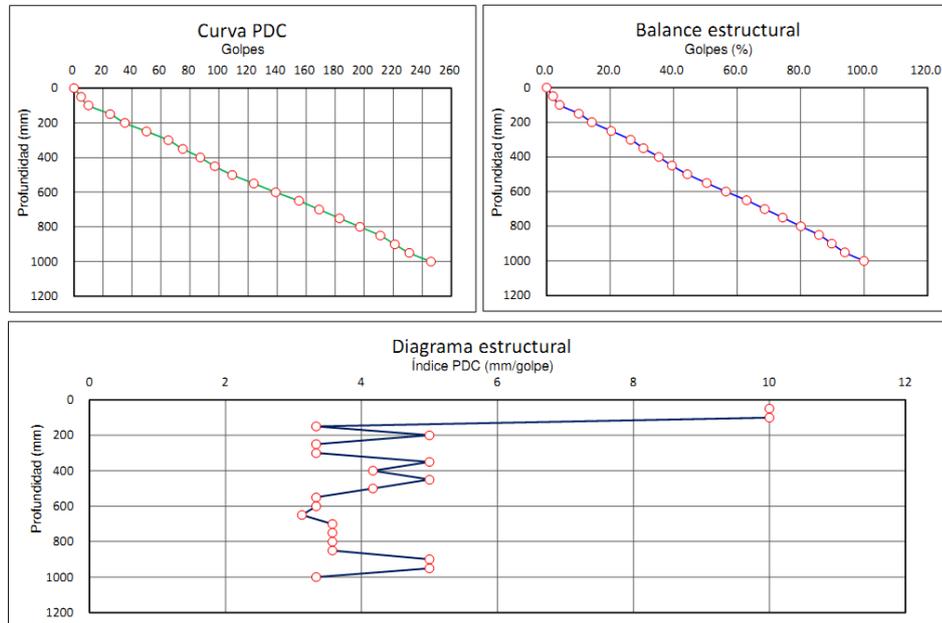
PROYECTO : TESIS "CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020 " REGISTRO N°: **G&21-GMTL-02-02**

SOLICITANTE : BACH. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO: SALCEDO, PUNO

MUESTREADO POR : A. GOMEZ
 ENSAYADO POR : K. TURPO
 FECHA DE ENSAYO : 3/02/2021
 TURNO : Diurno

Punto N° : PDC-1
 Norte : 0
 Este : 0
 Cota : 0

Peso del martillo : 8,0 kg
 Factor del Martillo : 1,0
 Clasificación del suelo : SM, SP-SM
 Nivel Freático : NO PRESENTA



OBSERVACIONES:
 Penetración realizada sobre el nivel natural del terreno

CORRELACIONES:
 Norma ASTM D6951 **CBR = 292/(PDC)^{1.12}**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 <small>ING. ALEX LUJÁN GÓMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176</small>	 <small>BACH. L. C. MARY CARMEN YANA CONDORY TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES UNI: 0218010</small>



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



	INFORME	Código	TES-PU-01
	ENSAYO CON PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO PARA DETERMINACIÓN DE CBR INSITU	Versión	01
	ASTM D 6951	Fecha	12-02-2021
		Página	1 de 2

PROYECTO : TESIS "CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020 " REGISTRO N°: **G&21-GMTL-02-03**

SOLICITANTE : BACH. BRUNO VELASQUEZ QUISPE VERIFICADO POR : A. GOMEZ

CÓDIGO DE PROYECTO : --- ENSAYADO POR : K. TURPO

UBICACIÓN DE PROYECTO: SALCEDO, PUNO FECHA DE ENSAYO : 3/02/2021

TURNO : Diurno

Punto N° : PDC-2
Norte
Este
Cota

Peso del martillo : 8,0 kg
Factor del Martillo : 1,0
Clasificación del suelo : SM, SP-SM
Nivel Freático : NO PRESENTA

Número de golpes	Penetración acumulada (mm)	Número de golpes acumulados	% golpes	Penetración por lectura (mm)	Índice PDC (mm/golpe)	CBR (%)
0	0	0	0.0			
5	50	5	1.9	50	10.0	22.15
8	100	13	5.1	50	6.3	37.50
12	150	25	9.7	50	4.2	59.05
12	200	37	14.4	50	4.2	59.05
14	250	51	19.8	50	3.6	70.18
13	300	64	24.9	50	3.8	64.59
12	350	76	29.6	50	4.2	59.05
14	400	90	35.0	50	3.6	70.18
14	450	104	40.5	50	3.6	70.18
13	500	117	45.5	50	3.8	64.59
15	550	132	51.4	50	3.3	75.82
15	600	147	57.2	50	3.3	75.82
14	650	161	62.6	50	3.6	70.18
15	700	176	68.5	50	3.3	75.82
15	750	191	74.3	50	3.3	75.82
14	800	205	79.8	50	3.6	70.18
14	850	219	85.2	50	3.6	70.18
12	900	231	89.9	50	4.2	59.05
12	950	243	94.6	50	4.2	59.05
14	1000	257	100.0	50	3.6	70.18

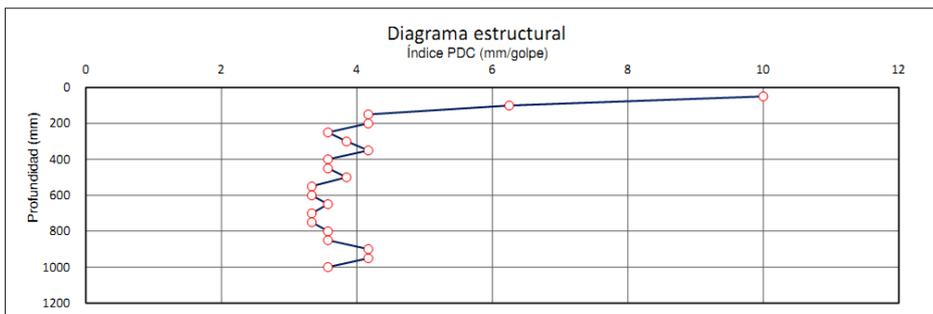
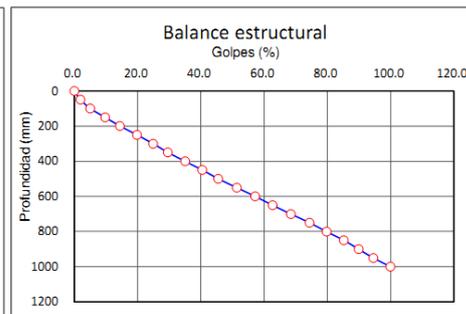
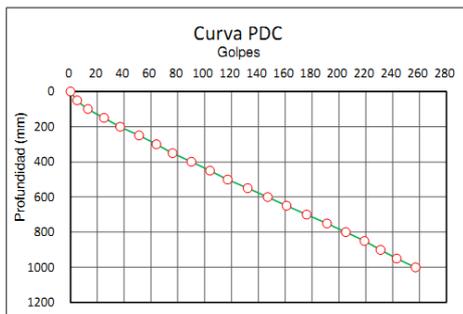
OBSERVACIONES:
Penetración realizada sobre el nivel natural del terreno

CORRELACIONES:
Norma ASTM D6951 **CBR = 292/(PDC)^{11,12}**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 <small>G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA 071 DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA DE MATERIALES CIP: 209176</small>	 <small>G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. Bach. Lc. MARY CARMEN YANA CONDORY TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES DNI - 0126100</small>

		INFORME	Código	TES-PU-01
		ENSAYO CON PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO PARA DETERMINACIÓN DE CBR INSITU ASTM D 6951	Versión	01
			Fecha	12-02-2021
			Página	2 de 2
PROYECTO	: TESIS "CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020 "		REGISTRO N°:	G&21-GMTL-02-03
SOLICITANTE	: BACH. BRUNO VELASQUEZ QUISPE		MUESTREADO POR :	A. GOMEZ
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		ENSAYADO POR :	K. TURPO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: SALCEDO, PUNO		FECHA DE ENSAYO :	3/02/2021
			TURNO :	Diurno
Punto N°	: PDC-2			
Norte	0			
Este	0			
Cota	0			

Peso del martillo : 8,0 kg
Factor del Martillo : 1,0
Clasificación del suelo : SM, SP-SM
Nivel Freático : NO PRESENTA



OBSERVACIONES:
Penetración realizada sobre el nivel natural del terreno

CORRELACIONES:
Norma ASTM D6951 $CBR = 292/(PDC)^{1.12}$

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:  ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP. 209176	Nombre y firma:  Bach. Lc. MARY CARMEN YAMA CONDORY TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES ING. 4713030



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-001-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	COORDENADAS	ESTE : NORTE : COTA : m.s.n.m.
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.05 - 0.27 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	METODO DE ENSAYO	Método 'C' : 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 20.21 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.00 %
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-1	N-1	Q-1
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SUMERGIDO	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12662	12693	12510	12548	11803	12852
Masa del Molde	g.	7844	7844	8040	8040	8129	8129
Masa del Suelo Húmedo	g.	4818	4849	4470	4508	3674	4723
Volumen del Suelo	cm ³	2123	2123	2151	2151	2103	2103
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.269	2.284	2.078	2.096	1.747	2.246
Capsula No	No	PC - 1	PC - 2	PC - 3	PC - 4	PC - 5	PC - 6
Masa de la Capsula	g.	83.95	83.99	85.17	84.75	83.54	81.81
Suelo Húmedo + Capsula	g.	545.21	559.44	467.98	542.52	478.84	471.50
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	503.28	511.90	433.31	489.50	443.00	421.50
Masa del Agua	g.	41.93	47.54	34.67	53.02	35.84	50.00
Masa del Suelo Seco	g.	419.33	427.91	348.14	404.75	359.46	339.69
% de Humedad	%	10.00%	11.11%	9.96%	13.10%	9.97%	14.72%
Promedio de Humedad	%	10.00%	11.11%	9.96%	13.10%	9.97%	14.72%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.063	2.056	1.890	1.853	1.589	1.958
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.232	20.159	18.534	18.172	15.579	19.198

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	415.00	0.00	0.00	500.00	0.00	0.00	345.00	0.00	0.00
		24:00:00	418.00	0.08	0.06	502.00	0.05	0.04	347.50	0.06	0.05
		48:00:00	418.50	0.09	0.07	503.50	0.09	0.07	349.00	0.10	0.08
		72:00:00	419.00	0.10	0.08	504.00	0.10	0.08	351.00	0.15	0.12
		96:00:00	419.00	0.10	0.08	505.00	0.13	0.10	352.00	0.18	0.14

PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN			Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-1				MOLDE No N-1				MOLDE No Q-1			
mm	Pulg.				LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		24.4	1.26	0.12	14.9	0.77	0.08		11.8	0.61	0.06			
1.27	0.050	01:00		72.4	3.74	0.37	31.3	1.62	0.16		26.5	1.37	0.13			
1.90	0.075	01:30		130.8	6.76	0.66	67.5	3.49	0.34		44.2	2.28	0.22			
2.54	0.100	02:00		201.9	10.43	1.02	20.29	90.7	4.69	0.46	14.49	67.0	3.46	0.34	10.87	
3.17	0.125	02:30		260.5	13.46	1.32		134.5	6.95	0.68		90.2	4.66	0.46		
3.81	0.150	03:00		322.5	16.67	1.63		182.5	9.43	0.92		126.9	6.56	0.64		
5.08	0.200	04:00		434.9	22.48	2.20	24.15	275.7	14.25	1.40	18.84	191.4	9.89	0.97	13.43	
6.35	0.250	05:00		530.5	27.42	2.69		369.1	19.07	1.87		259.7	13.42	1.32		
7.62	0.300	06:00		626.3	32.37	3.17		456.5	23.59	2.31		303.4	15.68	1.54		
8.89	0.350	07:00		714.0	36.90	3.62		554.4	28.65	2.81		408.2	21.10	2.07		
10.16	0.400	08:00		789.6	40.81	4.00		626.7	32.39	3.18		479.7	24.79	2.43		
11.43	0.450	09:00		871.2	45.02	4.42		704.1	36.39	3.57		559.1	28.89	2.83		
12.70	0.500	10:00		950.8	49.14	4.82		790.4	40.85	4.01		633.4	32.73	3.21		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S"
 Certificado N° MT-LF-240-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LEONOR MARY GARMEN FANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4736030

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

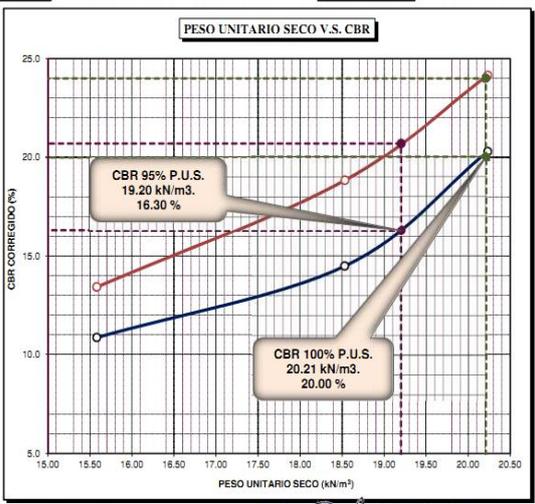
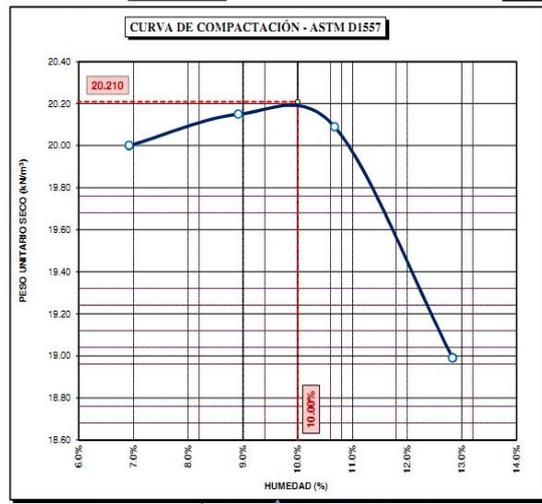
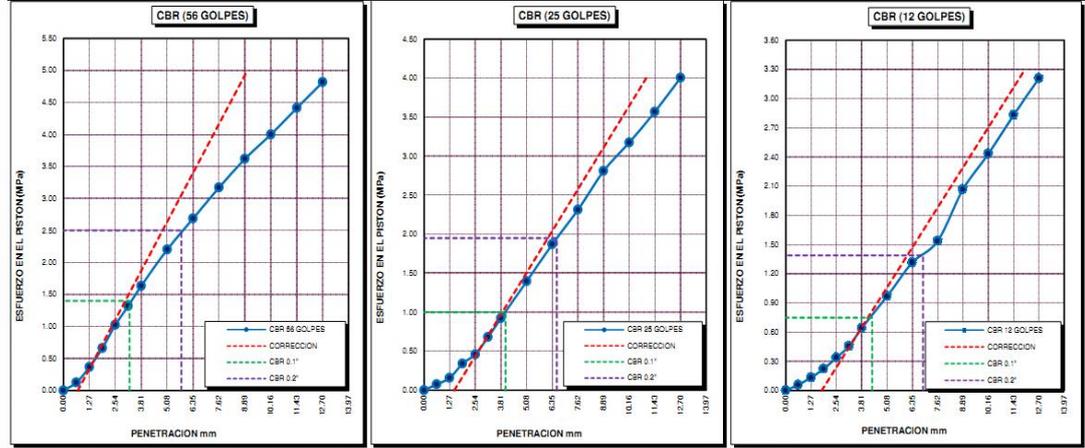
TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-001-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	COORDENADAS
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.05 - 0.27 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :
		m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 20.21 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 19.20 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	20.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	24.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	16.30 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	20.70 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado N° MT-LL-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LIZMABY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 PUNO - PERÚ

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15e1)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-001-G&C
	Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: BASE GRANULAR
CODIGO DE ENSAYO	: PC - 001
CALCATA	: C - 01
INSPECTOR	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
TAMAÑO MÁXIMO	: 3 in.
PROFUNDIDAD	: 14.00 cm

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	7365.00
02	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	2899.00
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	4466.00
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2808.67
06	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.33
07	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	2119.75
08	PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	4483.00
09	PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO
10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	4483.00
11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm³	2.11

FRASCO DE CRISTAL CON ARENA

VALVULA

CONO METALICO

DETALLE DE LA VALVULA

CONTENIDO DE HUMEDAD				
12	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	392.00	OBSERVACIONES SEGUN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PROCTOR MODIFICADO. LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 69.44% DEL OPTIMO.
13	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	370.30	
14	PESO DEL AGUA	gr.	21.70	
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	59.70	
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	310.60	
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	6.99	
18	PROMEDIO DE HUMEDADES		6.94	
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm³	1.97	

% DE GRAVA				
20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4321.64	OBSERVACIONES CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA
21	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	2012.00	
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	46.56	
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm³	2.58	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%				
24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	779.84	OBSERVACIONES LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02. LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MINIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	2309.64	
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1339.91	
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	1.724	
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.061	
29	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	10.00	
30	Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	83.64	

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
 (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-001-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: BASE GRANULAR		COORDENADAS
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.05 - 0.27 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

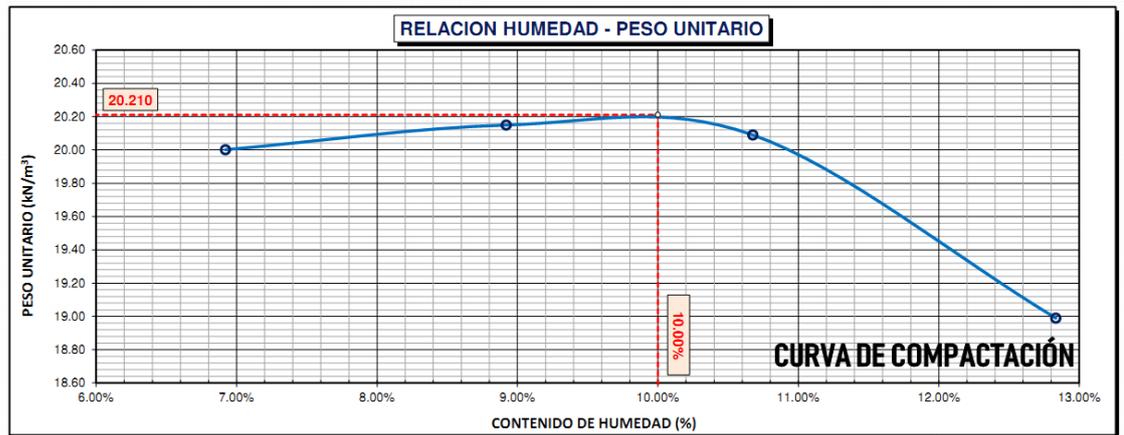
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	% Ret. Tamiz 3/4"	: 32.73 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 45.13 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 52.57 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2112 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,855 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	13461	13582	13644	13470
Masa del Molde	g.	8855	8855	8855	8855
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4606	4727	4789	4615
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.181	2.238	2.267	2.185

Capsula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	g.	47.32	57.26	47.67	47.35
Suelo Humedo + Capsula	g.	360.92	339.48	362.20	393.07
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	340.62	316.37	331.86	353.75
Masa del Agua	g.	20.30	23.11	30.34	39.32
Masa del Suelo Seco	g.	293.30	259.11	284.19	306.40
Humedad (%)	%	6.92%	8.92%	10.68%	12.83%
Promedio de Humedad (%)	%	6.92%	8.92%	10.68%	12.83%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.040	2.055	2.049	1.936
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.00	20.15	20.09	18.99

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 2.061 gr/cc	: 20.210 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 10.00 %	: 10.00 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Bach. LCI MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 8739310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CAILA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

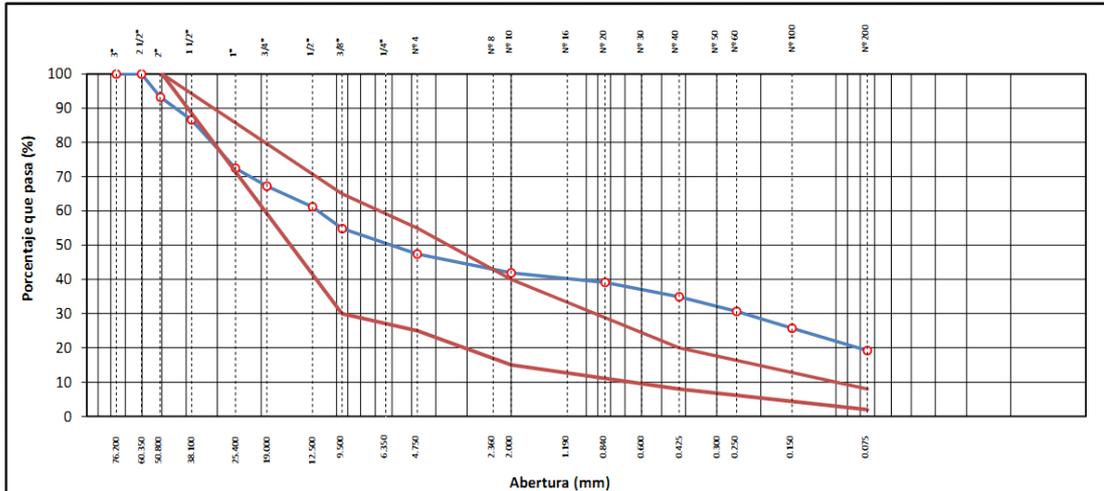
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-001-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: BASE GRANULAR	COORDENADAS
CALICATA	: C - 01	ESTE :
PROFUNDIDAD	: 0.05 - 0.27 m	NORTE :
	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"	COTA :
	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)	m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 7085.00 gr. Peso Fracción : 378.76 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 6.98
2 1/2"	60.350				100.00		TAMANO MAXIMO : 2 1/2"
2"	50.800	475.98	6.72	6.72	93.28		Límite Líquido (LL): 29.16
1 1/2"	38.100	472.84	6.67	13.39	86.61		Límite Plástico (LP): 21.58
1"	25.400	1001.32	14.13	27.52	72.48		Índice Plástico (IP): 7.58
3/4"	19.000	368.69	5.20	32.73	67.27		Clasificación (SUCS) : GC
1/2"	12.500	429.65	6.06	38.79	61.21		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	448.85	6.34	45.13	54.87		Índice de Consistencia : 2.93
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	527.39	7.44	52.57	47.43		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS): Grava arcillosa con arena
Nº 10	2.000	391.25	5.52	58.09	41.91		
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	196.69	2.78	60.87	39.13		Turba : --
Nº 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 40	0.425	296.50	4.18	65.06	34.94		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 50	0.300						Grava > 2" : 6.72
Nº 60	0.250	303.42	4.28	69.34	30.66		Grava 2" - Nº 4 : 45.85
Nº 100	0.150	345.56	4.88	74.21	25.79		Arena Nº4 - Nº 200 : 28.20
Nº 200	0.075	464.88	6.56	80.78	19.22		Finos < Nº 200 : 19.22
< Nº 200	FONDO	1362.00	19.22	100.00			%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-001-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: BASE GRANULAR
CALICATA	: C - 01
PROFUNDIDAD	: 0.05 - 0.27 m
	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"
	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)

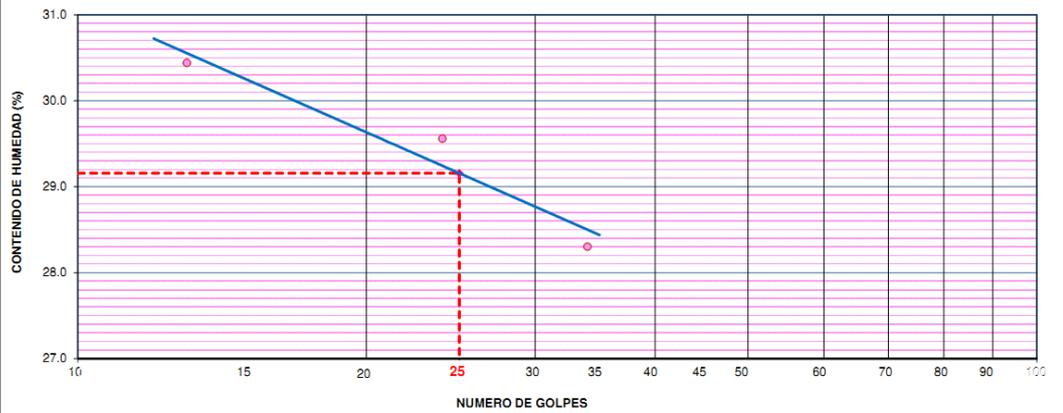
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03
PESO DE LA TARA	(g)	45.84	45.92	45.91
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	59.21	61.48	61.46
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	56.09	57.93	58.03
PESO DE AGUA	(g)	3.12	3.55	3.43
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.25	12.01	12.12
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.44	29.56	28.30
NUMERO DE GOLPES	n°	13	24	34

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 04	LC - 05
PESO DE LA TARA	(g)	46.94	47.87
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.65	50.40
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.17	49.95
PESO DE AGUA	(g)	0.48	0.45
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.23	2.08
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.52	21.63

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	29.16
LÍMITE PLÁSTICO	21.58
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.58

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-002-G&C	Fecha : 17 de Febrero del 2021
--	--	---------------------------------------

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE		COORDENADAS
CONDICION : SUB BASE GRANULAR			ESTE :
CALICATA : C - 01	TAMANO MÁXIMO : 3"	NORTE :	
PROFUNDIDAD : 0.27 - 0.50 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)	COTA :	m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC	METODO DE ENSAYO : Método "C"
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava arcillosa con arena	TIPO DE MARTILLO : Manual
	MET. DE PREPARACIÓN : Húmedo
	PESO UNITARIO SECO : 20.40 kN/m ³
	HUMEDAD ÓPTIMA : 8.30 %

MOLDE No	COD.	A-2		N-2		Q-2	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12725	12760	13186	13274	12103	12319
Masa del Molde	g.	7909	7909	8444	8444	7665	7665
Masa del Suelo Húmedo	g.	4816	4851	4742	4830	4438	4654
Volumen del Suelo	cm ³	2113	2113	2146	2146	2162	2162
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.279	2.296	2.210	2.251	2.053	2.153
Capsula No	No	PC - 7	PC - 8	PC - 9	PC - 10	PC - 11	PC - 12
Masa de la Capsula	g.	82.69	83.52	81.80	83.86	85.93	84.79
Suelo Húmedo + Capsula	g.	461.42	457.93	432.03	485.01	554.97	521.49
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	432.39	425.26	405.13	443.80	518.86	470.40
Masa del Agua	g.	29.03	32.67	26.90	41.21	36.11	51.09
Masa del Suelo Seco	g.	349.70	341.74	323.33	359.94	432.93	385.61
% de Humedad	%	8.30%	9.56%	8.32%	11.45%	8.34%	13.25%
Promedio de Humedad	%	8.30%	9.56%	8.32%	11.45%	8.34%	13.25%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.105	2.095	2.040	2.019	1.895	1.901
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.638	20.549	20.005	19.804	18.581	18.640

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	387.50	0.00	0.00	444.00	0.00	0.00	434.00	0.00	0.00
		24:00:00	388.00	0.01	0.01	448.00	0.10	0.08	437.00	0.08	0.06
		48:00:00	389.50	0.05	0.04	449.50	0.14	0.11	439.50	0.14	0.11
		72:00:00	390.00	0.06	0.05	450.00	0.15	0.12	440.50	0.17	0.13
		96:00:00	391.00	0.09	0.07	450.00	0.15	0.12	442.00	0.20	0.16

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-2				MOLDE No N-2				MOLDE No Q-2			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		23.8	1.23	0.12	127.2	6.57	0.64		30.4	1.57	0.15		
1.27	0.050	01:00		109.6	5.66	0.56	291.5	15.06	1.48		62.5	3.23	0.32		
1.90	0.075	01:30		275.8	14.25	1.40	421.0	21.76	2.13		82.9	4.28	0.42		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	435.2	22.49	2.21	43.48	549.0	28.37	2.78	39.86	100.3	5.18	0.51	7.25
3.17	0.125	02:30		570.1	29.46	2.89		667.0	34.47	3.38		119.6	6.18	0.61	
3.81	0.150	03:00		715.1	36.96	3.62		784.5	40.54	3.98		142.0	7.34	0.72	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	960.7	49.65	4.87	54.11	996.0	51.47	5.05	48.31	169.0	8.73	0.86	8.31
6.35	0.250	05:00		1180.4	61.00	5.98		1171.5	60.54	5.94		193.0	9.97	0.98	
7.62	0.300	06:00		1395.0	72.14	7.08		1378.5	71.24	6.99		220.5	11.40	1.12	
8.89	0.350	07:00		1595.0	82.43	8.08		1497.0	77.36	7.59		244.5	12.64	1.24	
10.16	0.400	08:00		1774.0	91.68	8.99		1656.0	85.58	8.39		267.0	13.80	1.35	
11.43	0.450	09:00		1981.5	102.40	10.04		1764.0	91.16	8.94		295.0	15.25	1.50	
12.70	0.500	10:00		2165.0	111.89	10.97		1925.0	99.48	9.76		324.0	16.74	1.64	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S"
 Certificado N° MT-LF-25-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4719338

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
 JEFE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

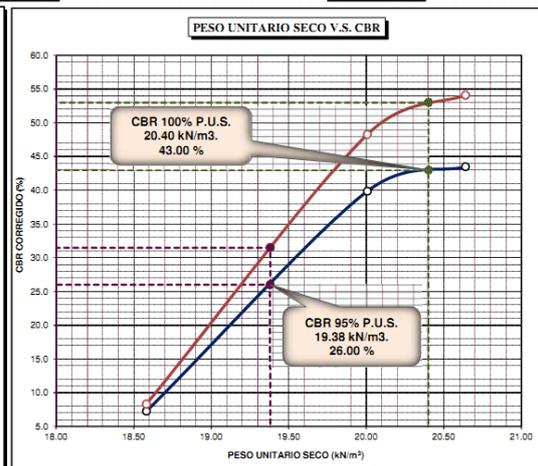
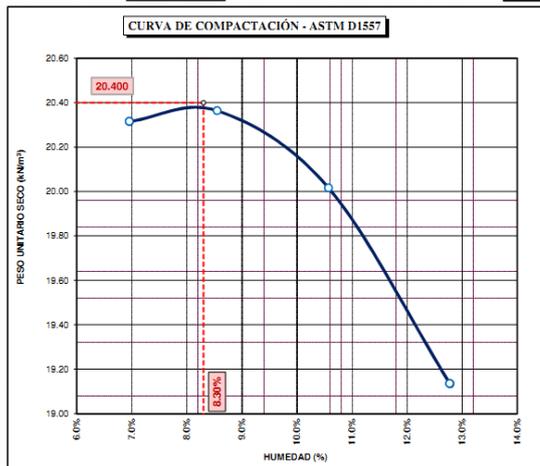
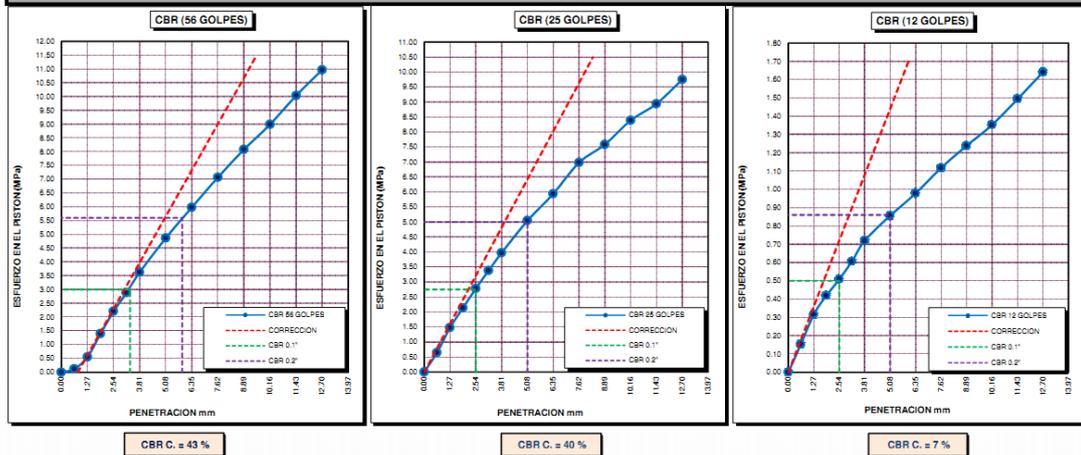
TESIS : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-002-G&C Fecha : 17 de Febrero del 2021
--	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE		COORDENADAS
CONDICION : SUB BASE GRANULAR			ESTE :
CALICATA : C - 01	TAMANO MÁXIMO : 3"		NORTE :
PROFUNDIDAD : 0.27 - 0.50 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)		COTA : m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC	NORMA : ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO : Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
	PESO UNITARIO SECO : 20.40 kN/m ³
	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 19.38 kN/m ³
	HUMEDAD ÓPTIMA : 8.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	43.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	53.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	26.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	31.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado N° MT-LL-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 4719638

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15e1)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-002-G&C
	Fecha : 17 de Febrero del 2021
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	INSPECTOR : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION : SUB BASE GRANULAR	
CODIGO DE ENSAYO : PC - 002	TAMAÑO MÁXIMO : 3 in.
CALICATA : C - 01	PROFUNDIDAD : 13.00 cm

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	7091.00	
02 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	3117.00	
03 PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	3974.00	
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33	
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2316.67	
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm3	1.33	
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm3	1748.43	
08 PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	3900.00	
09 PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO	
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	3900.00	
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm3	2.23	

CONTENIDO DE HUMEDAD

12 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	384.00	362.60	OBSERVACIONES SEGUN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PRÓCTOR MODIFICADO. LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 98.08% DEL ÓPTIMO.
13 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	359.40	339.90	
14 PESO DEL AGUA	gr.	24.60	22.70	
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	58.22	59.99	
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	301.18	279.91	
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.17	8.11	
18 PROMEDIO DE HUMEDADES		8.14		
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm3	2.06		

% DE GRAVA

20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	3686.15	OBSERVACIONES CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA
21 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1068.00	
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	28.97	
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm3	2.56	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm3	417.19	OBSERVACIONES LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02. LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MINIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	2618.15	
26 VOLUMEN DE FINOS	cm3	1331.24	
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm3	1.967	
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm3	2.080	
29 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	8.30	
30 Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31 PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	94.55	



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	INV-BVQ-02/21-002-G&C
		Fecha	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR		: QUISPE
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.27 - 0.50m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

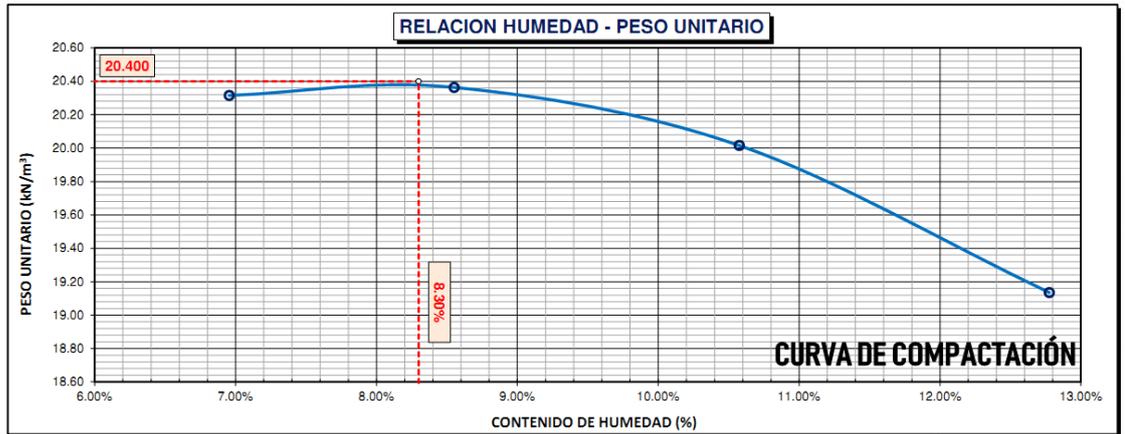
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	% Ret. Tamiz 3/4"	: 28.83 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 41.99 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 50.07 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2112 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,855 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	13535	13616	13622	13503
Masa del Molde	g.	8855	8855	8855	8855
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4680	4761	4767	4648
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.216	2.254	2.257	2.201

	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Capsula No					
Masa de la Capsula	g.	47.74	58.54	46.30	46.78
Suelo Humedo + Capsula	g.	399.09	404.21	401.00	327.93
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	376.24	376.98	367.08	296.08
Masa del Agua	g.	22.85	27.23	33.92	31.85
Masa del Suelo Seco	g.	328.50	318.44	320.78	249.30
Humedad (%)	%	6.96%	8.55%	10.57%	12.78%
Promedio de Humedad (%)	%	6.96%	8.55%	10.57%	12.78%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.072	2.077	2.041	1.951
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.32	20.36	20.02	19.14

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	2.080 gr/cc	20.400 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	8.30 %	8.30 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Firma]

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
UNI - 675303

[Firma]

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP - 200176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

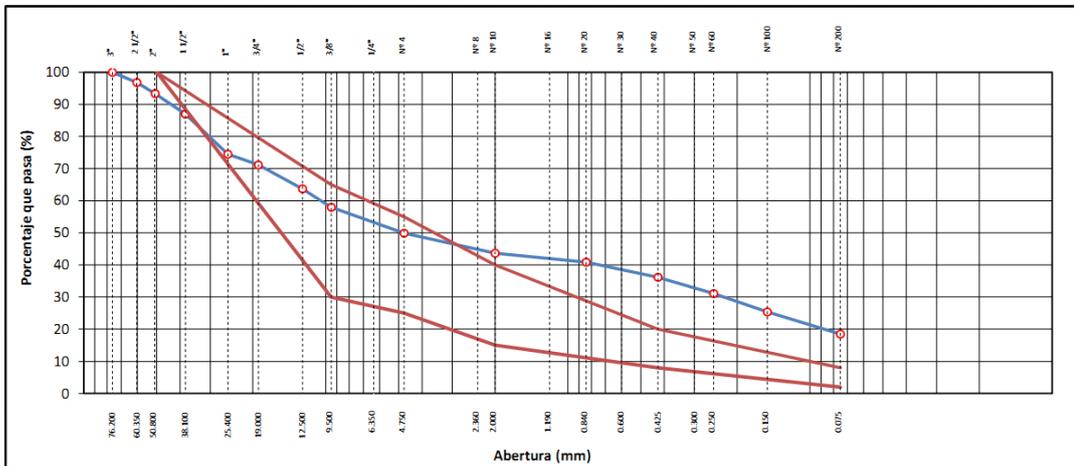
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-002-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR		: QUISPE
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.27 - 0.50 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	: :
		NORTE	: :
		COTA	: m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 6312.00 gr. Peso Fracción : 461.45 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						
4"	101.600						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
3"	76.200				100.00		Contenido de Humedad (%) : 8.08
2 1/2"	60.350	199.32	3.16	3.16	96.84		TAMAÑO MÁXIMO : 3"
2"	50.800	218.33	3.46	6.62	93.38		Límite Líquido (LL) : 30.60
1 1/2"	38.100	400.52	6.35	12.96	87.04		Límite Plástico (LP) : 21.96
1"	25.400	790.03	12.52	25.48	74.52		Índice Plástico (IP) : 8.64
3/4"	19.000	211.40	3.35	28.83	71.17		Clasificación (SUCS) : GC
1/2"	12.500	471.23	7.47	36.29	63.71		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	359.67	5.70	41.99	58.01		Índice de Consistencia : 2.61
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	509.80	8.08	50.07	49.93		Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS) : Grava arcillosa con arena
Nº 10	2.000	394.23	6.25	56.31	43.69		Materia Orgánica : --
Nº 16	1.190						Turba : --
Nº 20	0.840	175.60	2.78	59.10	40.90		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 40	0.425	296.01	4.69	63.79	36.21		Grava > 2" : 6.62
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 : 43.45
Nº 60	0.250	321.21	5.09	68.87	31.13		Arena Nº 4 - Nº 200 : 31.46
Nº 100	0.150	360.08	5.70	74.58	25.42		Finos < Nº 200 : 18.47
Nº 200	0.075	438.49	6.95	81.53	18.47		%>3" : 0.0%
< Nº 200	FONDO	1166.08	18.47	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

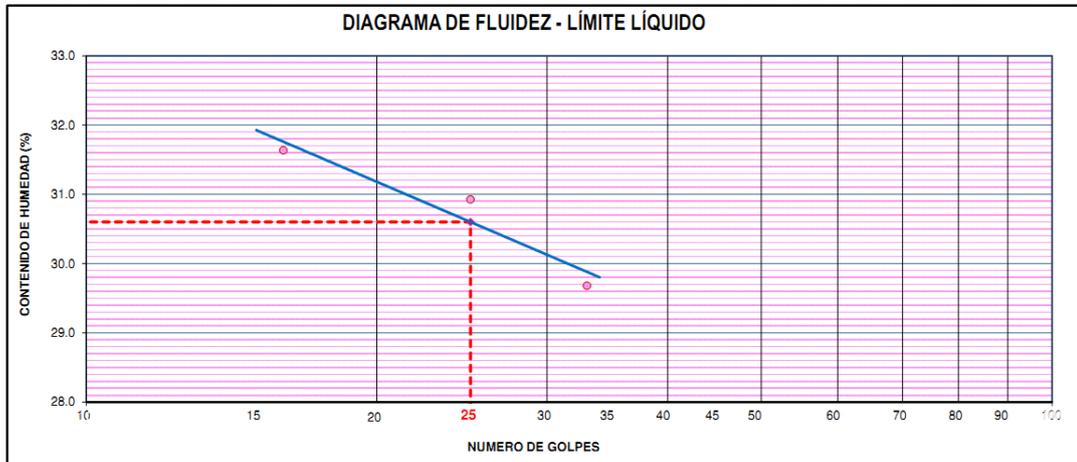
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-002-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR	
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO : 3"
PROFUNDIDAD	: 0.27 - 0.50 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08	
PESO DE LA TARA	(g)	46.83	45.95	42.95	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	65.18	60.64	60.82	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	60.77	57.17	56.73	
PESO DE AGUA	(g)	4.41	3.47	4.09	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.94	11.22	13.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.64	30.93	29.68	
NUMERO DE GOLPES	n°	16	25	33	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 09	LC - 10		
PESO DE LA TARA	(g)	46.39	49.02		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	48.87	52.14		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	48.43	51.57		
PESO DE AGUA	(g)	0.44	0.57		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.04	2.55		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.57	22.35		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	30.60
LIMITE PLASTICO	21.96
INDICE DE PLASTICIDAD	8.64

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-003-G&C
	Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE		COORDENADAS
CONDICION : TERRAPLEN			ESTE :
CALICATA : C - 01	TAMANO MÁXIMO : 3"		NORTE :
PROFUNDIDAD : 0.50 - 0.67 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)		COTA : m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM	METODO DE ENSAYO : Método "C"	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO : 19.52 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO : Manual	
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA : 11.90 %	MET. DE PREPARACIÓN : Húmedo	

MOLDE No	COD.	A-3	N-3	Q-3			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12994	13085	12166	12282	11007	11187
Masa del Molde	g.	8227	8227	7661	7661	6765	6765
Masa del Suelo Húmedo	g.	4767	4858	4505	4621	4242	4422
Volumen del Suelo	cm ³	2123	2123	2151	2151	2103	2103
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.245	2.288	2.094	2.148	2.017	2.103
Capsula No	No	PC - 13	PC - 14	PC - 15	PC - 16	PC - 17	PC - 18
Masa de la Capsula	g.	85.75	86.16	84.05	85.74	81.78	82.65
Suelo Húmedo + Capsula	g.	473.42	531.75	557.54	524.63	552.94	458.76
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	432.19	480.52	507.30	467.42	502.61	405.30
Masa del Agua	g.	41.23	51.23	50.24	57.21	50.33	53.46
Masa del Suelo Seco	g.	346.44	394.36	423.25	381.68	420.83	322.65
% de Humedad	%	11.90%	12.99%	11.87%	14.99%	11.96%	16.57%
Promedio de Humedad	%	11.90%	12.99%	11.87%	14.99%	11.96%	16.57%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.007	2.025	1.872	1.868	1.802	1.804
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.678	19.860	18.359	18.321	17.668	17.690

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	522.00	0.00	0.00	614.00	0.00	0.00	247.00	0.00	0.00
		24:00:00	524.00	0.05	0.04	616.00	0.05	0.04	250.00	0.08	0.06
		48:00:00	525.00	0.08	0.06	618.50	0.11	0.09	254.00	0.18	0.14
		72:00:00	526.00	0.10	0.08	621.00	0.18	0.14	258.00	0.28	0.22
		96:00:00	527.00	0.13	0.10	623.00	0.23	0.18	261.00	0.36	0.28

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-3				MOLDE No N-3				MOLDE No Q-3			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00			
0.63	0.025	00:30		52.5	2.71	0.27	28.5	1.47	0.14	24.5	1.27	0.12			
1.27	0.050	01:00		119.5	6.18	0.61	71.0	3.67	0.36	51.0	2.64	0.26			
1.90	0.075	01:30		171.5	8.86	0.87	115.5	5.97	0.59	77.0	3.98	0.39			
2.54	0.100	02:00		215.0	11.11	1.09	159.4	7.86	0.77	115.9	5.43	0.53	7.25		
3.17	0.125	02:30		264.0	13.64	1.34	188.0	9.72	0.95	129.5	6.69	0.66			
3.81	0.150	03:00		313.0	16.18	1.59	223.5	11.55	1.13	151.5	7.83	0.77			
5.08	0.200	04:00		412.5	21.32	2.09	202.9	15.09	1.48	144.9	10.34	1.01	9.66		
6.35	0.250	05:00		480.0	24.81	2.43	339.0	17.52	1.72	233.5	12.07	1.18			
7.62	0.300	06:00		531.0	27.44	2.69	374.5	19.35	1.90	256.5	13.26	1.30			
8.89	0.350	07:00		599.0	30.96	3.04	409.5	21.16	2.08	278.5	14.39	1.41			
10.16	0.400	08:00		677.5	35.01	3.43	455.5	23.54	2.31	317.5	16.41	1.61			
11.43	0.450	09:00		745.3	38.52	3.78	504.1	26.05	2.55	344.7	17.81	1.75			
12.70	0.500	10:00		811.0	41.91	4.11	532.6	27.52	2.70	381.5	19.72	1.93			

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de GBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S"
 Certificado N° MT-LF-025-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

Bach. LEIDYMARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 403030

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

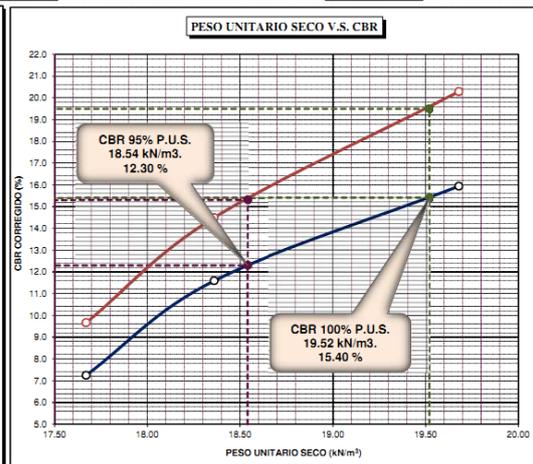
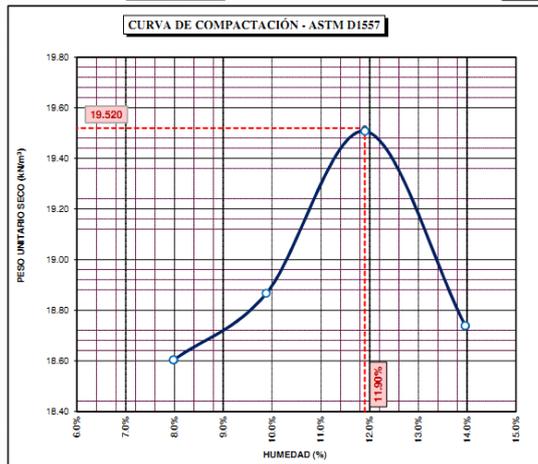
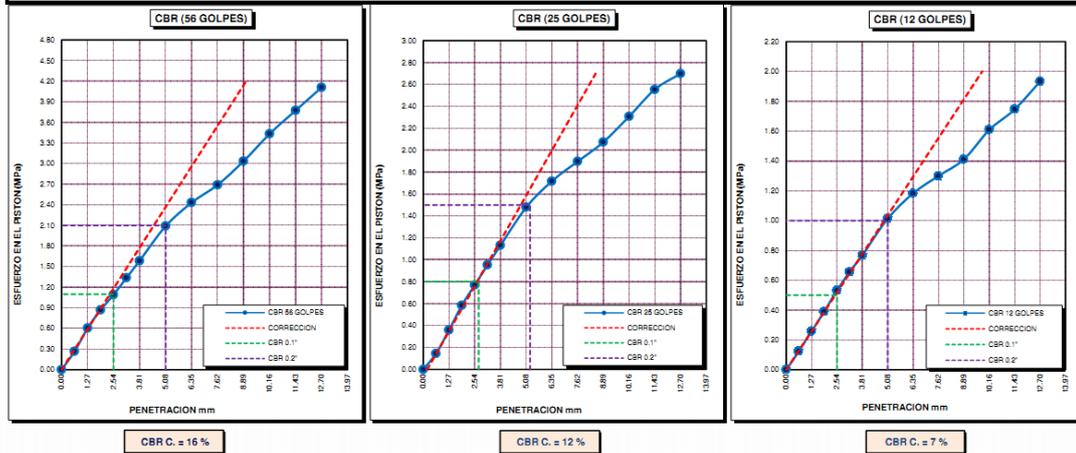
TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-003-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	COORDENADAS
CONDICION	: TERRAPLEN	
CALICATA	: C - 01	ESTE :
PROFUNDIDAD	: 0.50 - 0.67 m	NORTE :
	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE	COTA :
	TAMANO MÁXIMO : 3"	m.s.n.m.
	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.52 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.54 kN/m ³
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.90 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	15.40 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	19.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	12.30 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	15.30 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado N° MT-LF-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LEONARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47343308

ING. ALEX LUJAN GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15e1)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-003-G&C
	Fecha : 17 de Febrero del 2021
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	INSPECTOR : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION : TERRAPLEN	TAMAÑO MÁXIMO : 3 in.
CODIGO DE ENSAYO : PC - 003	PROFUNDIDAD : 15.00 cm
CALCATA : C - 01	

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6999.00	<p>FRASCO DE CRISTAL CON ARENA</p> <p>CONO METALICO</p> <p>VALVULA</p> <p>DETALLE DE LA VALVULA</p>
02 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	3065.00	
03 PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	3934.00	
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33	
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2276.67	
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.33	
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	1718.24	
08 PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	3666.00	
09 PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO	
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	3666.00	
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.13	

CONTENIDO DE HUMEDAD

12 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	375.40	328.40	<p>OBSERVACIONES</p> <p>SEGUN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PRÓCTOR MODIFICADO.</p> <p>LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 87.09% DEL ÓPTIMO.</p>
13 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	345.60	303.00	
14 PESO DEL AGUA	gr.	29.80	25.40	
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	58.54	57.52	
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	287.06	245.48	
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	10.38	10.35	
18 PROMEDIO DE HUMEDADES			10.36	
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	1.93		

% DE GRAVA

20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	3411.04	<p>OBSERVACIONES</p> <p>CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA</p>
21 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	955.00	
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	28.00	
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.57	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	371.60	<p>OBSERVACIONES</p> <p>LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02.</p> <p>LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MINIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.</p>
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	2456.04	
26 VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1346.65	
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	1.824	
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	1.990	
29 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	11.90	
30 Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31 PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	91.65	

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-003-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: TERRAPLEN		COORDENADAS
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.50 - 0.67 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

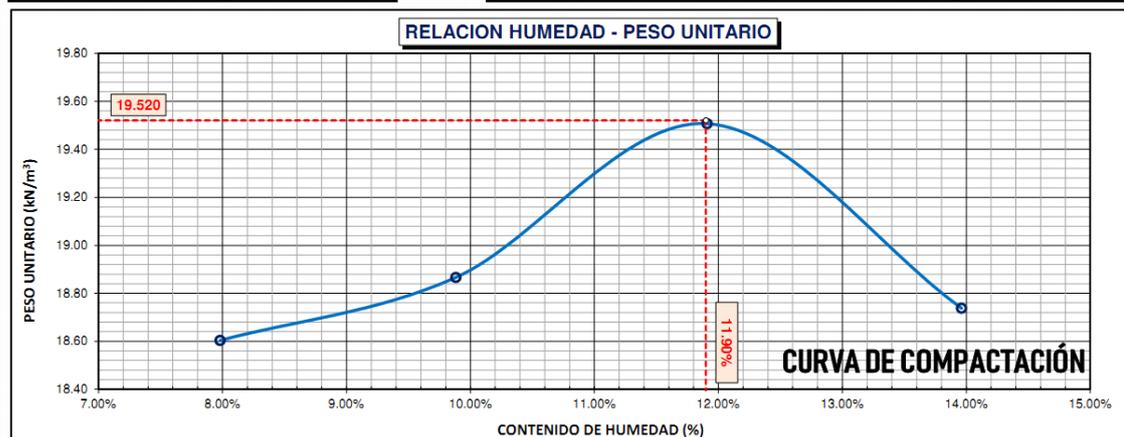
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 29.08 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 36.47 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 41.97 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2123 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 7,928 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12277	12416	12654	12551
Masa del Molde	g.	7928	7928	7928	7928
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4349	4488	4726	4623
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.049	2.114	2.226	2.178

Capsula No	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Masa de la Capsula	g.	57.73	60.46	57.38	57.88
Suelo Humedo + Capsula	g.	377.29	363.25	372.09	372.38
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	353.67	336.02	338.60	333.85
Masa del Agua	g.	23.62	27.23	33.49	38.53
Masa del Suelo Seco	g.	295.94	275.56	281.22	275.97
Humedad (%)	%	7.98%	9.88%	11.91%	13.96%
Promedio de Humedad (%)	%	7.98%	9.88%	11.91%	13.96%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.897	1.924	1.989	1.911
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.60	18.87	19.51	18.74

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.990 gr/cc	: 19.520 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.90 %	: 11.90 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 8718030

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

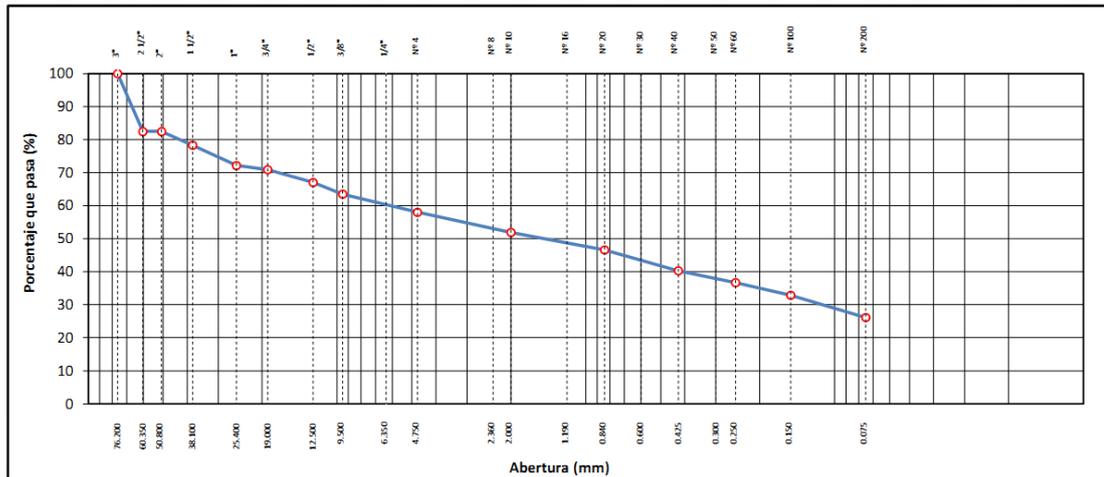
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-003-G&C Fecha : 17 de Febrero del 2021
--------------	---	---

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDECIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: TERRAPLEN	COORDENADAS
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO : 3"
PROFUNDIDAD	: 0.50 - 0.67 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)
		ESTE :
		NORTE :
		COTA : m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso inicial seco : 7163.60 gr. Peso Fracción : 880.50 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3"	76.200				100.00		Contenido de Humedad (%) : 10.36
2 1/2"	60.350	1254.17	17.51	17.51	82.49		TAMAÑO MÁXIMO : 3"
2"	50.800				82.49		Límite Líquido (LL) : 33.35
1 1/2"	38.100	299.57	4.18	21.69	78.31		Límite Plástico (LP) : 24.69
1"	25.400	437.17	6.10	27.79	72.21		Índice Plástico (IP) : 8.66
3/4"	19.000	91.99	1.28	29.08	70.92		Clasificación (SUCS) : GM
1/2"	12.500	276.65	3.86	32.94	67.06		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	253.34	3.54	36.47	63.53		Índice de Consistencia : 2.65
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	393.80	5.50	41.97	58.03		Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS) : Grava limosa con arena
Nº 10	2.000	439.82	6.14	48.11	51.89		Materia Orgánica :
Nº 16	1.190						Turba : --
Nº 20	0.840	377.45	5.27	53.38	46.62		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 40	0.425	451.95	6.31	59.69	40.31		Grava > 2" : 17.51
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 : 24.46
Nº 60	0.250	259.99	3.63	63.32	36.68		Arena Nº4 - Nº 200 : 31.89
Nº 100	0.150	271.37	3.79	67.11	32.89		Finos < Nº 200 : 26.14
Nº 200	0.075	483.91	6.76	73.86	26.14		%>3" : 0.0%
< Nº 200	FONDO	1872.43	26.14	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Beth L. C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 (INV - 443030)

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

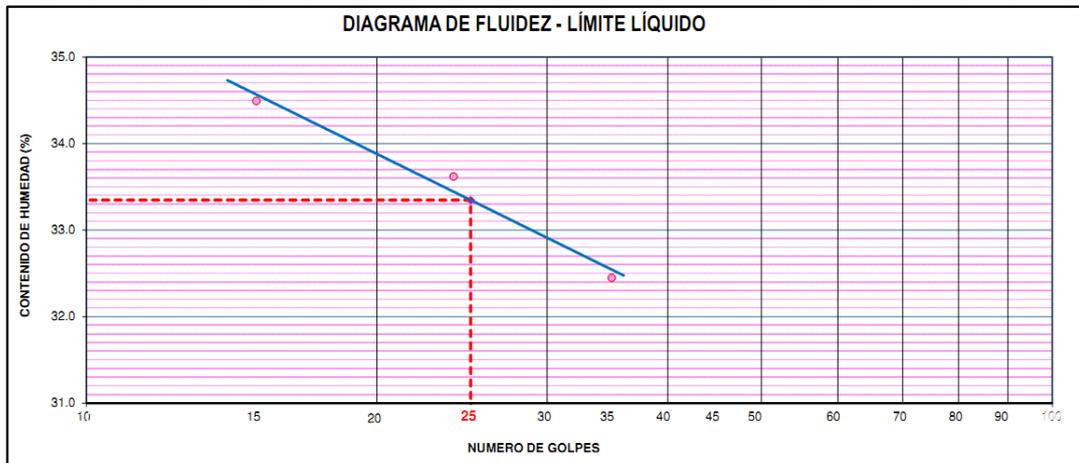
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-003-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: TERRAPLEN
CALICATA	: C - 01
PROFUNDIDAD	: 0.50 - 0.67 m
SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
TAMANO MÁXIMO	: 3"
CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 11	LC - 12	LC - 13	
PESO DE LA TARA	(g)	45.79	48.08	34.45	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	65.56	66.92	53.39	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	60.49	62.18	48.75	
PESO DE AGUA	(g)	5.07	4.74	4.64	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	14.7	14.1	14.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.49	33.62	32.45	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	24	35	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 14	LC - 15		
PESO DE LA TARA	(g)	45.56	46.74		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.17	49.75		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	48.46	49.15		
PESO DE AGUA	(g)	0.71	0.60		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.90	2.41		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.48	24.90		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	33.35
LIMITE PLASTICO	24.69
INDICE DE PLASTICIDAD	8.66

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Bach. Lc. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 47230389

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-005-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	COORDENADAS	
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.04 - 0.24 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 20.16 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.20 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-5	N-5	Q-5
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12975	13082	12528	12664	11342	11535
Masa del Molde	g.	8210	8210	7973	7973	6967	6967
Masa del Suelo Humedo	g.	4765	4872	4555	4691	4375	4568
Volumen del Suelo	cm ³	2103	2103	2117	2117	2141	2141
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.266	2.317	2.152	2.216	2.043	2.134
Capsula No	No	PC - 25	PC - 26	PC - 27	PC - 28	PC - 29	PC - 30
Masa de la Capsula	g.	83.44	86.12	81.83	82.14	82.91	85.94
Suelo Humedo + Capsula	g.	563.61	542.67	463.86	545.20	556.39	567.93
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	519.17	495.91	428.53	490.88	512.33	504.33
Masa del Agua	g.	44.44	46.76	35.33	54.32	44.06	63.60
Masa del Suelo Seco	g.	435.73	409.79	346.70	408.74	429.42	418.39
% de Humedad	%	10.20%	11.41%	10.19%	13.29%	10.26%	15.20%
Promedio de Humedad	%	10.20%	11.41%	10.19%	13.29%	10.26%	15.20%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.056	2.079	1.953	1.956	1.853	1.852
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.164	20.392	19.149	19.181	18.174	18.162

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	516.00	0.00	0.00	212.00	0.00	0.00	69.00	0.00	0.00
		24:00:00	517.00	0.03	0.02	214.00	0.05	0.04	71.50	0.06	0.05
		48:00:00	518.00	0.05	0.04	216.00	0.10	0.08	73.00	0.10	0.08
		72:00:00	519.00	0.08	0.06	218.00	0.15	0.12	75.00	0.15	0.12
		96:00:00	519.50	0.09	0.07	219.00	0.18	0.14	77.00	0.20	0.16

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-5			MOLDE No N-5			MOLDE No Q-5				
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		20.7	1.07	0.11	12.7	0.65	0.06	10.0	0.52	0.05		
1.27	0.050	01:00		61.5	3.18	0.31	26.6	1.37	0.13	22.5	1.16	0.11		
1.90	0.075	01:30	70.31 / 6.9	111.2	5.75	0.56	53.4	2.76	0.27	37.6	1.94	0.19		
2.54	0.100	02:00		171.6	8.87	0.87	20.29	77.1	3.98	0.39	14.49	57.0	2.94	0.29
3.17	0.125	02:30		221.4	11.44	1.12	114.3	5.91	0.58	76.7	3.96	0.39		
3.81	0.150	03:00		274.1	14.17	1.39	155.1	8.02	0.79	107.9	5.57	0.55		
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	369.7	19.10	1.87	24.15	234.3	12.11	1.19	18.84	162.7	8.41	0.82
6.35	0.250	05:00		450.9	23.30	2.29	313.7	16.21	1.59	220.7	11.41	1.12		
7.62	0.300	06:00		532.4	27.51	2.70	388.0	20.05	1.97	287.9	14.88	1.46		
8.89	0.350	07:00		606.9	31.36	3.08	471.2	24.35	2.39	347.0	17.93	1.76		
10.16	0.400	08:00		661.2	34.17	3.35	522.7	27.01	2.65	397.7	20.56	2.02		
11.43	0.450	09:00		690.5	35.69	3.50	558.5	28.86	2.83	435.2	22.49	2.21		
12.70	0.500	10:00		718.2	37.12	3.64	591.8	30.59	3.00	458.4	23.69	2.32		

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado N° MT-LF-240-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 4783038

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 15)

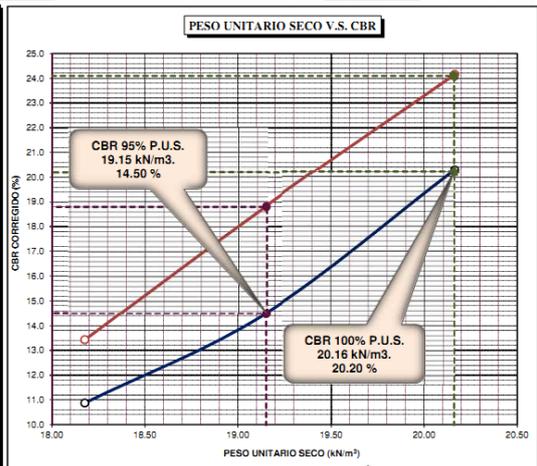
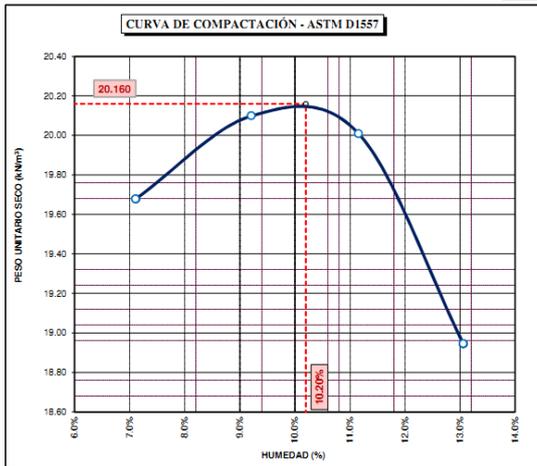
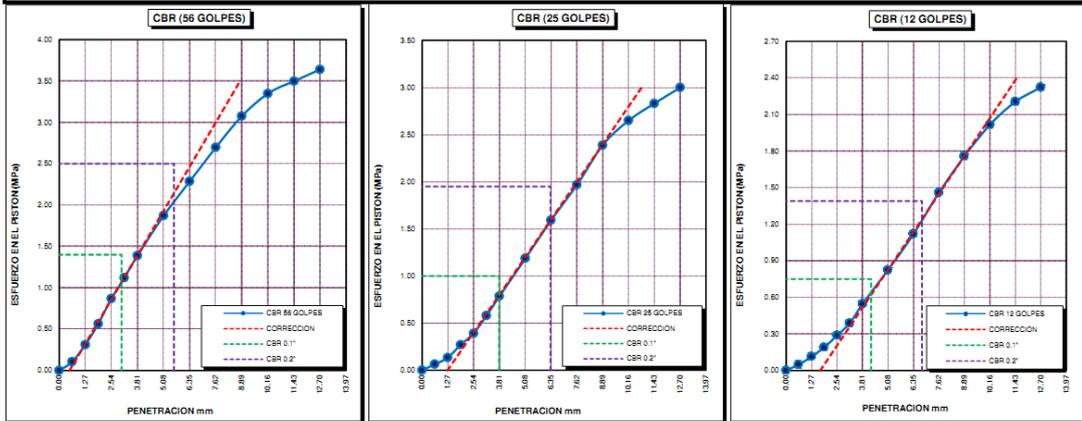
TESIS : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-005-G&C Fecha : 17 de Febrero del 2021
--	---

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION : BASE GRANULAR	COORDENADAS
CALICATA : C - 02	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"
PROFUNDIDAD : 0.04 - 0.24 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)
	ESTE : NORTE : COTA : m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC	NORMA : ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO : 20.16 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava arcillosa con arena	METODO DE ENSAYO : Método "C"
	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 19.15 kN/m ³
	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
	HUMEDAD ÓPTIMA : 10.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	20.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	24.10 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	14.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	18.80 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Certificado N° MT-LL-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LCI-MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 87330338

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-004-G&C
	Fecha : 17 de Febrero del 2021
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : C. P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	INSPECTOR : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION : BASE GRANULAR	TAMAÑO MÁXIMO : 3 in.
CODIGO DE ENSAYO : PC - 004	PROFUNDIDAD : 14.50 cm
CALICATA : C - 02	

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6299.00	<p>FRASCO DE CRISTAL CON ARENA</p> <p>VALVULA</p> <p>CONO METALICO</p> <p>DETALLE DE LA VALVULA</p>
02 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	512.00	
03 PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	5787.00	
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33	
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	4129.67	
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm3	1.33	
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm3	3116.73	
08 PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	6029.00	
09 PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO	
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	6029.00	
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm3	1.93	

CONTENIDO DE HUMEDAD

12 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	305.40	373.10	OBSERVACIONES
13 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	289.10	351.90	
14 PESO DEL AGUA	gr.	16.30	21.20	
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	61.29	57.73	
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	227.81	294.17	
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.16	7.21	
18 PROMEDIO DE HUMEDADES			7.18	
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm3		1.80	

SEGÚN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PROCTOR MODIFICADO.
LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 70.40% DEL ÓPTIMO.

% DE GRAVA

20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	5705.83	OBSERVACIONES
21 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1189.12	
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	20.84	
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm3	2.56	

CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm3	464.50	OBSERVACIONES
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	4516.71	
26 VOLUMEN DE FINOS	cm3	2652.23	
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm3	1.703	
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm3	2.056	
29 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	10.20	
30 Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31 PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	82.83	

LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02.
LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MÍNIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-005-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: BASE GRANULAR		
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.04 - 0.24m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	: :
		NORTE	: :
		COTA	: m.s.n.m.

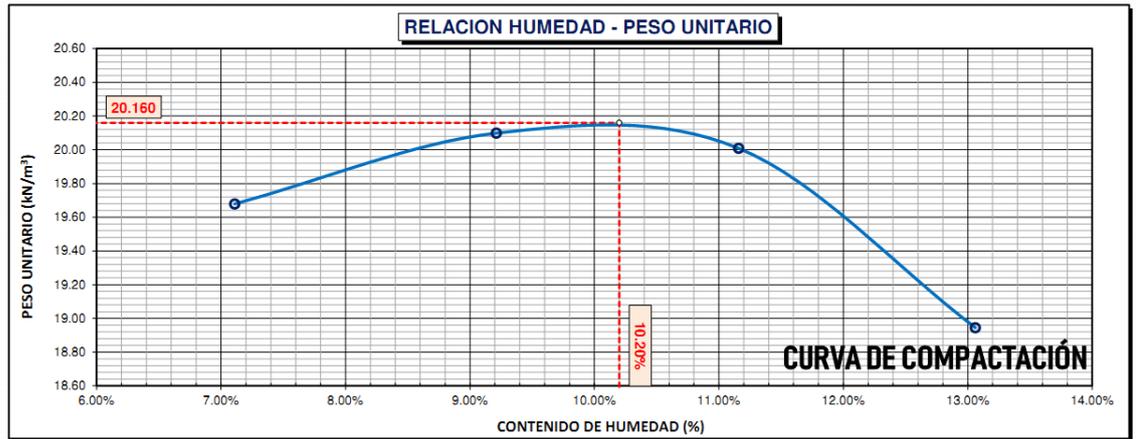
DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC	% Ret. Tamiz 3/4" : 27.83 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8" : 40.43 %
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4 : 48.12 %
	METODO DE ENSAYO : Método "C"
	No DE CAPAS : 05
	GOLPES POR CAPA : 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	2123 cm ³
MASA DEL MOLDE	7,928 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12491	12680	12743	12565
Masa del Molde	g.	7928	7928	7928	7928
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4563	4752	4815	4637
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.149	2.238	2.268	2.184

Capsula No	No	TP-17	TP-18	TP-19	TP-20
Masa de la Capsula	g.	59.24	59.65	60.10	58.95
Suelo Humedo + Capsula	g.	393.24	374.42	339.42	398.92
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	371.07	347.87	311.38	359.65
Masa del Agua	g.	22.17	26.55	28.04	39.27
Masa del Suelo Seco	g.	311.83	288.22	251.28	300.70
Humedad (%)	%	7.11%	9.21%	11.16%	13.06%
Promedio de Humedad (%)	%	7.11%	9.21%	11.16%	13.06%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.007	2.050	2.040	1.932
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.68	20.10	20.01	18.95

PROCTOR MODIFICADO : ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO : 2.056 gr/cc	20.160 kN/m³
MET. DE PREPARACIÓN : Húmedo	HUMEDAD OPTIMA : 10.20 %	10.20 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. L.C. MARY CARMEN YANIA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNE : 47130310

ING. ALEX LUJÁN GÓMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

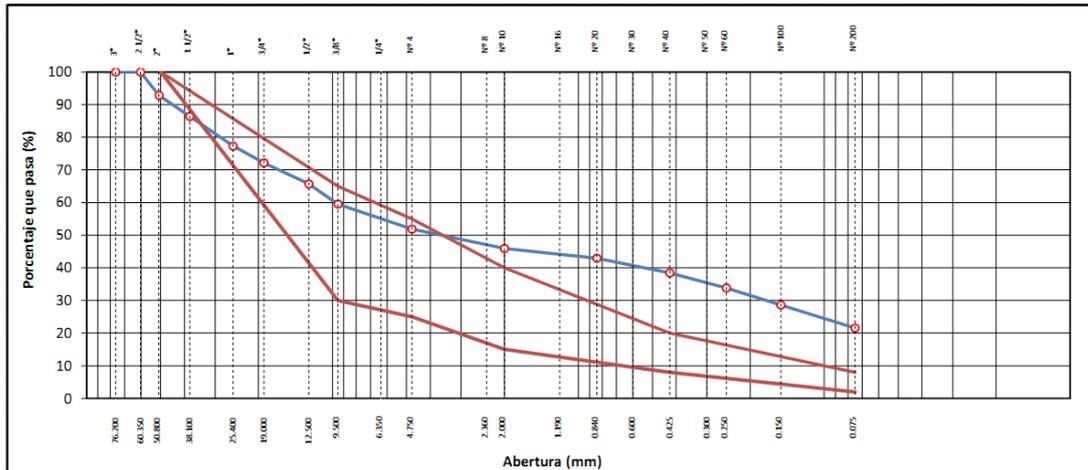
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-005-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO – PROVINCIA DE PUNO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: BASE GRANULAR		COORDENADAS
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.04 - 0.24 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 10637.60 gr. Peso Fracción : 562.60 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 7.16
2 1/2"	60.350				100.00		TAMANO MAXIMO : 2 1/2"
2"	50.800	755.25	7.10	7.10	92.90		Límite Líquido (LL): 30.09
1 1/2"	38.100	687.07	6.46	13.56	86.44		Límite Plástico (LP): 22.14
1"	25.400	968.32	9.10	22.66	77.34		Índice Plástico (IP): 7.95
3/4"	19.000	550.16	5.17	27.83	72.17		Clasificación (SUCS) : GC
1/2"	12.500	682.81	6.42	34.25	65.75		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	657.64	6.18	40.43	59.57		Índice de Consistencia : 2.88
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	818.01	7.69	48.12	51.88		Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS) : Grava arcillosa con arena
Nº 10	2.000	632.36	5.94	54.07	45.93		Materia Orgánica :
Nº 16	1.190						Turba : --
Nº 20	0.840	316.92	2.98	57.05	42.95		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 40	0.425	477.68	4.49	61.54	38.46		Grava > 2" : 7.10
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 : 41.02
Nº 60	0.250	490.33	4.61	66.15	33.85		Arena Nº4 - Nº 200 : 30.32
Nº 100	0.150	557.33	5.24	71.39	28.61		Finos < Nº 200 : 21.55
Nº 200	0.075	751.05	7.06	78.45	21.55		%>3" : 0.0%
< Nº 200	FONDO	2292.67	21.55	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. I.C. MARYCARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI - 47216310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-005-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
CALICATA	: C - 02	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
PROFUNDIDAD	: 0.04 - 0.24 m		

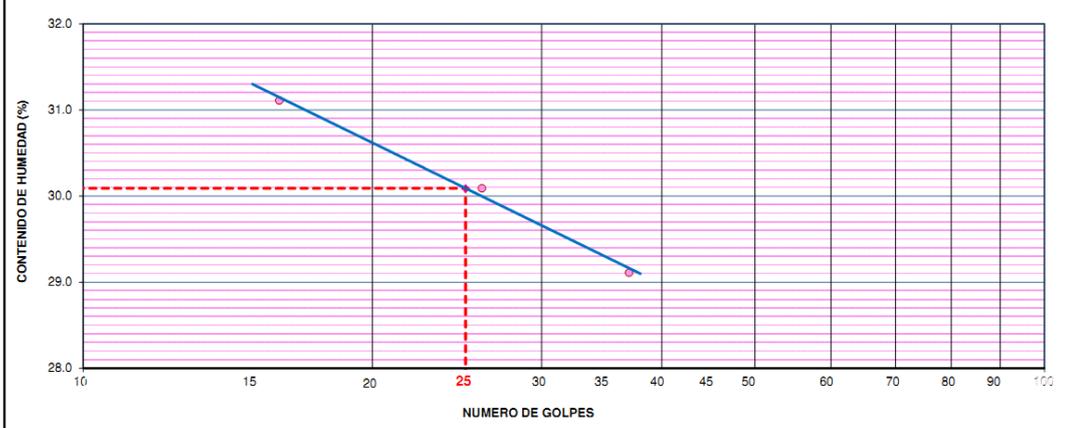
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 21	LC - 22	LC - 23
PESO DE LA TARA	(g)	47.34	43.07	48.17
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	60.70	60.45	63.96
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	57.53	56.43	60.40
PESO DE AGUA	(g)	3.17	4.02	3.56
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.19	13.36	12.23
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.11	30.09	29.11
NUMERO DE GOLPES	n°	16	26	37

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 24	LC - 25
PESO DE LA TARA	(g)	45.8	42.39
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	48.57	45.85
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	48.07	45.22
PESO DE AGUA	(g)	0.50	0.63
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.27	2.83
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.03	22.26

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	30.09
LÍMITE PLÁSTICO	22.14
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.95

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	INV-BVQ-02/21-006-G&C
		Fecha	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	AV. ESTUDIANTE		
CONDICION	SUB BASE GRANULAR		
CALICATA	C - 02	TAMANO MÁXIMO	2 1/2"
PROFUNDIDAD	0.24 - 0.49 m	CLASIF. SUELOS	A-2-4 (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	
		NORTE	
		COTA	m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	GC	METODO DE ENSAYO	Método "C"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	20.42 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Grava arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	8.50 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No	COD.	A-6		N-6		Q-6	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12847	12921	12224	12358	11908	12103
Masa del Molde	g.	8070	8070	7546	7546	7598	7598
Masa del Suelo Húmedo	g.	4777	4851	4678	4812	4310	4505
Volumen del Suelo	cm ³	2115	2115	2134	2134	2121	2121
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.259	2.294	2.192	2.255	2.032	2.124
Capsula No	No	PC - 31	PC - 32	PC - 33	PC - 34	PC - 35	PC - 36
Masa de la Capsula	g.	81.76	82.63	83.60	84.32	86.04	82.84
Suelo Húmedo + Capsula	g.	445.20	532.37	500.56	549.03	514.79	506.49
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	416.73	492.27	467.97	500.58	481.42	456.53
Masa del Agua	g.	28.47	40.10	32.59	48.45	33.37	49.96
Masa del Suelo Seco	g.	334.97	409.64	384.37	416.26	395.38	373.69
% de Humedad	%	8.50%	9.79%	8.48%	11.64%	8.44%	13.37%
Promedio de Humedad	%	8.50%	9.79%	8.48%	11.64%	8.44%	13.37%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.082	2.089	2.021	2.020	1.874	1.874
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.414	20.487	19.817	19.808	18.377	18.373

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	115.00	0.00	0.00	211.00	0.00	0.00	98.00	0.00	0.00
		24:00:00	116.00	0.03	0.02	212.00	0.03	0.02	99.50	0.04	0.03
		48:00:00	116.50	0.04	0.03	213.00	0.05	0.04	101.00	0.08	0.05
		72:00:00	117.00	0.05	0.04	214.00	0.08	0.06	102.50	0.11	0.09
		96:00:00	117.00	0.05	0.04	215.00	0.10	0.08	103.00	0.13	0.10

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² -Mpa	MOLDE No A-6			MOLDE No N-6			MOLDE No Q-6					
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		48.6	2.51	0.25	101.8	5.26	0.52		36.5	1.89	0.18		
1.27	0.050	01:00		191.5	9.90	0.97	233.2	12.05	1.18		75.0	3.88	0.38		
1.90	0.075	01:30		331.0	17.10	1.68	336.8	17.41	1.71		99.5	5.14	0.50		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	522.2	26.99	2.65	50.72	439.2	22.70	2.23	33.33	120.4	6.22	0.61	8.70
3.17	0.125	02:30		684.1	35.36	3.47		533.6	27.58	2.70		143.5	7.42	0.73	
3.81	0.150	03:00		858.1	44.35	4.35		627.6	32.43	3.18		170.4	8.81	0.86	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1152.8	59.58	5.84	62.80	796.8	41.18	4.04	38.65	202.8	10.48	1.03	9.66
6.35	0.250	05:00		1416.5	73.20	7.18		937.2	48.43	4.75		231.6	11.97	1.17	
7.62	0.300	06:00		1675.2	86.57	8.49		1102.8	56.99	5.59		264.6	13.67	1.34	
8.89	0.350	07:00		1914.0	98.91	9.70		1197.6	61.89	6.07		293.4	15.16	1.49	
10.16	0.400	08:00		2128.8	110.02	10.79		1324.8	68.47	6.71		320.4	16.56	1.62	
11.43	0.450	09:00		2357.8	121.85	11.95		1411.2	72.93	7.15		339.0	17.52	1.72	
12.70	0.500	10:00		2498.0	129.10	12.66		1540.0	79.59	7.81		358.8	18.54	1.82	

OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de GBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S"
 Certificado M/MT-14-025-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C1003

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4716338

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
 JEFE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

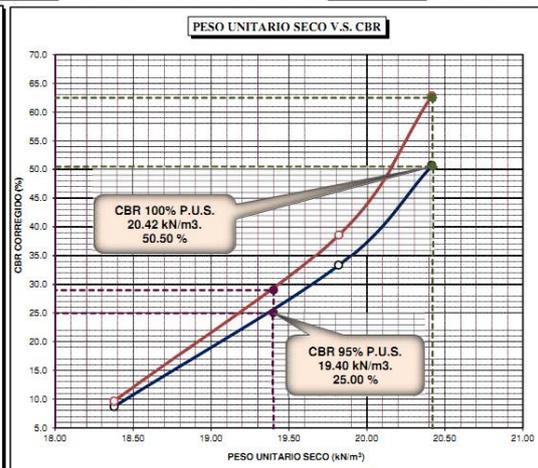
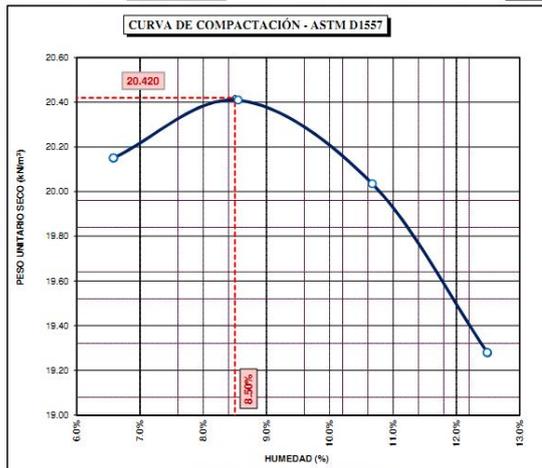
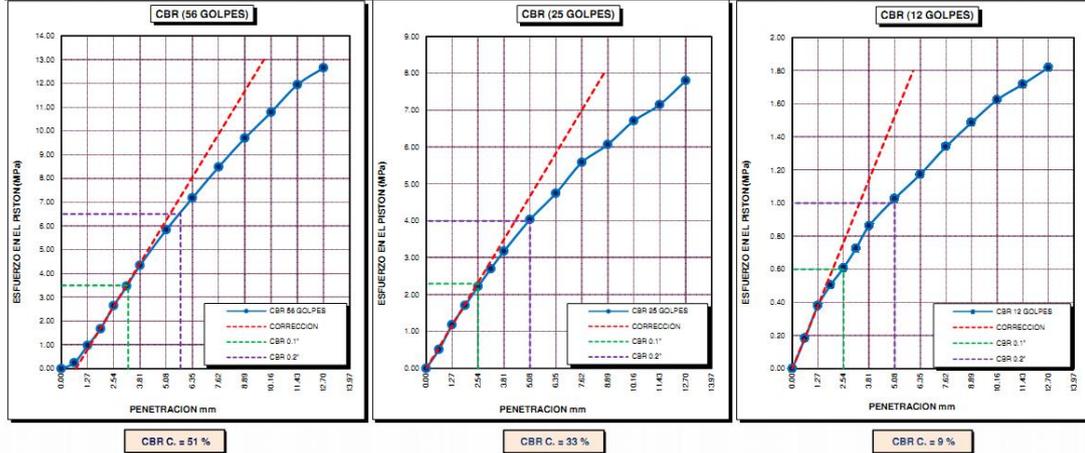
TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-006-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	COORDENADAS
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR	
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.24 - 0.49 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)
SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE	
	ESTE :	
	NORTE :	
	COTA :	m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 20.42 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 19.40 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 8.50 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	50.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	62.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	29.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado N° MT-LL-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. Lc. MARY CARMEN YANA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47330310

ING. ALEX LUIGI GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15e1)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-005-G&C Fecha : 17 de Febrero del 2021
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	
CONDICION : SUB BASE GRANULAR	INSPECTOR : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CODIGO DE ENSAYO : PC - 005	TAMAÑO MÁXIMO : 3 in.
CALICATA : C - 02	PROFUNDIDAD : 13.50 cm

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6305.00	<p style="font-size: small;">FRASCO DE CRISTAL CON ARENA VALVULA CONO METALICO DETALLE DE LA VALVULA</p>
02 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	723.00	
03 PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	5582.00	
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33	
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	3924.67	
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm3	1.33	
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm3	2962.02	
08 PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	6368.00	
09 PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO	
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	6368.00	
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm3	2.15	

CONTENIDO DE HUMEDAD

12 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	388.40	386.80	OBSERVACIONES SEGUN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PRÓCTOR MODIFICADO. LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 100.42% DEL ÓPTIMO.
13 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	362.30	361.00	
14 PESO DEL AGUA	gr.	26.10	25.80	
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	57.38	57.88	
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	304.92	303.12	
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.56	8.51	
18 PROMEDIO DE HUMEDADES		8.54		
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm3	1.98		

% DE GRAVA

20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	5963.95	OBSERVACIONES CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA
21 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1243.53	
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	20.85	
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm3	2.58	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm3	481.99	OBSERVACIONES LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02. LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MINIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	4720.42	
26 VOLUMEN DE FINOS	cm3	2480.03	
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm3	1.903	
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm3	2.082	
29 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	8.50	
30 Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31 PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	91.42	

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-006-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR		: QUISPE
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.24 - 0.49m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

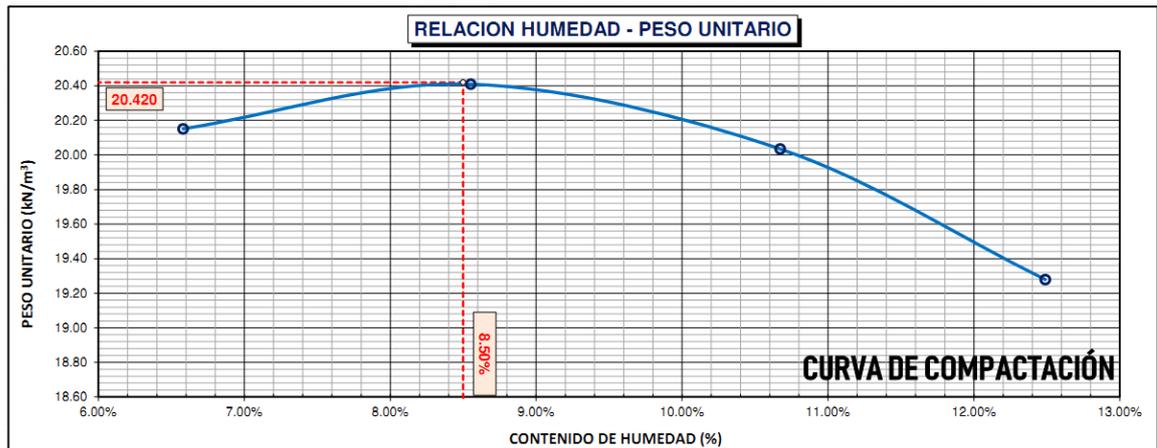
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	% Ret. Tamiz 3/4"	: 22.04 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 34.43 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 42.17 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2142 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 9,061 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	13752	13900	13904	13798
Masa del Molde	g.	9061	9061	9061	9061
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4691	4839	4843	4737
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.190	2.259	2.261	2.211

		TP-21	TP-22	TP-23	TP-24
Capsula No	No				
Masa de la Capsula	g.	61.36	60.20	60.62	60.04
Suelo Humedo + Capsula	g.	383.85	318.78	330.16	385.02
Masa del Suelo Humedo	g.	363.94	298.41	304.17	348.94
Masa del Agua	g.	19.91	20.37	25.99	36.08
Masa del Suelo Seco	g.	302.58	238.21	243.55	288.90
Humedad (%)	%	6.58%	8.55%	10.67%	12.49%
Promedio de Humedad (%)	%	6.58%	8.55%	10.67%	12.49%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.055	2.081	2.043	1.966
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.15	20.41	20.03	19.28

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 2.082 gr/cc	: 20.420 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 8.50 %	: 8.50 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YASIA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
IME - 0781038

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

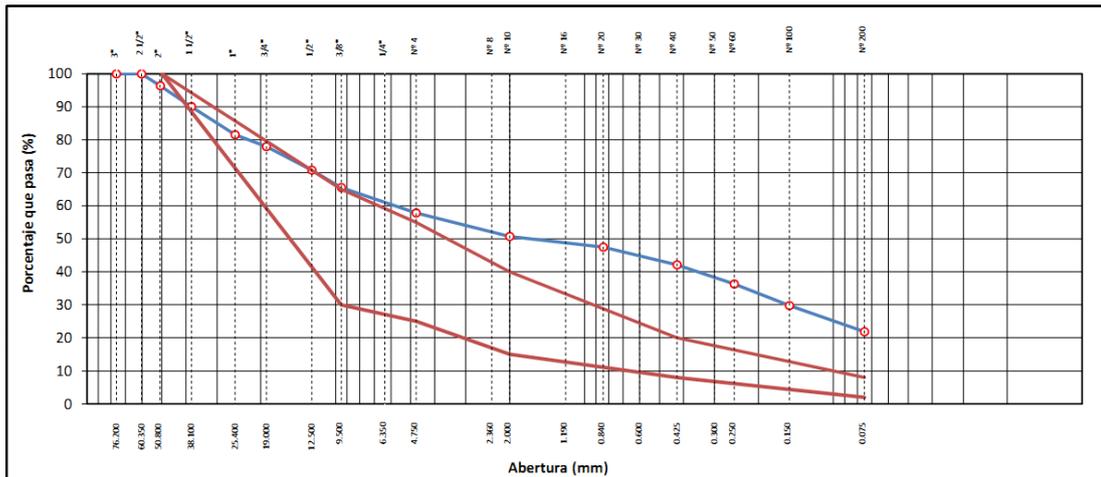
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-006-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR		COORDENADAS
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.24 - 0.49 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso inicial seco : 9456.90 gr. Peso Fracción : 705.80 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%): 8.50 TAMANO MAXIMO : 2 1/2" Limite Líquido (LL): 31.46 Limite Plástico (LP): 22.35 Indice Plástico (IP): 9.11 Clasificación (SUCS): GC Clasificación (AASHTO): A-2-4 (0) Índice de Consistencia: 2.52
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	60.350				100.00		
2"	50.800	342.77	3.62	3.62	96.38		
1 1/2"	38.100	594.92	6.29	9.92	90.08		
1"	25.400	803.65	8.50	18.41	81.59		
3/4"	19.000	342.84	3.63	22.04	77.96		
1/2"	12.500	670.74	7.09	29.13	70.87		
3/8"	9.500	501.38	5.30	34.43	65.57		
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): BUENO Descripción (SUCS): Grava arcillosa con arena Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 4	4.750	731.41	7.73	42.17	57.83		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	674.70	7.13	49.30	50.70		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	300.81	3.18	52.48	47.52		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	507.55	5.37	57.85	42.15		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	551.26	5.83	63.68	36.32		
Nº 100	0.150	616.66	6.52	70.20	29.80		
Nº 200	0.075	751.41	7.95	78.15	21.85		
< Nº 200	FONDO	2066.79	21.85	100.00			%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

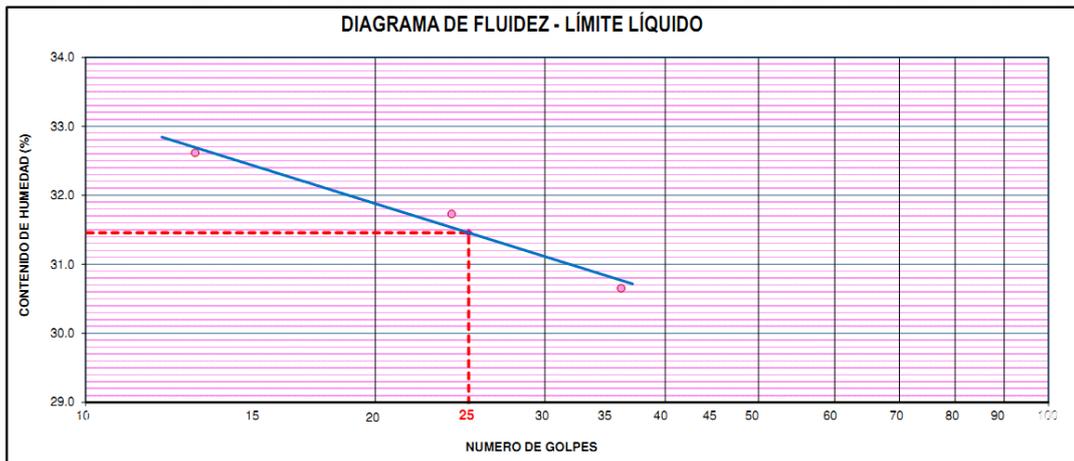
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-006-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CALICATA	: C - 02 TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.24 - 0.49 m CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 26	LC - 27	LC - 28	
PESO DE LA TARA	(g)	48.66	46.09	46.45	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	64.68	60.33	60.90	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	60.74	56.90	57.51	
PESO DE AGUA	(g)	3.94	3.43	3.39	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.08	10.81	11.06	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.62	31.73	30.65	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	24	36	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 29	LC - 30		
PESO DE LA TARA	(g)	46.52	46.61		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.78	50.14		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.18	49.50		
PESO DE AGUA	(g)	0.60	0.64		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.66	2.89		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.56	22.15		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	31.46
LIMITE PLASTICO	22.35
INDICE DE PLASTICIDAD	9.11

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Mary Yana
Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136338

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Alex Luján
ING. ALEX LUJAN GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-007-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDECENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: TERRAPLEN	COORDENADAS	
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.49 - 0.69 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	Método "C"	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.18 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.70 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-7	N-7	Q-7
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1

CONDICIONES DE LA MUESTRA

CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
-----	--------------	-----------	--------------	-----------	--------------	-----------

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

		A-7	N-7	Q-7
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12579	12656	12137
Masa del Molde	g.	7995	7995	7767
Masa del Suelo Húmedo	g.	4584	4661	4370
Volumen del Suelo	cm ³	2117	2117	2123
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.165	2.202	2.058
		PC - 37	PC - 38	PC - 39
Capsula No	No	83.69	85.66	85.32
Masa de la Capsula	g.	519.95	540.96	519.61
Suelo Húmedo + Capsula	g.	477.78	493.38	477.56
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	42.17	47.58	42.05
Masa del Agua	g.	394.09	407.72	392.24
Masa del Suelo Seco	g.	10.70%	11.67%	10.72%
% de Humedad	%	10.70%	11.67%	10.72%
Promedio de Humedad	%	10.70%	11.67%	10.72%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.956	1.972	1.859
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.182	19.335	18.232

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	115.00	0.00	0.00	348.00	0.00	0.00	94.00	0.00	0.00
		24:00:00	116.00	0.03	0.02	349.00	0.03	0.02	95.00	0.03	0.02
		48:00:00	116.00	0.03	0.02	350.00	0.05	0.04	96.00	0.05	0.04
		72:00:00	116.40	0.04	0.03	351.00	0.08	0.06	97.00	0.08	0.06
		96:00:00	117.00	0.05	0.04	352.00	0.10	0.08	99.00	0.13	0.10

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN			MOLDE No A-7				MOLDE No N-7				MOLDE No Q-7			
mm	Pulg.	Tiempo	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30	91.0	4.70	0.46		50.0	2.58	0.25		25.5	1.32	0.13	
1.27	0.050	01:00	211.5	10.93	1.07		119.5	6.18	0.61		91.5	4.73	0.46	
1.90	0.075	01:30	314.0	16.23	1.59		193.0	9.97	0.98		137.0	7.08	0.69	
2.54	0.100	02:00	379.0	19.59	1.92	28.99	259.5	13.41	1.32	20.29	184.0	9.51	0.93	14.49
3.17	0.125	02:30	463.0	23.93	2.35		304.5	15.74	1.54		213.5	11.03	1.08	
3.81	0.150	03:00	559.0	28.89	2.83		381.5	19.72	1.93		270.5	13.98	1.37	
5.08	0.200	04:00	735.5	38.01	3.73	36.23	501.0	25.89	2.54	25.12	357.5	18.48	1.81	18.36
6.35	0.250	05:00	860.0	44.44	4.36		583.5	30.16	2.96		416.5	21.52	2.11	
7.62	0.300	06:00	931.5	48.14	4.72		638.0	32.97	3.23		443.5	22.92	2.25	
8.89	0.350	07:00	1046.0	54.06	5.30		711.0	36.74	3.60		486.5	25.14	2.47	
10.16	0.400	08:00	1135.5	58.68	5.75		780.0	40.31	3.95		531.0	27.44	2.69	
11.43	0.450	09:00	1203.5	62.20	6.10		860.0	44.44	4.36		601.0	31.06	3.05	
12.70	0.500	10:00	1300.0	67.18	6.59		930.0	48.06	4.71		653.0	33.75	3.31	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Presión de G&C con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Certificado N° MT-LF-240-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 PUNO - 2021

ING. AJEX LUIS GÓMEZ CALLA
 JEFE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

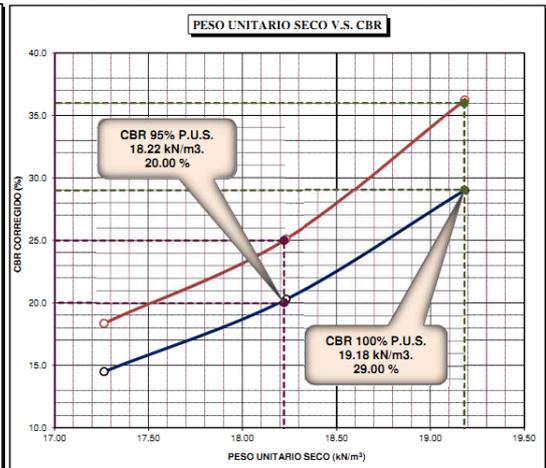
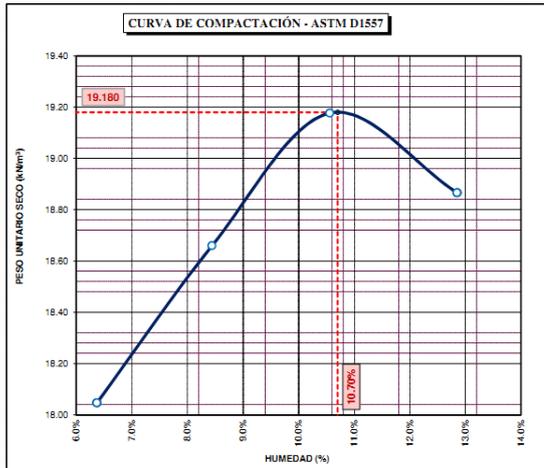
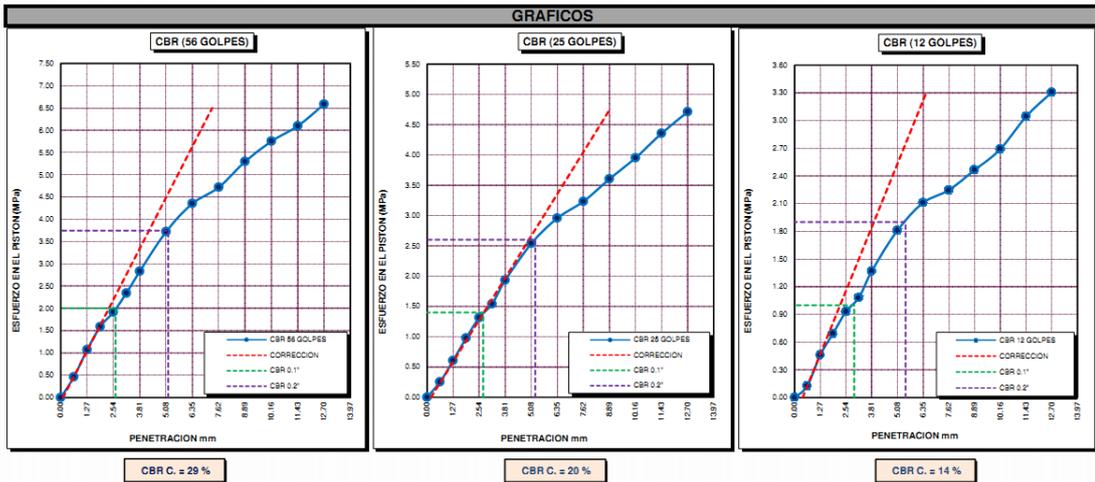
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-007-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: TERRAPLEN	COORDENADAS
CALICATA	: C - 02	ESTE :
PROFUNDIDAD	: 0.49 - 0.69 m	NORTE :
	TAMANO MÁXIMO : 3"	COTA :
	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)	m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.18 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.22 kN/m ³
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.70 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	29.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	36.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	20.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	25.00 %



OBSERVACIONES

Las Muestras y Datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.
Certificado N° MT-L-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LICHARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4523338

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 205176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a1)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-006-G&C
	Fecha : 17 de Febrero del 2021
DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	INSPECTOR : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION : TERRAPLEN	
CODIGO DE ENSAYO : PC - 006	TAMAÑO MÁXIMO : 3 in.
CALICATA : C - 02	PROFUNDIDAD : 14.70 cm

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6252.00	<p>FRASCO DE CRISTAL CON ARENA</p> <p>VALVULA</p> <p>CONO METALICO</p> <p>DETALLE DE LA VALVULA</p>
02 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	331.00	
03 PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	5921.00	
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33	
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	4263.67	
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm3	1.33	
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm3	3217.86	
08 PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	6453.00	
09 PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO	
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	6453.00	
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm3	2.01	

CONTENIDO DE HUMEDAD

12 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	327.80	329.20	OBSERVACIONES SEGÚN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PROCTOR MODIFICADO. LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 88.65% DEL ÓPTIMO.
13 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	304.60	306.00	
14 PESO DEL AGUA	gr.	23.20	23.20	
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	61.15	60.30	
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	243.45	245.70	
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.53	9.44	
18 PROMEDIO DE HUMEDADES			9.49	
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm3	1.84		

% DE GRAVA

20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	6000.33	OBSERVACIONES CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA
21 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1250.24	
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	20.84	
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm3	2.55	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm3	490.29	OBSERVACIONES LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02. LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MÍNIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	4750.09	
26 VOLUMEN DE FINOS	cm3	2727.57	
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm3	1.742	
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm3	1.956	
29 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	10.70	
30 Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31 PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	89.03	



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-007-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: TERRAPLEN		: QUISPE
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.49 - 0.69m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	: 6778
		NORTE	: 6778
		COTA	: m.s.n.m.

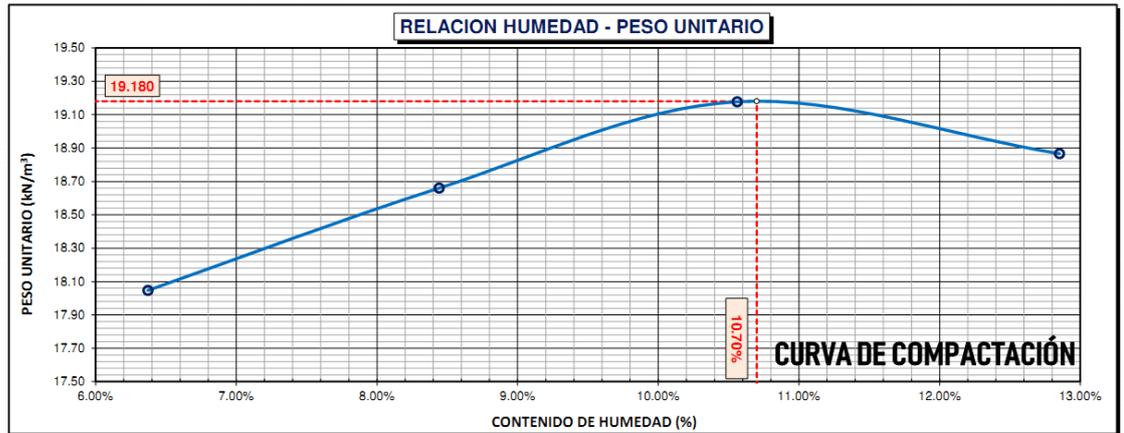
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 29.63 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 36.74 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 41.98 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 04	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2098 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 6,778 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	10885	11107	11314	11333
Masa del Molde	g.	6778	6778	6778	6778
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4107	4329	4536	4555
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.958	2.063	2.162	2.171

	No	TP-25	TP-26	TP-27	TP-28
Masa de la Capsula	g.	58.78	59.79	60.32	58.87
Suelo Humedo + Capsula	g.	397.03	395.33	380.05	383.33
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	376.77	369.21	349.51	346.38
Masa del Agua	g.	20.26	26.12	30.54	36.95
Masa del Suelo Seco	g.	317.99	309.42	289.19	287.51
Humedad (%)	%	6.37%	8.44%	10.56%	12.85%
Promedio de Humedad (%)	%	6.37%	8.44%	10.56%	12.85%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.840	1.903	1.956	1.924
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.05	18.66	19.18	18.87

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.956 gr/cc	19.180 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	10.70 %	10.70 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ENCARGADA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 4718388

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

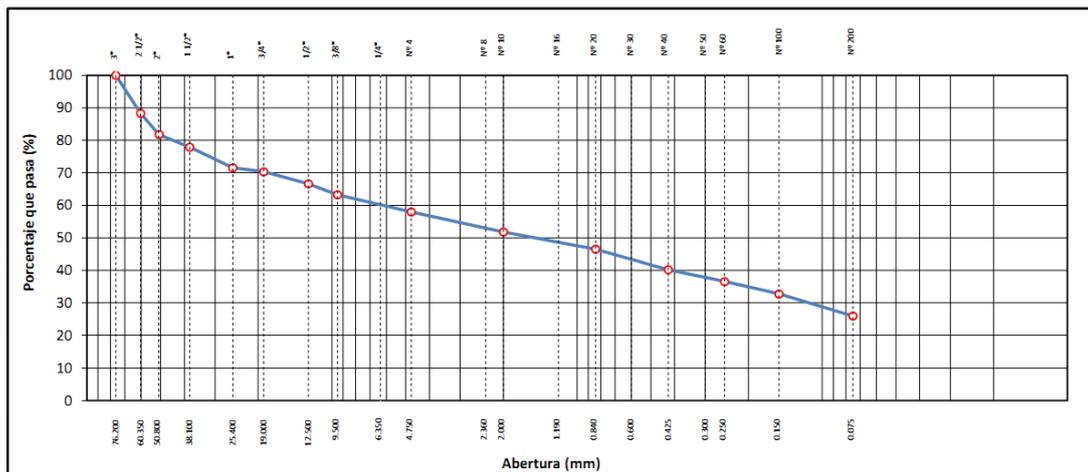
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-007-G&C Fecha : 17 de Febrero del 2021
--	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO – PROVINCIA DE PUNO – DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDECIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: TERRAPLEN		: QUISPE
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.49 - 0.69 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	: :
		NORTE	: :
		COTA	: m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 10731.70 gr. Peso Fracción : 1302.60 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						
4"	101.600						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
3"	76.200				100.00		
2 1/2"	60.350	1255.47	11.70	11.70	88.30		Contenido de Humedad (%) : 9.56
2"	50.800	699.54	6.52	18.22	81.78		TAMAÑO MÁXIMO : 3"
1 1/2"	38.100	413.44	3.85	22.07	77.93		Límite Líquido (LL): 34.71
1"	25.400	678.74	6.32	28.39	71.61		Límite Plástico (LP): 24.34
3/4"	19.000	132.77	1.24	29.63	70.37		Índice Plástico (IP): 10.37
1/2"	12.500	400.28	3.73	33.36	66.64		Clasificación (SUCS) : GM
3/8"	9.500	362.07	3.37	36.74	63.26		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/4"	6.350						Índice de Consistencia : 2.43
Nº 4	4.750	563.27	5.25	41.98	58.02		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 8	2.360						Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 10	2.000	661.90	6.17	48.15	51.85		Descripción (SUCS): Grava limosa con arena
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	567.17	5.28	53.44	46.56		Turba : --
Nº 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 40	0.425	680.16	6.34	59.77	40.23		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 50	0.300						Grava > 2" : 18.22
Nº 60	0.250	390.70	3.64	63.41	36.59		Grava 2" - Nº 4 : 23.77
Nº 100	0.150	408.81	3.81	67.22	32.78		Arena Nº4 - Nº 200 : 32.03
Nº 200	0.075	728.24	6.79	74.01	25.99		Finos < Nº 200 : 25.99
< Nº 200	FONDO	2789.14	25.99	100.00			%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Maryela

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 4613319

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Alex Luján

ING. ALEX LUJÁN GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-007-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDECENCIA	: AV. ESTUDIANTE		
CONDICION	: TERRAPLEN	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.49 - 0.69 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)

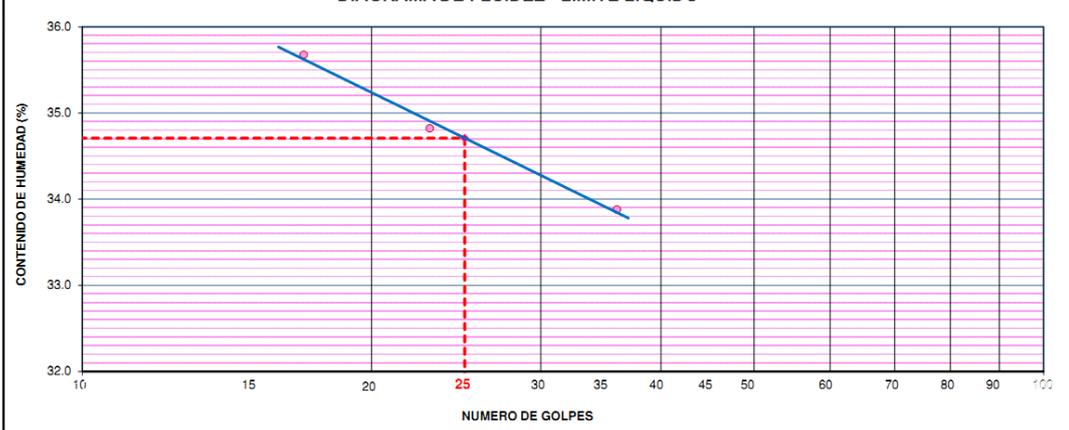
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 31	LC - 32	LC - 33
PESO DE LA TARA	(g)	47.18	46.82	48.69
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	63.80	63.43	65.05
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	59.43	59.14	60.91
PESO DE AGUA	(g)	4.37	4.29	4.14
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.25	12.32	12.22
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.67	34.82	33.88
NUMERO DE GOLPES	n°	17	23	36

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 34	LC - 35
PESO DE LA TARA	(g)	46.46	46.24
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	48.99	49.85
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	48.49	49.15
PESO DE AGUA	(g)	0.50	0.70
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.03	2.91
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.63	24.05

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	34.71
LIMITE PLASTICO	24.34
INDICE DE PLASTICIDAD	10.37

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



DE LAS ROCAS INGS S.A.C.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-009-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C. P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	ESTE	:
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.02 - 0.20 m	CLASIF. SUELOS	: A-1-b (0)
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 20.58 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 7.10 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-9	N-9	Q-9			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g	11972	12196	11304	11531	11830	12124
Masa del Molde	g	7146	7146	6832	6832	7599	7599
Masa del Suelo Húmedo	g	4826	5050	4472	4699	4231	4525
Volumen del Suelo	cm ³	2132	2132	2131	2131	2129	2129
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.264	2.369	2.099	2.205	1.987	2.125

Capsula No	No	PC - 49	PC - 50	PC - 51	PC - 52	PC - 53	PC - 54
Masa de la Capsula	g	84.31	84.16	85.32	83.00	84.23	83.58
Suelo Húmedo + Capsula	g	462.53	477.93	502.32	441.43	500.96	450.03
Masa del Suelo Seco + Capsula	g	437.46	448.02	474.53	407.84	473.26	410.53
Masa del Agua	g	25.07	29.91	27.79	33.59	27.70	39.50
Masa del Suelo Seco	g	353.15	363.86	389.21	324.84	389.03	326.95
% de Humedad	%	7.10%	8.22%	7.14%	10.34%	7.12%	12.08%
Promedio de Humedad	%	7.10%	8.22%	7.14%	10.34%	7.12%	12.08%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.114	2.189	1.959	1.998	1.855	1.896
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.727	21.464	19.208	19.598	18.193	18.596

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	870.00	0.00	0.00	36.00	0.00	0.00	378.00	0.00	0.00
		24:00:00	871.00	0.03	0.02	37.00	0.03	0.02	380.00	0.05	0.04
		48:00:00	871.50	0.04	0.03	38.00	0.05	0.04	382.00	0.10	0.08
		72:00:00	872.00	0.05	0.04	39.00	0.08	0.06	384.50	0.17	0.13
		96:00:00	872.00	0.05	0.04	40.00	0.10	0.08	385.00	0.18	0.14

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-9				MOLDE No N-9				MOLDE No Q-9			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		51.6	2.67	0.26		39.7	2.05	0.20		22.4	1.16	0.11	
1.27	0.050	01:00		228.1	11.79	1.16		140.5	7.26	0.71		44.0	2.27	0.22	
1.90	0.075	01:30	70.31 / 6.9	434.4	22.45	2.20		205.8	10.64	1.04		55.2	2.85	0.28	
2.54	0.100	02:00		548.6	28.35	2.78	45.65	247.6	12.80	1.25	19.57	64.6	3.34	0.33	4.78
3.17	0.125	02:30		633.1	32.72	3.21		288.3	14.90	1.46		73.4	3.79	0.37	
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	708.3	36.60	3.59		320.8	16.58	1.63		83.9	4.34	0.43	
5.08	0.200	04:00		844.0	43.62	4.28	43.48	395.3	20.43	2.00	20.29	99.7	5.15	0.51	4.83
6.35	0.250	05:00		944.6	48.82	4.79		463.1	23.93	2.35		119.0	6.15	0.60	
7.62	0.300	06:00		1044.0	53.95	5.29		527.8	27.28	2.68		130.4	6.74	0.66	
8.89	0.350	07:00		1156.0	59.74	5.86		590.0	30.49	2.99		141.9	7.33	0.72	
10.16	0.400	08:00		1225.4	63.33	6.21		677.6	35.02	3.43		160.6	8.30	0.81	
11.43	0.450	09:00		1327.1	68.58	6.73		746.1	38.56	3.78		173.9	8.99	0.88	
12.70	0.500	10:00		1420.8	73.43	7.20		815.3	42.13	4.13		187.6	9.70	0.95	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensas de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado N° MT-L-02-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C1003

Bach. LICY MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNE - 87230318

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



DE LAS ROCAS INGENIEROS S.A.C.

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

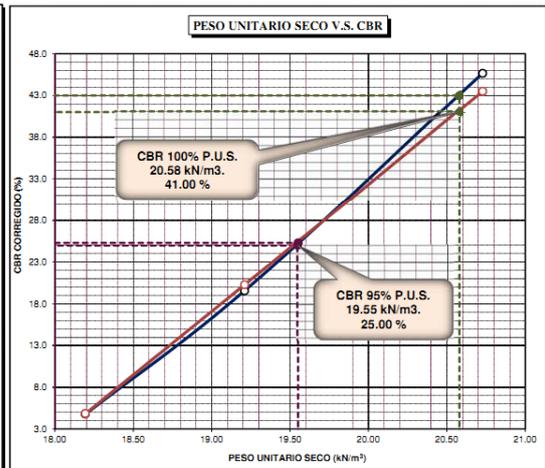
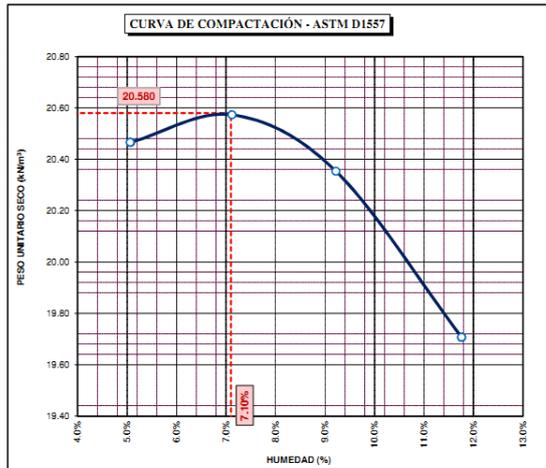
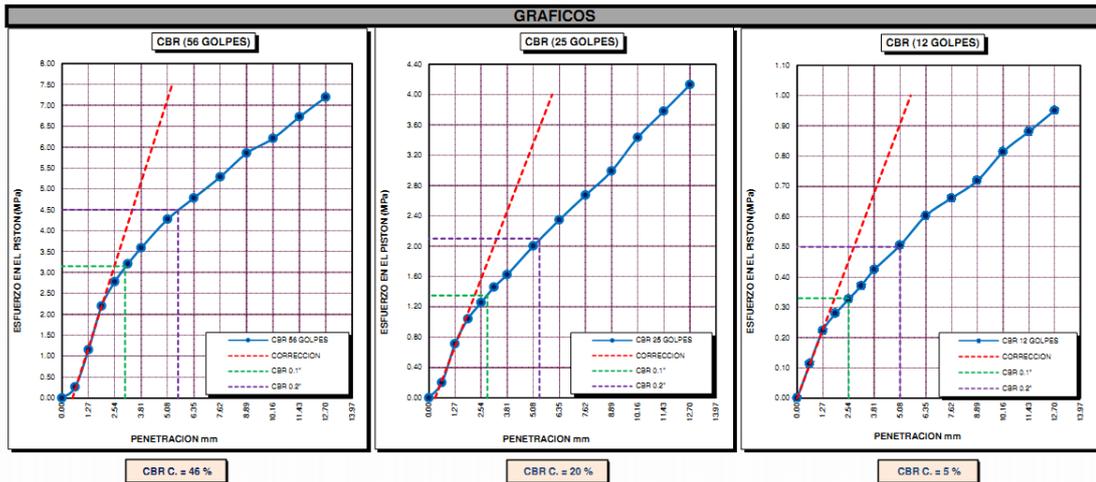
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-009-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO : 3"
PROFUNDIDAD	: 0.02 - 0.20 m	CLASIF. SUELOS : A-1-b (0)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :
		m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 20.58 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 19.55 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 7.10 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	41.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	43.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	25.30 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado N° MT-LF-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LIC. MARY CARMEN VANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 48193310

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUJAN, GOMEZ CALLA

JEFE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a1)

PROYECTO	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-007-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	INSPECTOR	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	TAMAÑO MÁXIMO	: 3 in.
CODIGO DE ENSAYO	: PC - 007	PROFUNDIDAD	: 14.20 cm
CALICATA	: C - 03		

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6196.00	
02	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	515.00	
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	5681.00	
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33	
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	4023.67	
06	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm3	1.33	
07	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm3	3036.73	
08	PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	6652.00	
09	PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO	
10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	6652.00	
11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm3	2.19	

CONTENIDO DE HUMEDAD

12	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	321.20	376.20	OBSERVACIONES SEGUN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PROCTOR MODIFICADO. LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 114.81% DEL ÓPTIMO.
13	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	301.60	352.40	
14	PESO DEL AGUA	gr.	19.60	23.80	
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	61.36	60.20	
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	240.24	292.20	
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.16	8.15	
18	PROMEDIO DE HUMEDADES			8.15	
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm3	2.02		

% DE GRAVA

20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	6242.34	OBSERVACIONES CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA
21	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1221.07	
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	19.56	
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm3	2.57	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm3	475.12	OBSERVACIONES LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02. LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MINIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	5021.27	
26	VOLUMEN DE FINOS	cm3	2561.61	
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm3	1.960	
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm3	2.099	
29	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	7.10	
30	Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	93.39	

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

Handwritten signature

Bach. LIC. MARY CARMEN VANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 INE: 41330302

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Handwritten signature

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 2089378

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° :	INV-BVQ-02/21-009-G&C
		Fecha :	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ		COORDENADAS ESTE : NORTE : COTA : m.s.n.m.
CONDICION : BASE GRANULAR	QUISPE		
CALICATA : C - 03	TAMANO MÁXIMO : 3"		
PROFUNDIDAD : 0.02 - 0.20m	CLASIF. SUELOS : A-1-b (0)		

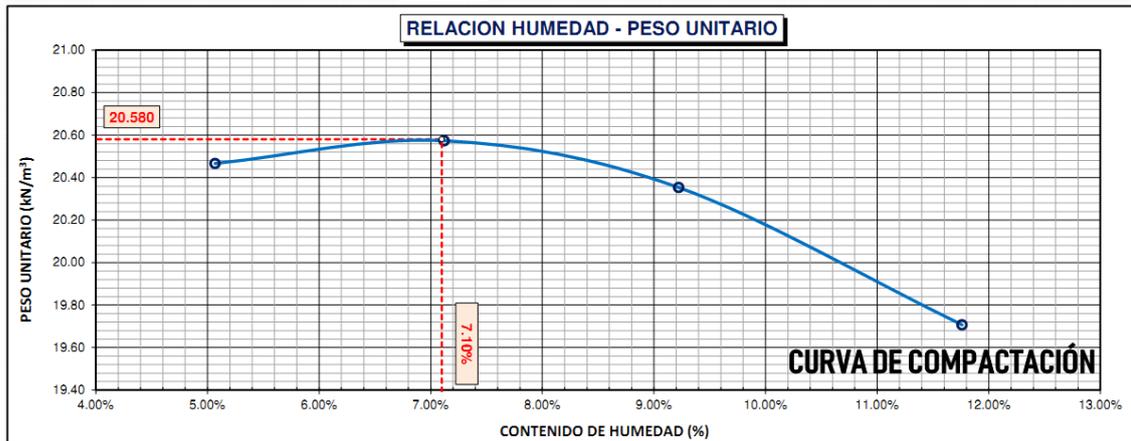
DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC - GM	% Ret. Tamiz 3/4" : 31.53 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8" : 43.40 %
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limo arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4 : 50.15 %
	METODO DE ENSAYO : Método "C"
	No DE CAPAS : 05
	GOLPES POR CAPA : 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2146 cm ³
MASA DEL MOLDE	7,913 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12619	12736	12778	12733
Masa del Molde	g.	7913	7913	7913	7913
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4706	4823	4865	4820
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.193	2.247	2.267	2.246

	No	TP-33	TP-34	TP-35	TP-36
Capsula No					
Masa de la Capsula	g.	57.73	60.46	57.38	57.88
Suelo Humedo + Capsula	g.	304.42	369.31	309.41	365.89
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	292.52	348.78	288.13	333.48
Masa del Agua	g.	11.90	20.53	21.28	32.41
Masa del Suelo Seco	g.	234.79	288.32	230.75	275.60
Humedad (%)	%	5.07%	7.12%	9.22%	11.76%
Promedio de Humedad (%)	%	5.07%	7.12%	9.22%	11.76%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.087	2.098	2.075	2.010
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.47	20.57	20.35	19.71

PROCTOR MODIFICADO : ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO : 2.099 gr/cc	20.580 kN/m3
MET. DE PREPARACIÓN : Húmedo	HUMEDAD OPTIMA : 7.10 %	7.10 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIZ MARY CARMEN PANIA CONDOY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 41783738

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 208176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

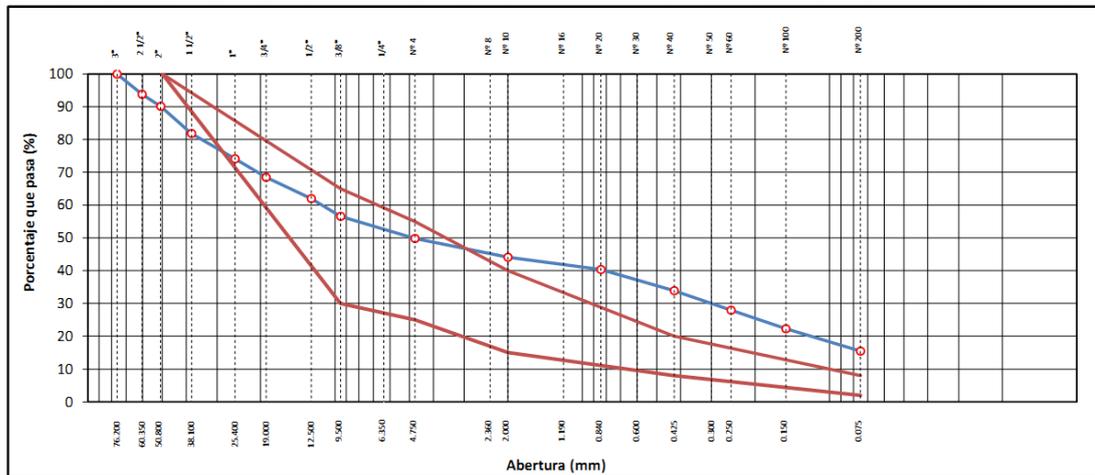
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-009-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ	COORDENADAS
CONDICION : BASE GRANULAR	QUISPE	
CALICATA : C - 03	TAMANO MÁXIMO : 3"	
PROFUNDIDAD : 0.02 - 0.20 m	CLASIF. SUELOS : A-1-b (0)	
		ESTE :
		NORTE :
		COTA : m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 6044.00 gr. Peso Fracción : 382.90 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600				100.00		
3"	76.200						Contenido de Humedad (%) : 8.16
2 1/2"	60.350	372.98	6.17	6.17	93.83		TAMAÑO MÁXIMO : 3"
2"	50.800	221.32	3.66	9.83	90.17		Límite Líquido (LL) : 28.74
1 1/2"	38.100	501.41	8.30	18.13	81.87		Límite Plástico (LP) : 22.06
1"	25.400	466.38	7.72	25.85	74.15		Índice Plástico (IP) : 6.68
3/4"	19.000	343.60	5.68	31.53	68.47		Clasificación (SUCS) : GC - GM
1/2"	12.500	389.60	6.45	37.98	62.02		Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0)
3/8"	9.500	327.65	5.42	43.40	56.60		Índice de Consistencia : 3.08
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	408.01	6.75	50.15	49.85		Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS) : Grava limo arcillosa con arena
Nº 10	2.000	346.00	5.72	55.87	44.13		
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840	226.71	3.75	59.62	40.38		Turba : --
Nº 30	0.600						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 40	0.425	389.52	6.44	66.07	33.93		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 50	0.300						Grava > 2" : 9.83
Nº 60	0.250	359.14	5.94	72.01	27.99		Grava 2" - Nº 4 : 40.32
Nº 100	0.150	344.19	5.69	77.71	22.29		Arena Nº4 - Nº 200 : 34.35
Nº 200	0.075	410.37	6.79	84.49	15.51		Finos < Nº 200 : 15.51
< Nº 200	FONDO	937.12	15.51	100.00			%>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-009-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPES
CONDICION	: BASE GRANULAR	TAMANO MÁXIMO	: 3"
CALICATA	: C - 03	CLASIF. SUELOS	: A-1-b (0)
PROFUNDIDAD	: 0.02 - 0.20 m		

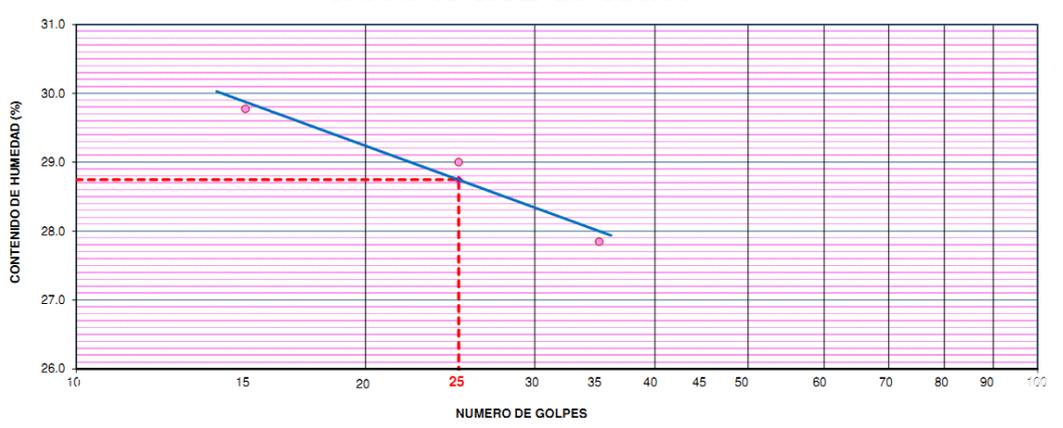
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 41	LC - 42	LC - 43
PESO DE LA TARA	(g)	46.71	47.02	46.64
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	63.36	61.21	62.25
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	59.54	58.02	58.85
PESO DE AGUA	(g)	3.82	3.19	3.4
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.83	11	12.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.77	29.00	27.85
NUMERO DE GOLPES	n°	15	25	35

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 44	LC - 45
PESO DE LA TARA	(g)	47.04	48.58
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	50.53	51.50
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.89	50.98
PESO DE AGUA	(g)	0.64	0.52
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.85	2.40
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.46	21.67

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	28.74
LIMITE PLASTICO	22.06
INDICE DE PLASTICIDAD	6.68

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Chuyale
BACH. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORI
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 4733033

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Gomez
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 200176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-010-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPÉ
CONDICIÓN	: SUBBASE GRANULAR	COORDENADAS	
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 0.41 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.30 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-10	N-10	Q-10
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	11796	11875	11516	12296	11294	11503
Masa del Molde	g.	6849	6849	6855	6855	6925	6925
Masa del Suelo Húmedo	g.	4947	5026	4661	5441	4369	4578
Volumen del Suelo	cm ³	2113	2113	2131	2131	2134	2134
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.341	2.379	2.187	2.553	2.047	2.145
Capsula No	No	PC - 55	PC - 56	PC - 57	PC - 58	PC - 59	PC - 60
Masa de la Capsula	g.	84.29	83.65	83.46	84.25	82.32	83.18
Suelo Húmedo + Capsula	g.	558.58	504.25	445.22	568.53	538.26	492.44
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	514.29	460.90	411.44	511.19	495.72	438.16
Masa del Agua	g.	44.29	43.35	33.78	57.34	42.54	54.28
Masa del Suelo Seco	g.	430.00	377.25	327.98	426.94	413.40	354.98
% de Humedad	%	10.30%	11.49%	10.30%	13.43%	10.29%	15.29%
Promedio de Humedad	%	10.30%	11.49%	10.30%	13.43%	10.29%	15.29%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.123	2.133	1.983	2.251	1.856	1.861
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.816	20.922	19.447	22.074	18.204	18.248

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	62.00	0.00	0.00	129.00	0.00	0.00	146.00	0.00	0.00
		24:00:00	62.50	0.01	0.01	132.50	0.09	0.07	155.50	0.24	0.19
		48:00:00	63.00	0.03	0.02	133.00	0.10	0.08	154.00	0.20	0.16
		72:00:00	64.00	0.05	0.04	134.00	0.13	0.10	155.00	0.23	0.18
		96:00:00	64.50	0.06	0.05	135.00	0.15	0.12	156.00	0.25	0.20

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-10				MOLDE No N-10				MOLDE No Q-10			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		44.4	2.29	0.23	17.9	0.93	0.09	30.9	1.60	0.16			
1.27	0.050	01:00		221.7	11.46	1.12	81.2	4.20	0.41	62.6	3.24	0.32			
1.90	0.075	01:30		607.9	31.42	3.08	171.4	8.86	0.87	91.5	4.73	0.46			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	948.9	49.04	4.81	101.45	261.2	13.50	1.32	28.99	115.6	5.97	0.59	
3.17	0.125	02:30		1266.7	65.46	6.42		350.7	18.12	1.78		137.6	7.11	0.70	
3.81	0.150	03:00		1542.0	79.69	7.82		441.9	22.84	2.24		167.2	8.64	0.85	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1991.0	102.89	10.09	101.45	604.1	31.22	3.06	33.82	218.5	11.29	1.11	
6.35	0.250	05:00		2166.2	111.95	10.98		750.0	38.76	3.80		258.6	13.36	1.31	
7.62	0.300	06:00		2624.2	135.62	13.30		896.6	46.34	4.54		308.8	15.96	1.57	
8.89	0.350	07:00		3012.0	155.66	15.27		1041.7	53.83	5.28		330.1	17.06	1.67	
10.16	0.400	08:00		3755.4	194.08	19.03		1171.9	60.56	5.94		370.8	19.16	1.88	
11.43	0.450	09:00		4315.6	223.03	21.87		1300.8	67.22	6.59		406.5	21.01	2.06	
12.70	0.500	10:00		4666.1	241.14	23.65		1428.2	73.81	7.24		438.3	22.65	2.22	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Presión de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELOLA TIPO S"

Certificado N° MT-4-026-2020/R3286; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 8713038

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 2009176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

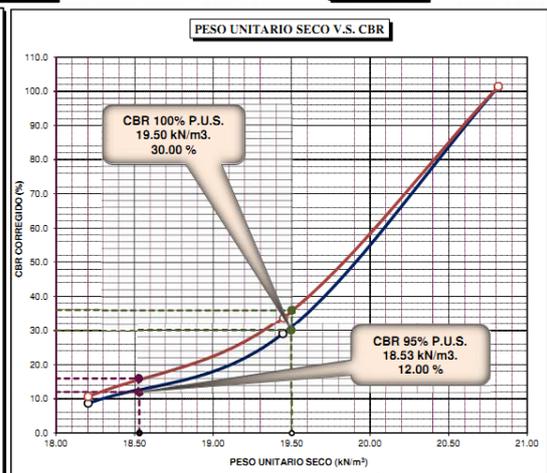
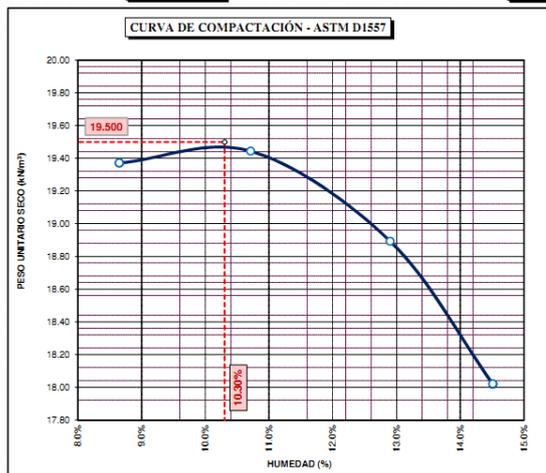
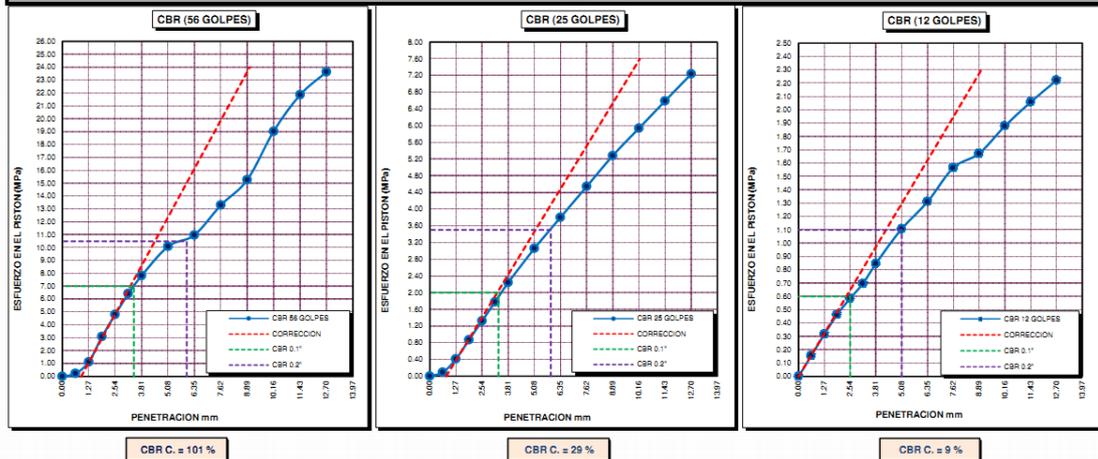
TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-010-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	COORDENADAS
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR	
CALICATA	: C - 03	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 0.41 m	TAMANO MÁXIMO : 3"
		CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)
		ESTE :
		NORTE :
		COTA : m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.53 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	30.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	36.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	12.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	16.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado N° MT-L-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO ESPECIALISTA DE CALIFICACIONES DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136318

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15e1)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-008-G&C
	Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C. P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: SUB BASE GRANULAR
CODIGO DE ENSAYO	: PC - 008
CALICATA	: C - 03
INSPECTOR	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
TAMAÑO MÁXIMO	: 3 in.
PROFUNDIDAD	: 14.70 cm

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6241.00
02 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	403.00
03 PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	5838.00
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	4180.67
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.33
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	3155.22
08 PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	6902.00
09 PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	6902.00
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm³	2.19

FRASCO DE CRISTAL CON ARENA

VALVULA

CONO METALICO

DETALLE DE LA VALVULA

CONTENIDO DE HUMEDAD			
12 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	313.60	386.00
13 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	291.50	357.50
14 PESO DEL AGUA	gr.	22.10	28.50
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	60.62	60.04
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	230.88	297.46
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.57	9.58
18 PROMEDIO DE HUMEDADES			9.58
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm³	2.00	

OBSERVACIONES

SEGUN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PRÓCTOR MODIFICADO.

LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 92.98% DEL ÓPTIMO.

% DE GRAVA			
20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	6388.21	
21 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1020.61	
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	15.98	
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm³	2.58	

OBSERVACIONES

CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%			
24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	395.59	
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	5367.60	
26 VOLUMEN DE FINOS	cm ³	2759.64	
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	1.945	
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	1.988	
29 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	10.30	
30 Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31 PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	97.84	

OBSERVACIONES

LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02.

LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MINIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-010-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR		COORDENADAS
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 0.41 m	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

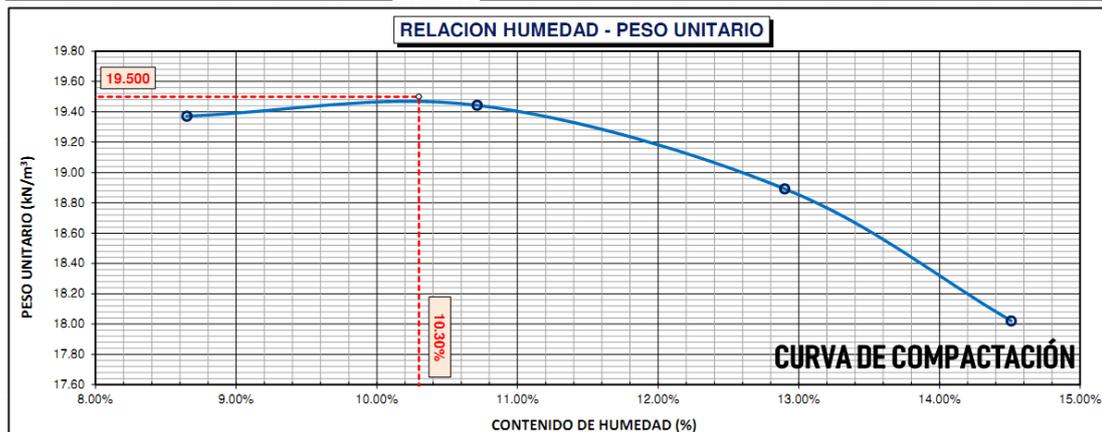
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	% Ret. Tamiz 3/4"	: 34.89 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 44.49 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 49.22 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2146 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 7,913 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12519	12624	12581	12429
Masa del Molde	g.	7913	7913	7913	7913
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4606	4711	4668	4516
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.146	2.195	2.175	2.104

	No	TP-37	TP-38	TP-39	TP-40
Masa de la Capsula	g.	57.73	44.65	48.95	57.88
Suelo Humedo + Capsula	g.	383.46	425.88	390.44	362.19
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	357.53	388.99	351.42	323.63
Masa del Agua	g.	25.93	36.89	39.02	38.56
Masa del Suelo Seco	g.	299.80	344.34	302.47	265.75
Humedad (%)	%	8.65%	10.71%	12.90%	14.51%
Promedio de Humedad (%)	%	8.65%	10.71%	12.90%	14.51%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.975	1.983	1.927	1.838
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.37	19.44	18.89	18.02

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.988 gr/cc	: 19.500 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 10.30 %	: 10.30 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. LECY MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI - 4719038

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

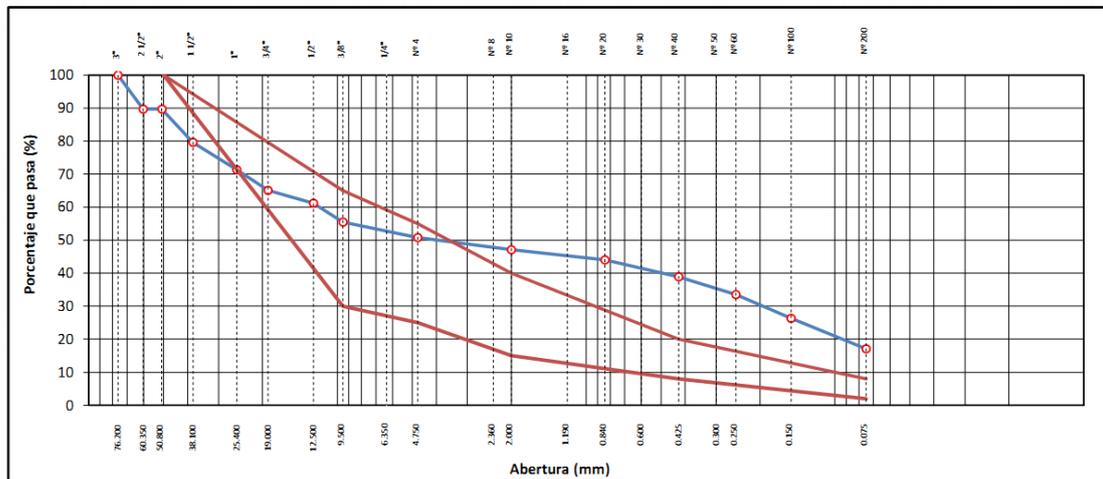
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-010-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR	QUISPE
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO : 3"
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 0.41 m	CLASIF. SUELOS : A-2-4 (0)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA : m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso inicial seco : 7033.50 gr. Peso Fracción : 463.50 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3"	76.200				100.00		Contenido de Humedad (%) : 9.59
2 1/2"	60.350	723.36	10.28	10.28	89.72		TAMAÑO MAXIMO : 3"
2"	50.800				89.72		Limite Líquido (LL): 31.95
1 1/2"	38.100	709.30	10.08	20.37	79.63		Limite Plástico (LP): 22.78
1"	25.400	581.60	8.27	28.64	71.36		Indice Plástico (IP): 9.17
3/4"	19.000	439.67	6.25	34.89	65.11		Clasificación (SUCS) : GC
1/2"	12.500	271.60	3.86	38.75	61.25		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
3/8"	9.500	403.99	5.74	44.49	55.51		Indice de Consistencia : 2.44
1/4"	6.350						DESCRIPCION DEL SUELO
Nº 4	4.750	332.48	4.73	49.22	50.78		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS): Grava arcillosa con arena
Nº 10	2.000	255.75	3.64	52.86	47.14		Materia Orgánica :
Nº 16	1.190						Turba : --
Nº 20	0.840	217.99	3.10	55.96	44.04		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 30	0.600						CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS
Nº 40	0.425	363.08	5.16	61.12	38.88		Grava > 2" : 10.28
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 : 38.94
Nº 60	0.250	376.11	5.35	66.47	33.53		Arena Nº4 - Nº 200 : 33.70
Nº 100	0.150	504.56	7.17	73.64	26.36		Finos < Nº 200 : 17.08
Nº 200	0.075	652.66	9.28	82.92	17.08		%>3" : 0.0%
< Nº 200	FONDO	1201.36	17.08	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. I.C. MARY CARMEN YANA CONDOREY
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI - 8718038

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-010-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR	TAMANO MÁXIMO	: 3"
CALICATA	: C - 03	CLASIF. SUELOS	: A-2-4 (0)
PROFUNDIDAD	: 0.20 - 0.41 m		

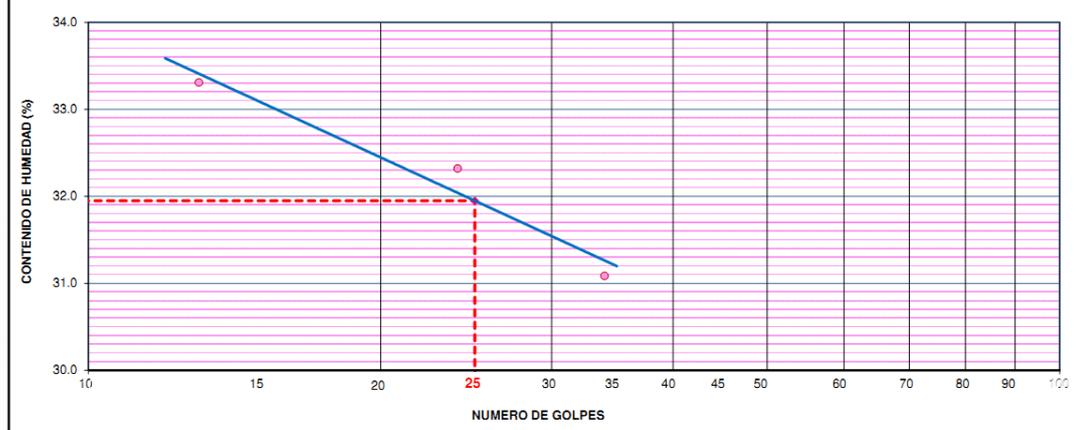
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 46	LC - 47	LC - 48
PESO DE LA TARA	(g)	46.79	46.62	46.7
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	63.80	64.88	63.61
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	59.55	60.42	59.60
PESO DE AGUA	(g)	4.25	4.46	4.01
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.76	13.8	12.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.31	32.32	31.09
NUMERO DE GOLPES	n°	13	24	34

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 49	LC - 50
PESO DE LA TARA	(g)	48.67	46.71
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	51.73	50.39
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.16	49.71
PESO DE AGUA	(g)	0.57	0.68
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.49	3.00
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.89	22.67

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	31.95
LIMITE PLASTICO	22.78
INDICE DE PLASTICIDAD	9.17

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-011-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: SUELO NATURAL	COORDENADAS	
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.35 - 1.25 m	CLASIF. SUELOS	: A-6 (6)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	METODO DE ENSAYO	: Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-6 (6)	PESO UNITARIO SECO	: 17.46 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla arenosa de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-11	N-11	Q-11
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12522	12613	12082	12217	10807	10991
Masa del Molde	g.	8126	8126	7911	7911	6874	6874
Masa del Suelo Húmedo	g.	4396	4487	4171	4306	3933	4117
Volumen del Suelo	cm ³	2125	2125	2121	2121	2112	2112
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.069	2.112	1.967	2.030	1.862	1.949

Capsula No	No	PC - 61	PC - 62	PC - 63	PC - 64	PC - 65	PC - 66
Masa de la Capsula	g.	84.15	82.08	83.06	85.77	84.92	82.57
Suelo Húmedo + Capsula	g.	582.31	511.74	574.14	481.63	489.57	550.89
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	512.86	446.35	505.64	415.49	433.16	466.91
Masa del Agua	g.	69.45	65.39	68.50	66.14	56.41	83.98
Masa del Suelo Seco	g.	428.71	364.27	422.58	329.72	348.24	384.34
% de Humedad	%	16.20%	17.95%	16.21%	20.06%	16.20%	21.85%
Promedio de Humedad	%	16.20%	17.95%	16.21%	20.06%	16.20%	21.85%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.780	1.790	1.692	1.691	1.603	1.600
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.459	17.556	16.595	16.583	15.716	15.688

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	205.00	0.00	0.00	260.00	0.00	0.00	144.00	0.00	0.00
		24:00:00	236.00	0.79	0.62	300.00	1.02	0.80	210.00	1.68	1.32
		48:00:00	263.00	1.47	1.16	333.00	1.85	1.46	268.00	3.15	2.48
		72:00:00	292.05	2.21	1.74	370.00	2.79	2.20	332.00	4.78	3.76
		96:00:00	331.00	3.20	2.52	420.00	4.06	3.20	413.00	6.83	5.38

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-11				MOLDE No N-11				MOLDE No Q-11			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		22.0	1.14	0.11		11.5	0.59	0.06		4.0	0.21	0.02	
1.27	0.050	01:00		50.5	2.61	0.26		28.0	1.45	0.14		15.0	0.78	0.08	
1.90	0.075	01:30		73.5	3.80	0.37		41.0	2.12	0.21		26.5	1.37	0.13	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	97.5	5.04	0.49	7.25	58.0	3.00	0.29	4.35	36.0	1.86	0.18	
3.17	0.125	02:30		115.0	5.94	0.58		71.5	3.70	0.36		46.0	2.38	0.23	
3.81	0.150	03:00		140.0	7.24	0.71		90.0	4.65	0.46		56.5	2.92	0.29	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	184.5	9.53	0.94	8.89	118.0	6.10	0.60	5.80	75.5	3.90	0.38	
6.35	0.250	05:00		216.5	11.19	1.10		138.0	7.13	0.70		87.0	4.50	0.44	
7.62	0.300	06:00		245.5	12.69	1.24		158.0	8.17	0.80		97.0	5.01	0.49	
8.89	0.350	07:00		265.0	13.70	1.34		177.0	9.15	0.90		105.0	5.43	0.53	
10.16	0.400	08:00		284.5	14.70	1.44		189.5	9.79	0.96		112.0	5.79	0.57	
11.43	0.450	09:00		296.0	15.30	1.50		199.5	10.31	1.01		119.0	6.15	0.60	
12.70	0.500	10:00		305.0	15.76	1.55		210.5	10.88	1.07		125.0	6.46	0.63	

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Se utilizó un indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Certificado N° MT-L-02-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LICY MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 8726318

ING. ALEX LUJAN GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

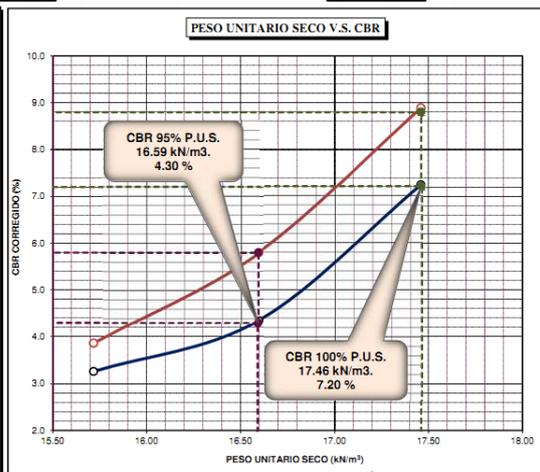
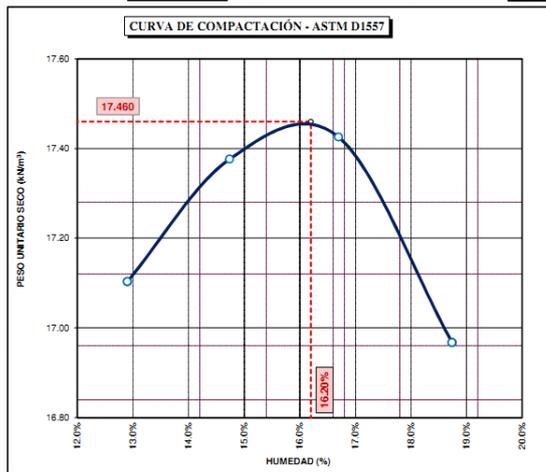
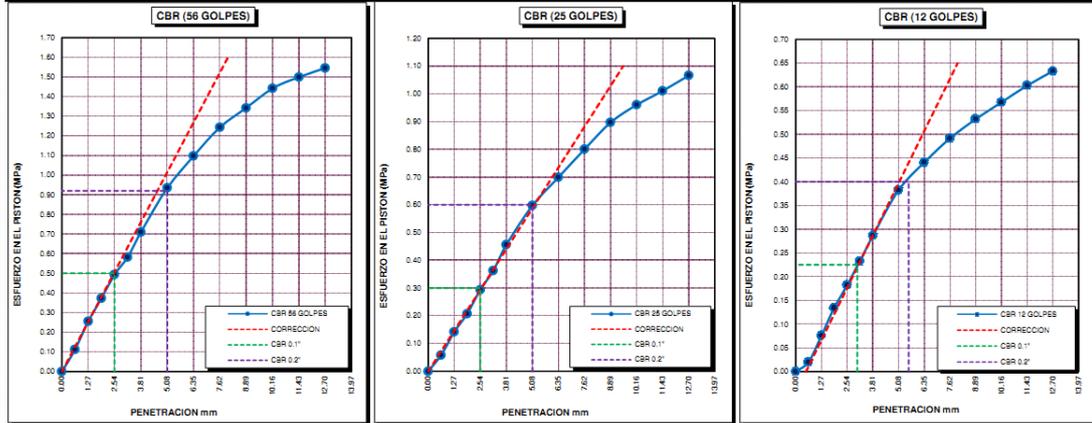
TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-011-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE	COORDENADAS
CONDICION : SUELO NATURAL		ESTE :
CALCATA : C - 03	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2"	NORTE :
PROFUNDIDAD : 0.35 - 1.25 m	CLASIF. SUELOS : A-6 (6)	COTA : m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL	NORMA : ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO : 17.46 kN/m ³	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (6)	METODO DE ENSAYO : Método "A"	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 16.59 kN/m ³	
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Arcilla arenosa de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 16.20 %	

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	7.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	8.80 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	4.30 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	5.80 %

GRÁFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado N° MT-L-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
INGENIERO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
UNI - 4736330

ING. ALEX LUJAN GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-011-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUELO NATURAL		QUITISPE
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.35 - 1.25 m	CLASIF. SUELOS	: A-6 (6)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

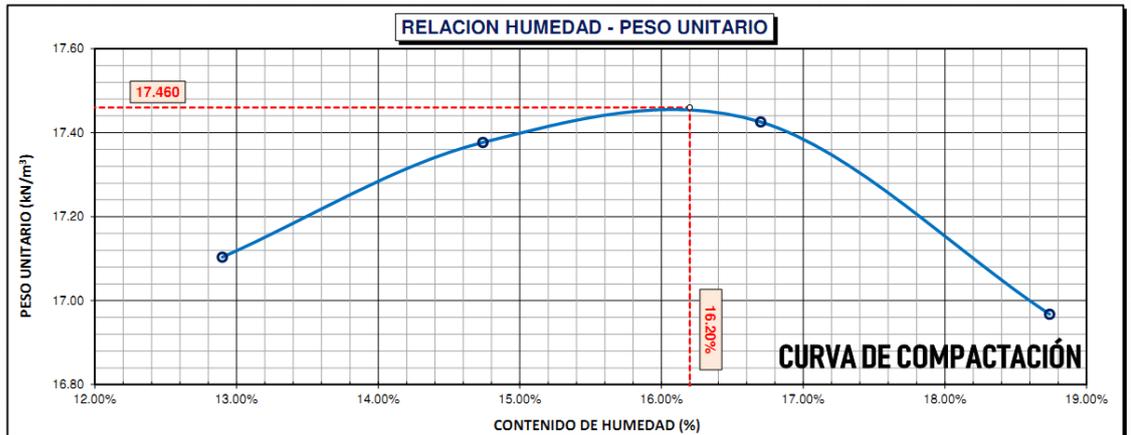
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	% Ret. Tamiz 3/4"	: 5.79 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-6 (6)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 8.46 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla arenosa de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	: 12.56 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "A"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 937 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g	5526	5586	5624	5606
Masa del Molde	g.	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1845	1905	1943	1925
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.969	2.033	2.074	2.054

Capsula No	No	TP-41	TP-42	TP-43	TP-44
Masa de la Capsula	g.	60.28	58.61	58.81	59.94
Suelo Humedo + Capsula	g.	381.22	315.12	409.83	334.18
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	344.55	282.17	359.60	290.90
Masa del Agua	g.	36.67	32.95	50.23	43.28
Masa del Suelo Seco	g.	284.27	223.56	300.79	230.96
Humedad (%)	%	12.90%	14.74%	16.70%	18.74%
Promedio de Humedad (%)	%	12.90%	14.74%	16.70%	18.74%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.744	1.772	1.777	1.730
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.10	17.38	17.43	16.97

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.780 gr/cc	: 17.460 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 16.20 %	: 16.20 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47530330

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 200176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

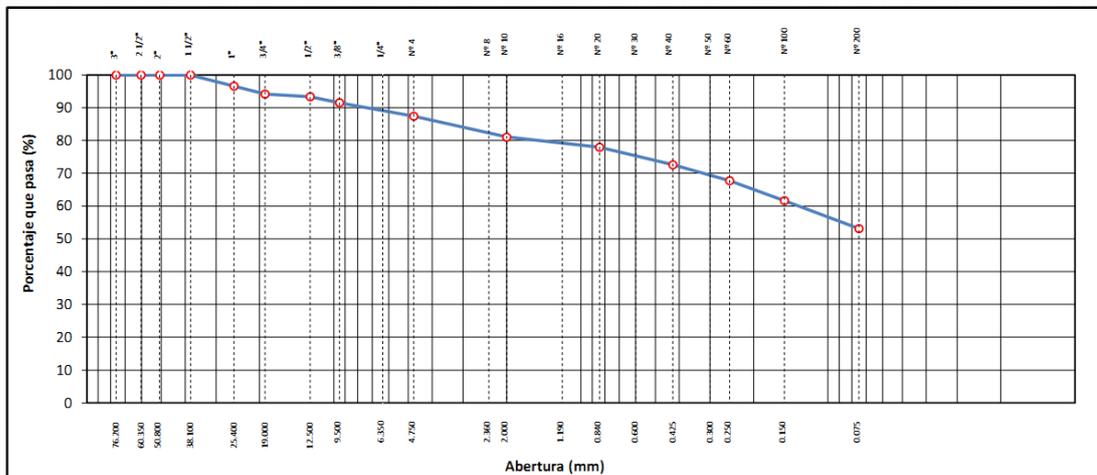
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-011-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUELO NATURAL	COORDENADAS
CALICATA	: C - 03	ESTE :
PROFUNDIDAD	: 0.35 - 1.25 m	NORTE :
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2"	COTA : m.s.n.m.
	CLASIF. SUELOS : A-6 (6)	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 927.66 gr. Peso Global : 927.66 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%) : 10.31 TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2" Límite Líquido (LL): 36.72 Límite Plástico (LP): 21.18 Índice Plástico (IP): 15.54 Clasificación (SUCS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-6 (6) Índice de Consistencia : 1.70
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.00		
1"	25.400	31.54	3.40	3.40	96.60		
3/4"	19.000	22.13	2.39	5.79	94.21		
1/2"	12.500	7.64	0.82	6.61	93.39		
3/8"	9.500	17.19	1.85	8.46	91.54		
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla arenosa de baja plasticidad Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 4	4.750	38.01	4.10	12.56	87.44		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	58.96	6.36	18.92	81.08		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	28.91	3.12	22.03	77.97		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	49.40	5.33	27.36	72.64		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	45.37	4.89	32.25	67.75		
Nº 100	0.150	56.55	6.10	38.34	61.66		
Nº 200	0.075	79.17	8.53	46.88	53.12		
< Nº 200	FONDO	492.79	53.12	100.00			CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 12.56 Arena Nº 4 - Nº 200 : 34.32 Finos < Nº 200 : 53.12 %>3" : 0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

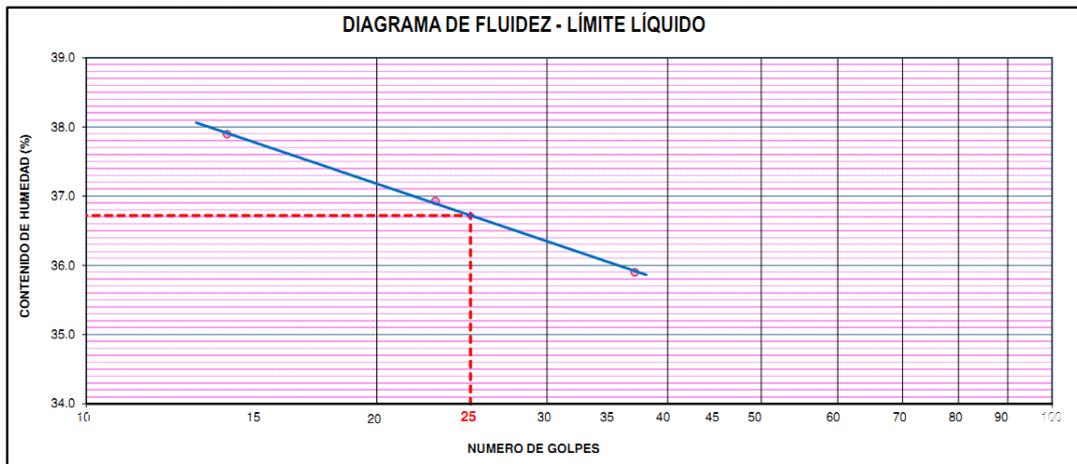
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-011-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: SUELO NATURAL
CALICATA	: C - 03
PROFUNDIDAD	: 0.35 - 1.25 m
	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2"
	CLASIF. SUELOS : A-6 (6)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 51	LC - 52	LC - 53	
PESO DE LA TARA	(g)	46.16	46.38	48.67	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	63.30	62.62	67.56	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	58.59	58.24	62.57	
PESO DE AGUA	(g)	4.71	4.38	4.99	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.43	11.86	13.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.89	36.93	35.90	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	23	37	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 54	LC - 55		
PESO DE LA TARA	(g)	48.7	46.7		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	51.78	49.57		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.24	49.07		
PESO DE AGUA	(g)	0.54	0.50		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.54	2.37		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.26	21.10		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36.72
LIMITE PLASTICO	21.18
INDICE DE PLASTICIDAD	15.54

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 UNI : 4733038

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-012-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES					
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO					
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE		
CONDICION	: BASE GRANULAR	COORDENADAS			
CALICATA	: C - 04			ESTE	:
PROFUNDIDAD	: 0.03 - 0.23 m			NORTE	:
		TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"		
		CLASIF. SUELOS	: A-1-b (0)		
		COTA	: m.s.n.m.		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	Método "C"	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 20.15 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.40 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-12	N-12	Q-12				
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12				
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1				
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1				
CONDICIONES DE LA MUESTRA		CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12435	12537	12314	12443	11144	11334
Masa del Molde	g.	7630	7630	7763	7763	6777	6777
Masa del Suelo Humedo	g.	4805	4907	4551	4680	4367	4557
Volumen del Suelo	cm ³	2118	2118	2109	2109	2136	2136
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.269	2.317	2.158	2.219	2.044	2.137
Capsula No	No	PC - 67	PC - 68	PC - 69	PC - 70	PC - 71	PC - 72
Masa de la Capsula	g.	82.49	81.85	82.17	84.61	84.32	85.50
Suelo Humedo + Capsula	g.	579.40	566.10	538.55	454.12	479.49	498.50
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	532.59	515.77	495.71	410.28	442.30	443.79
Masa del Agua	g.	46.81	50.33	42.84	43.84	37.19	54.71
Masa del Suelo Seco	g.	450.10	433.92	413.54	325.67	357.98	358.29
% de Humedad	%	10.40%	11.60%	10.36%	13.46%	10.39%	15.27%
Promedio de Humedad	%	10.40%	11.60%	10.36%	13.46%	10.39%	15.27%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.055	2.076	1.955	1.956	1.852	1.851
Peso Unitario Seco	kN/m ³	20.152	20.359	19.175	19.180	18.163	18.150

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	910.00	0.00	0.00	126.00	0.00	0.00	255.00	0.00	0.00
		24:00:00	912.00	0.05	0.04	128.00	0.05	0.04	258.00	0.08	0.06
		48:00:00	912.50	0.06	0.05	130.00	0.10	0.08	261.00	0.15	0.12
		72:00:00	913.00	0.08	0.06	132.00	0.15	0.12	263.00	0.20	0.16
		96:00:00	913.50	0.09	0.07	133.00	0.18	0.14	265.00	0.25	0.20

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No				MOLDE No				MOLDE No			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		107.5	5.55	0.54		76.5	3.95	0.39		20.6	1.07	0.10	
1.27	0.050	01:00		229.9	11.88	1.16		129.3	6.68	0.66		40.5	2.09	0.21	
1.90	0.075	01:30		399.6	20.65	2.03		189.3	9.78	0.96		50.8	2.62	0.26	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	504.7	26.08	2.56	45.65	227.8	11.77	1.15	19.57	59.4	3.07	0.30	
3.17	0.125	02:30		582.5	30.10	2.95		265.2	13.71	1.34		67.5	3.49	0.34	
3.81	0.150	03:00		651.6	33.68	3.30		295.1	15.25	1.50		77.2	3.99	0.39	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	776.5	40.13	3.94	43.48	363.7	18.79	1.84	20.29	91.7	4.74	0.46	
6.35	0.250	05:00		869.0	44.91	4.40		426.1	22.02	2.16		109.5	5.66	0.55	
7.62	0.300	06:00		960.5	49.64	4.87		485.6	25.09	2.46		120.0	6.20	0.61	
8.89	0.350	07:00		1063.5	54.96	5.39		542.8	28.05	2.75		130.5	6.75	0.66	
10.16	0.400	08:00		1127.4	58.26	5.71		573.4	29.63	2.91		142.1	7.34	0.72	
11.43	0.450	09:00		1220.9	63.10	6.19		606.4	31.34	3.07		155.2	8.02	0.79	
12.70	0.500	10:00		1307.1	67.55	6.62		640.1	33.08	3.24		159.6	8.25	0.81	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. Lic. MARY CARMEN YANA CONDY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 4736338

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

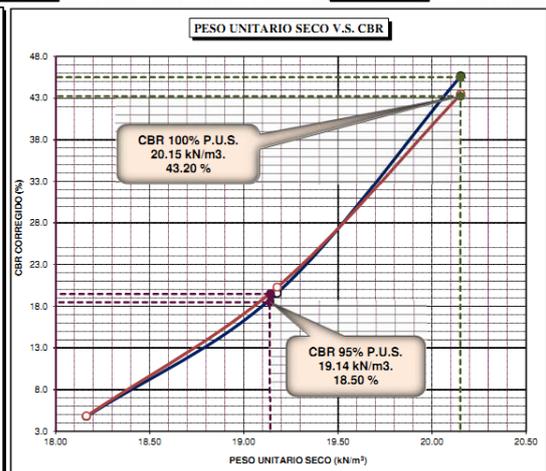
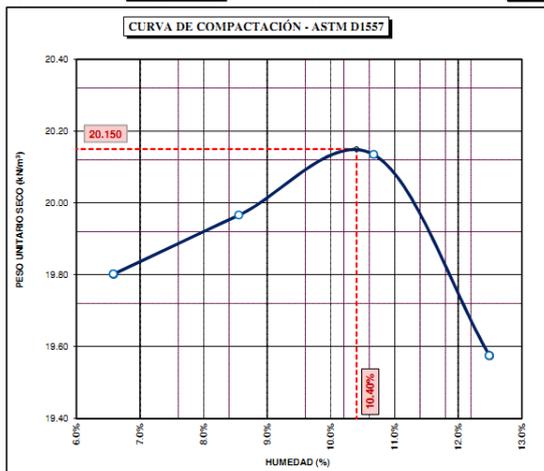
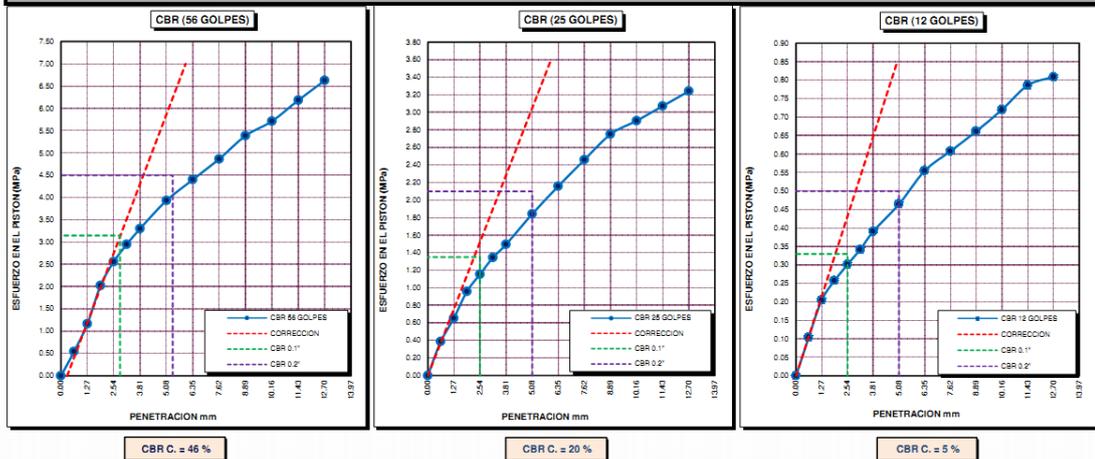
TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-012-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: BASE GRANULAR	
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.03 - 0.23 m	CLASIF. SUELOS : A-1-b (0)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA : m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 20.15 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 19.14 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.40 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	43.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	45.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	18.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	19.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
 Certificado N° MT-LL-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. L.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 67136338

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15e1)

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-009-GSC
	Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	INSPECTOR : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION : BASE GRANULAR	TAMAÑO MÁXIMO : 3 in.
CODIGO DE ENSAYO : PC - 009	PROFUNDIDAD : 14.20 cm
CALICATA : C - 04	

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6284.00	<p>FRASCO DE CRISTAL CON ARENA</p> <p>VALVULA</p> <p>CONO METALICO</p> <p>DETALLE DE LA VALVULA</p>
02 PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRIANTE	gr.	623.00	
03 PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	5661.00	
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33	
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	4003.67	
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm3	1.33	
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm3	3021.64	
08 PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	5923.00	
09 PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO	
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	5923.00	
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm3	1.96	

CONTENIDO DE HUMEDAD

12 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	322.10	375.70	OBSERVACIONES SEGUN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PROCTOR MODIFICADO. LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 48.60% DEL OPTIMO.
13 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	309.50	360.50	
14 PESO DEL AGUA	gr.	12.60	15.20	
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	59.79	60.32	
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	249.71	300.18	
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.05	5.06	
18 PROMEDIO DE HUMEDADES			5.05	
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm3		1.87	

% DE GRAVA

20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	5708.80	OBSERVACIONES CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA
21 PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1463.67	
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	25.64	
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm3	2.58	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm3	567.31	OBSERVACIONES LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02. LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MINIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	4245.13	
26 VOLUMEN DE FINOS	cm3	2454.32	
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm3	1.730	
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm3	2.055	
29 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	10.40	
30 Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31 PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	84.17	

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³))
(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° :	INV-BVQ-02/21-012-G&C
		Fecha :	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE :	BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: BASE GRANULAR		COORDENADAS
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO :	2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.03 - 0.23m	CLASIF. SUELOS :	A-1-b (0)
		ESTE :	7928
		NORTE :	7928
		COTA :	m.s.n.m.

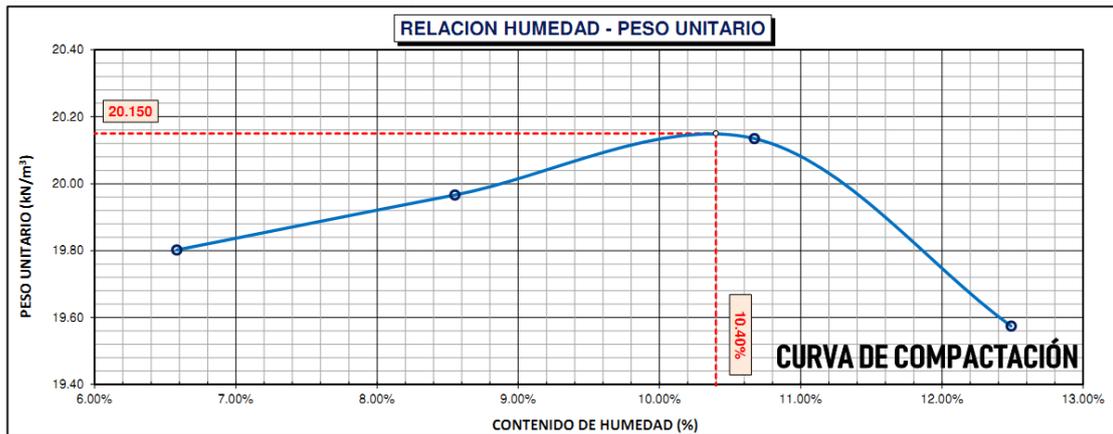
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	GC - GM	% Ret. Tamiz 3/4" :	24.80 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8" :	36.52 %
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Grava limo arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4 :	42.81 %
		METODO DE ENSAYO	Método "C"
		No DE CAPAS	05
		GOLPES POR CAPA	56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	2123 cm ³
MASA DEL MOLDE	7,928 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12497	12620	12752	12695
Masa del Molde	g.	7928	7928	7928	7928
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4569	4692	4824	4767
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.152	2.210	2.272	2.245

Capsula No	No	TP-45	TP-46	TP-47	TP-48
Masa de la Capsula	g.	61.06	59.70	57.74	60.15
Suelo Humedo + Capsula	g.	401.46	367.92	325.62	344.49
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	380.44	343.64	299.79	312.92
Masa del Agua	g.	21.02	24.28	25.83	31.57
Masa del Suelo Seco	g.	319.38	283.94	242.05	252.77
Humedad (%)	%	6.58%	8.55%	10.67%	12.49%
Promedio de Humedad (%)	%	6.58%	8.55%	10.67%	12.49%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.019	2.036	2.053	1.996
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.80	19.97	20.13	19.58

PROCTOR MODIFICADO :	ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	2.055 gr/cc	20.150 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN :	Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	10.40 %	10.40 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]
Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO EMPLEADA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136318

[Signature]
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI : 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

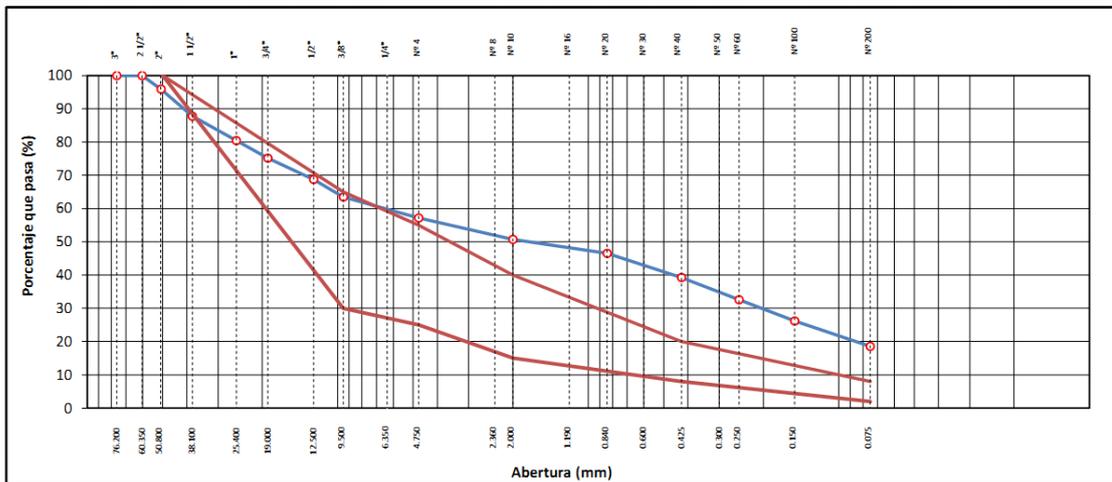
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-012-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: BASE GRANULAR		: QUISPE
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO	: 2 1/2"
PROFUNDIDAD	: 0.03 - 0.23 m	CLASIF. SUELOS	: A-1-b (0)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 9059.20 gr. Peso Fracción : 583.60 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%) : 5.05 TAMANO MAXIMO : 2 1/2" Límite Líquido (LL) : 27.63 Límite Plástico (LP) : 21.09 Índice Plástico (IP) : 6.54 Clasificación (SUCS) : GC - GM Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0) Índice de Consistencia : 3.45
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	60.350				100.00		
2"	50.800	366.47	4.05	4.05	95.95		
1 1/2"	38.100	734.26	8.11	12.15	87.85		
1"	25.400	670.74	7.40	19.55	80.45		
3/4"	19.000	475.35	5.25	24.80	75.20		
1/2"	12.500	579.04	6.39	31.19	68.81		
3/8"	9.500	482.36	5.32	36.52	63.48		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	570.29	6.30	42.81	57.19	DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO) : BUENO Descripción (SUCS) : Grava limo arcillosa con arena	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	582.96	6.44	49.25	50.75		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	381.54	4.21	53.46	46.54	Materia Orgánica : -- Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000	
Nº 30	0.600					CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
Nº 40	0.425	656.55	7.25	60.71	39.29	Grava > 2" : 4.05 Grava 2" - Nº 4 : 38.77 Arena Nº 4 - Nº 200 : 38.62 Finos < Nº 200 : 18.56 % > 3" : 0.0%	
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	605.42	6.68	67.39	32.61		
Nº 100	0.150	580.65	6.41	73.80	26.20		
Nº 200	0.075	691.79	7.64	81.44	18.56		
< Nº 200	FONDO	1681.77	18.56	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

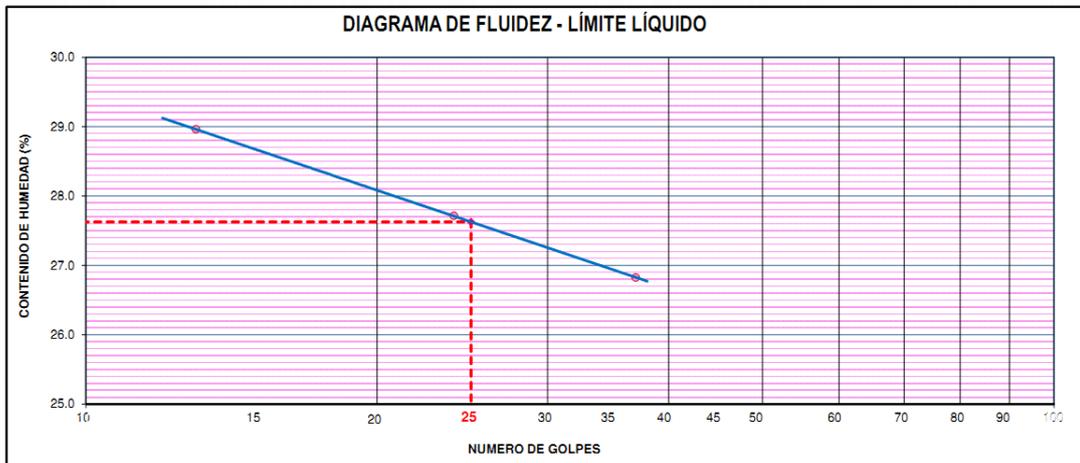
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-012-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: BASE GRANULAR
CALICATA	: C - 04
PROFUNDIDAD	: 0.03 - 0.23 m
	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
	TAMANO MÁXIMO : 2 1/2"
	CLASIF. SUELOS : A-1-b (0)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 56	LC - 57	LC - 58	
PESO DE LA TARA	(g)	46.91	47	46.2	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	61.16	61.70	60.62	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	57.96	58.51	57.57	
PESO DE AGUA	(g)	3.2	3.19	3.05	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.05	11.51	11.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.96	27.72	26.82	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	24	37	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 59	LC - 60		
PESO DE LA TARA	(g)	46.89	48.61		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	50.02	51.51		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	49.48	51.00		
PESO DE AGUA	(g)	0.54	0.51		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.59	2.39		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.85	21.34		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.63
LIMITE PLASTICO	21.09
INDICE DE PLASTICIDAD	6.54

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-013-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR	TAMANO MÁXIMO	: 3"
CALICATA	: C - 04	CLASIF. SUELOS	: A-2-6 (0)
PROFUNDIDAD	: 0.23 - 0.43 m	COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	Método "C"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-6 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.44 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-13	N-13	Q-13
NÚMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA				
	CBR	SIN SUMERGRIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGRIR
				SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12324	12373	12285	12404	10976	11148
Masa del Molde	g.	7689	7689	7913	7913	6826	6826
Masa del Suelo Húmedo	g.	4635	4684	4372	4491	4150	4322
Volumen del Suelo	cm ³	2126	2126	2113	2113	2114	2114
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.180	2.203	2.069	2.125	1.963	2.044
Capsula No	No	PC - 73	PC - 74	PC - 75	PC - 76	PC - 77	PC - 78
Masa de la Capsula	g.	84.94	84.37	84.54	82.85	85.66	86.17
Suelo Húmedo + Capsula	g.	466.87	462.12	548.12	582.44	578.77	506.35
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	432.15	424.59	505.86	524.34	533.70	451.83
Masa del Agua	g.	34.72	37.53	42.26	58.10	45.07	54.52
Masa del Suelo Seco	g.	347.21	340.22	421.32	441.49	448.04	365.66
% de Humedad	%	10.00%	11.03%	10.03%	13.16%	10.06%	14.91%
Promedio de Humedad	%	10.00%	11.03%	10.03%	13.16%	10.06%	14.91%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.982	1.984	1.880	1.878	1.784	1.779
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.436	19.459	18.441	18.419	17.492	17.448

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	115.00	0.00	0.00	332.00	0.00	0.00	611.00	0.00	0.00
		24:00:00	116.00	0.03	0.02	335.00	0.08	0.06	614.00	0.08	0.06
		48:00:00	118.00	0.08	0.06	337.00	0.13	0.10	617.00	0.15	0.12
		72:00:00	120.00	0.13	0.10	339.00	0.18	0.14	619.00	0.20	0.16
		96:00:00	121.00	0.15	0.12	341.00	0.23	0.18	621.00	0.25	0.20

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² Mpa	MOLDE No A-13				MOLDE No N-13				MOLDE No Q-13			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	88.9	4.59	0.45		11.6	0.60	0.06		20.1	1.04	0.10		
1.27	0.050	01:00	214.1	11.06	1.09		52.8	2.73	0.27		40.7	2.10	0.21		
1.90	0.075	01:30	395.1	20.42	2.00		111.4	5.76	0.56		59.5	3.07	0.30		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	616.8	31.88	3.13	60.87	169.8	8.77	0.86	18.84	75.1	3.88	0.38	5.22
3.17	0.125	02:30		823.4	42.55	4.17		228.0	11.78	1.16		89.4	4.62	0.45	
3.81	0.150	03:00		1002.3	51.80	5.08		287.2	14.84	1.46		108.7	5.62	0.55	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1294.2	66.88	6.56	70.53	392.7	20.29	1.99	22.22	142.0	7.34	0.72	6.76
6.35	0.250	05:00		1548.0	80.00	7.85		487.5	25.19	2.47		168.1	8.69	0.85	
7.62	0.300	06:00		1829.7	94.56	9.27		582.8	30.12	2.95		188.7	9.75	0.96	
8.89	0.350	07:00		2127.8	109.96	10.78		677.1	34.99	3.43		214.6	11.09	1.09	
10.16	0.400	08:00		2441.0	126.15	12.37		761.7	39.37	3.86		241.0	12.46	1.22	
11.43	0.450	09:00		2755.1	142.38	13.96		845.5	43.70	4.29		264.2	13.66	1.34	
12.70	0.500	10:00		2989.0	154.47	15.15		928.3	47.98	4.70		284.9	14.72	1.44	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado N° MT-L-025-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LIZMABY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN GENERAL

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

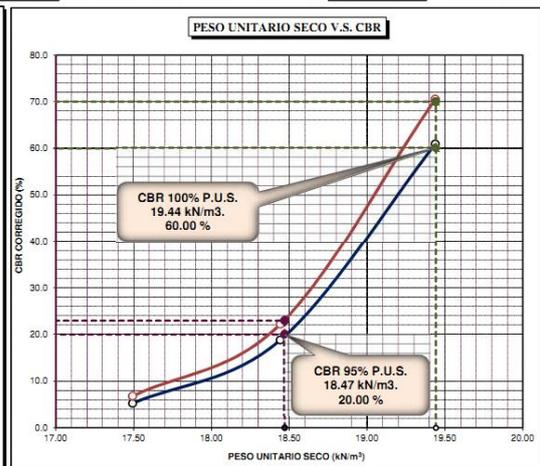
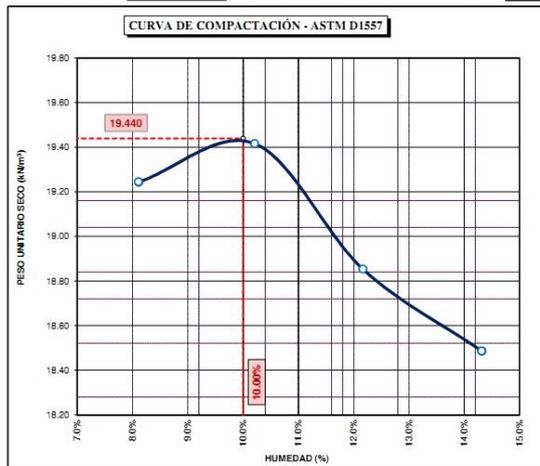
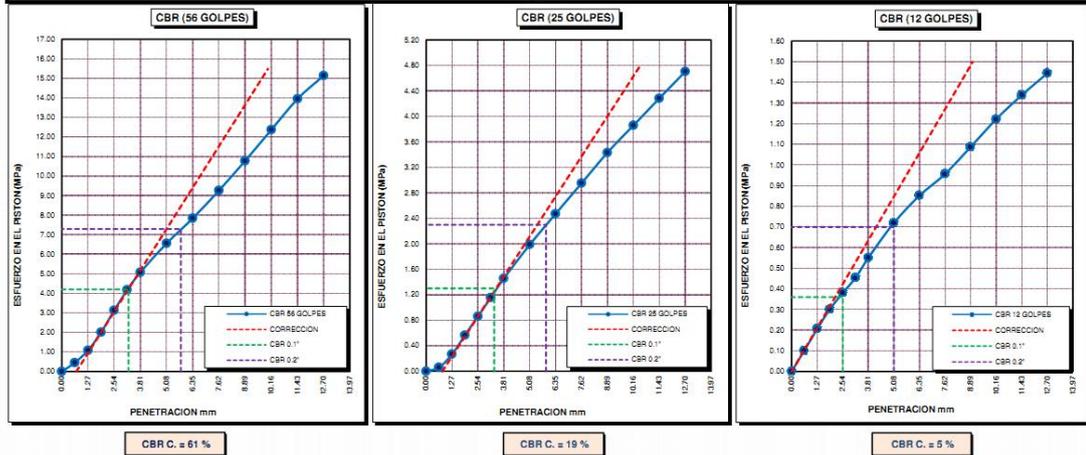
TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-013-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA : AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE	COORDENADAS ESTE : NORTE : COTA : m.s.n.m.
CONDICION : SUBBASE GRANULAR	TAMANO MÁXIMO : 3"	
CALICATA : C - 04	CLASIF. SUELOS : A-2-6 (0)	
PROFUNDIDAD : 0.23 - 0.43 m		

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM	NORMA : ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-6 (0)	METODO DE ENSAYO : Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
	PESO UNITARIO SECO : 19.44 kN/m ³
	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 18.47 kN/m ³
	HUMEDAD ÓPTIMA : 10.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	60.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	70.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	20.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	23.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES

: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Certificado N° MT-LF-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI - 4733038

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 208176

CONTROL DE COMPACTACIÓN

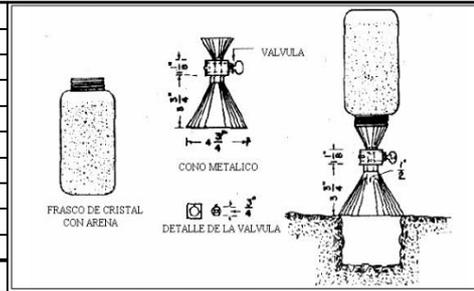
STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15e1)

PROYECTO	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	INV-BVQ-02/21-010-G&C
		Fecha	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	AV. ESTUDIANTE		
CONDICIÓN	SUB BASE GRANULAR	INSPECTOR	BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CODIGO DE ENSAYO	PC - 010	TAMAÑO MÁXIMO	3 in.
CALICATA	C - 04	PROFUNDIDAD	14.70 cm

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO - ARENA)

01	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6236.00
02	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRIANTE	gr.	465.00
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	5771.00
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1657.33
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	4113.67
06	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.33
07	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	3104.66
08	PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	6360.00
09	PESO DEL TARRO	gr.	BOLSA DE POLIETILENO
10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	6360.00
11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm³	2.05



CONTENIDO DE HUMEDAD				
12	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	375.00	344.20
13	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	356.20	327.20
14	PESO DEL AGUA	gr.	18.80	17.00
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	58.87	59.62
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	297.33	267.58
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	6.32	6.35
18	PROMEDIO DE HUMEDADES			6.34
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm³	1.93	

OBSERVACIONES

SEGÚN LAS EETT LA HUMEDAD DE TRABAJO NO DEBE VARIAR EN ± 2.0% CON RESPECTO DEL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD, OBTENIDO EN EL PROCTOR MODIFICADO.

LA MUESTRA TIENE UN CONTENIDO DE HUMEDAD QUE REPRESENTA EL 63.38% DEL ÓPTIMO.

% DE GRAVA				
20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	6028.20	
21	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	780.68	
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	12.95	CUANDO EL CONTENIDO DE GRAVA ES 5% DE LA MUESTRA COMPACTADA
23	PESO ESPECÍFICO DE LA GRAVA	gr/cm³	2.56	

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%				
24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	304.95	
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	5247.52	
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	2799.70	
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	1.874	
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	1.982	
29	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	10.00	
30	Correc. dens. Proctor (grava 40%)	-	-	
31	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	%	94.57	

OBSERVACIONES

LAS DETERMINACIONES DE LA DENSIDAD DE LA CAPA COMPACTADA SE REALIZARAN DE ACUERDO A LO INDICADO EN LA TABLA 301-02

LAS DENSIDADES INDIVIDUALES DEBERAN SER COMO MÍNIMO EL 100% DE LA DENSIDAD OBTENIDA EN EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO.



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))

(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	: INV-BVQ-02/21-013-G&C
		Fecha	: 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR		COORDENADAS
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO	: 3"
PROFUNDIDAD	: 0.23 - 0.43m	CLASIF. SUELOS	: A-2-6 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

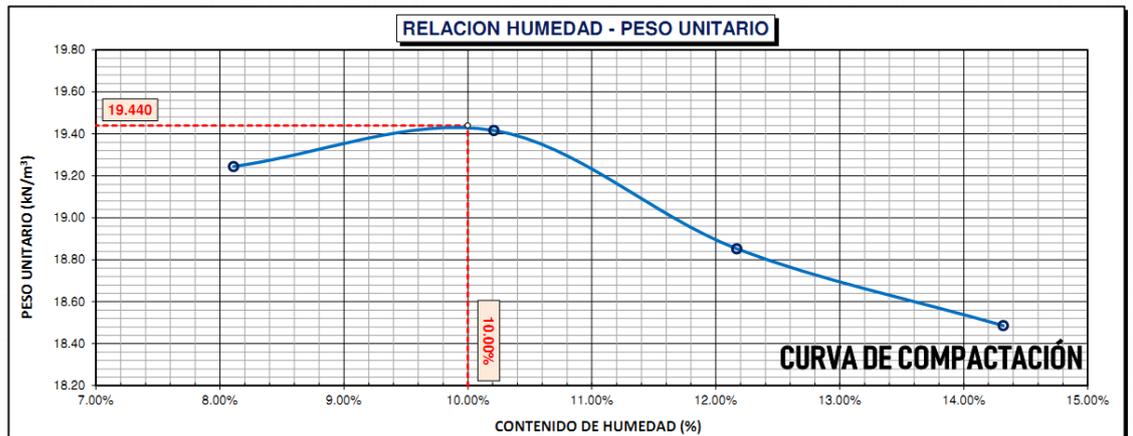
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 35.57 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-6 (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 45.11 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 50.02 %
		METODO DE ENSAYO	: Método "C"
		No DE CAPAS	: 05
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2146 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 7,913 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	12466	12596	12541	12538
Masa del Molde	g.	7913	7913	7913	7913
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4553	4683	4628	4625
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.121	2.182	2.156	2.155

	No	TP-49	TP-50	TP-51	TP-52
Capsula No					
Masa de la Capsula	g.	60.00	59.16	57.97	59.97
Suelo Humedo + Capsula	g.	403.16	374.87	370.26	354.98
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	377.42	345.62	336.38	318.03
Masa del Agua	g.	25.74	29.25	33.88	36.95
Masa del Suelo Seco	g.	317.42	286.46	278.41	258.06
Humedad (%)	%	8.11%	10.21%	12.17%	14.32%
Promedio de Humedad (%)	%	8.11%	10.21%	12.17%	14.32%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.962	1.980	1.922	1.885
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.24	19.42	18.85	18.49

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.982 gr/cc	19.440 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	10.00 %	10.00 %


OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TITULO DE ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87136738

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

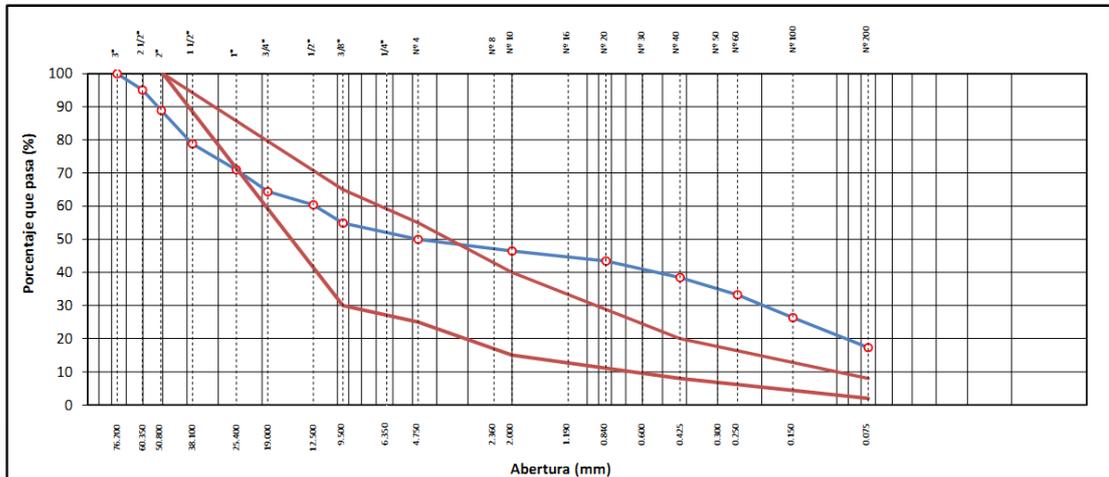
TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° :	INV-BVQ-02/21-013-G&C
		Fecha :	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE :	BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR		COORDENADAS
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO :	3"
PROFUNDIDAD	: 0.23 - 0.43 m	CLASIF. SUELOS :	A-2-6 (0)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso Inicial seco : 10557.80 gr. Peso Fracción : 709.30 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4"	101.600						
3"	76.200				100.00		Contenido de Humedad (%) : 6.32
2 1/2"	60.350	516.58	4.89	4.89	95.11		TAMAÑO MÁXIMO : 3"
2"	50.800	649.87	6.16	11.05	88.95		Límite Líquido (LL) : 35.50
1 1/2"	38.100	1067.63	10.11	21.16	78.84		Límite Plástico (LP) : 24.86
1"	25.400	829.69	7.86	29.02	70.98		Índice Plástico (IP) : 10.64
3/4"	19.000	691.96	6.55	35.57	64.43		Clasificación (SUCS) : GM
1/2"	12.500	422.79	4.00	39.58	60.42		Clasificación (AASHTO) : A-2-6 (0)
3/8"	9.500	583.62	5.53	45.11	54.89		Índice de Consistencia : 2.74
1/4"	6.350						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Nº 4	4.750	518.62	4.91	50.02	49.98		Descripción (AASHTO): REGULAR
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS): Grava limosa con arena
Nº 10	2.000	371.84	3.52	53.54	46.46		Materia Orgánica :
Nº 16	1.190						Turba : --
Nº 20	0.840	317.46	3.01	56.55	43.45		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 40	0.425	528.22	5.00	61.55	38.45		Grava > 2" : 11.05
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 : 38.97
Nº 60	0.250	546.97	5.18	66.73	33.27		Arena Nº4 - Nº 200 : 32.65
Nº 100	0.150	733.04	6.94	73.67	26.33		Finos < Nº 200 : 17.34
Nº 200	0.075	949.24	8.99	82.66	17.34		%>3" : 0.0%
< Nº 200	FONDO	1830.26	17.34	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

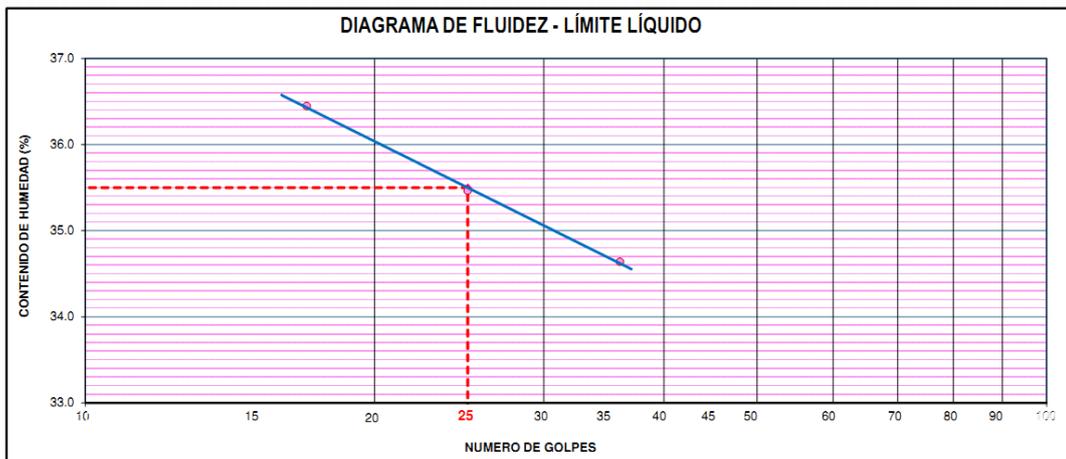
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-013-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: SUBBASE GRANULAR
CALICATA	: C - 04
PROFUNDIDAD	: 0.23 - 0.43 m
SOLICITANTE	: BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
TAMANO MÁXIMO	: 3"
CLASIF. SUELOS	: A-2-6 (0)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 61	LC - 62	LC - 63	
PESO DE LA TARA	(g)	46.88	46.34	48.69	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	63.39	65.21	62.45	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	58.98	60.27	58.91	
PESO DE AGUA	(g)	4.41	4.94	3.54	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.1	13.93	10.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.45	35.46	34.64	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	25	36	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 64	LC - 65		
PESO DE LA TARA	(g)	48.54	48.72		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	52.13	52.16		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.41	51.48		
PESO DE AGUA	(g)	0.72	0.68		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.87	2.76		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	25.09	24.64		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	35.50
LÍMITE PLÁSTICO	24.86
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.64

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTES	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N°	INV-BVQ-02/21-014-G&C
		Fecha	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDECENCIA	AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE	BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICIÓN	SUELO NATURAL	COORDENADAS	
CALICATA	C - 04	TAMANO MÁXIMO	1/4"
PROFUNDIDAD	0.60 - 1.20 m	CLASIF. SUELOS	A-6 (10)
		ESTE	
		NORTE	
		COTA	m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	METODO DE ENSAYO	Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-6 (10)	PESO UNITARIO SECO	16.10 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	HUMEDAD ÓPTIMA	20.50 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No	COD.	A-11		N-11		Q-11	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g.	12330	12422	11902	12031	10632	10805
Masa del Molde	g.	8126	8126	7911	7911	6874	6874
Masa del Suelo Húmedo	g.	4204	4296	3991	4120	3758	3931
Volumen del Suelo	cm ³	2125	2125	2121	2121	2112	2112
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	1.978	2.022	1.882	1.942	1.779	1.861
Capsula No	No	PC - 61	PC - 62	PC - 63	PC - 64	PC - 65	PC - 66
Masa de la Capsula	g.	84.15	82.08	83.06	85.77	84.92	82.57
Suelo Húmedo + Capsula	g.	533.62	595.74	581.91	551.96	602.38	609.38
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	457.15	501.60	497.08	460.76	514.49	500.94
Masa del Agua	g.	76.47	94.14	84.83	91.20	87.89	108.44
Masa del Suelo Seco	g.	373.00	419.52	414.02	374.99	429.57	418.37
% de Humedad	%	20.50%	22.44%	20.49%	24.32%	20.46%	25.92%
Promedio de Humedad	%	20.50%	22.44%	20.49%	24.32%	20.46%	25.92%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.642	1.651	1.562	1.562	1.477	1.478
Peso Unitario Seco	kN/m ³	16.100	16.192	15.315	15.323	14.486	14.496

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	310.00	0.00	0.00	188.00	0.00	0.00	125.00	0.00	0.00
		24:00:00	320.00	0.25	0.20	204.00	0.41	0.32	148.00	0.58	0.46
		48:00:00	330.00	0.51	0.40	217.00	0.74	0.58	170.00	1.14	0.90
		72:00:00	338.95	0.74	0.58	232.00	1.12	0.88	191.00	1.68	1.32
		96:00:00	352.00	1.07	0.84	252.00	1.63	1.28	216.00	2.31	1.82

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-11				MOLDE No N-11				MOLDE No Q-11			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	21.0	1.09	0.11		10.0	0.52	0.05		6.0	0.31	0.03		
1.27	0.050	01:00	46.0	2.38	0.23		23.0	1.19	0.12		14.5	0.75	0.07		
1.90	0.075	01:30	70.31 / 6.9	3.77	0.37		40.0	2.07	0.20		23.5	1.21	0.12		
2.54	0.100	02:00		4.70	0.46	7.25	54.0	2.79	0.27	4.35	33.5	1.73	0.17	2.54	
3.17	0.125	02:30		5.89	0.58		70.5	3.64	0.36		40.5	2.09	0.21		
3.81	0.150	03:00		6.82	0.67		82.0	4.24	0.42		49.0	2.53	0.25		
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	8.91	0.87	8.70	105.0	5.43	0.53	5.31	65.0	3.36	0.33	3.29	
6.35	0.250	05:00		10.28	1.01		123.5	6.38	0.63		77.0	3.98	0.39		
7.62	0.300	06:00		11.52	1.13		138.5	7.16	0.70		86.0	4.44	0.44		
8.89	0.350	07:00		12.45	1.22		155.5	8.04	0.79		94.5	4.88	0.48		
10.16	0.400	08:00		13.18	1.29		171.0	8.84	0.87		103.5	5.35	0.52		
11.43	0.450	09:00		14.01	1.37		183.0	9.46	0.93		112.0	5.79	0.57		
12.70	0.500	10:00		14.88	1.46		199.0	10.28	1.01		119.0	6.15	0.60		

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Impreso en CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S"

Certificado N° INV-14-02-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. L.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI - 47181310

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP - 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

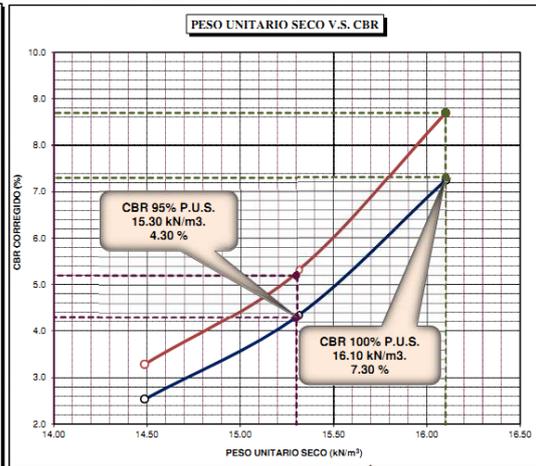
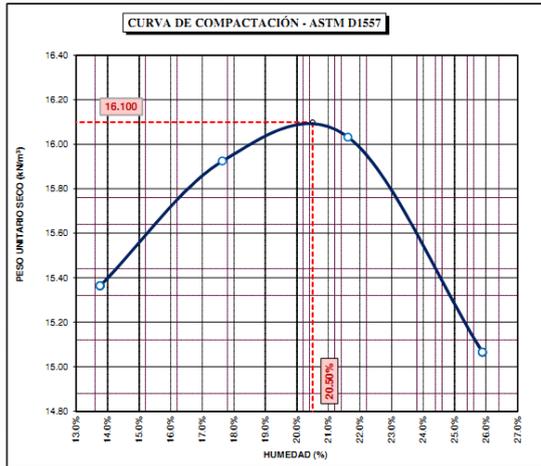
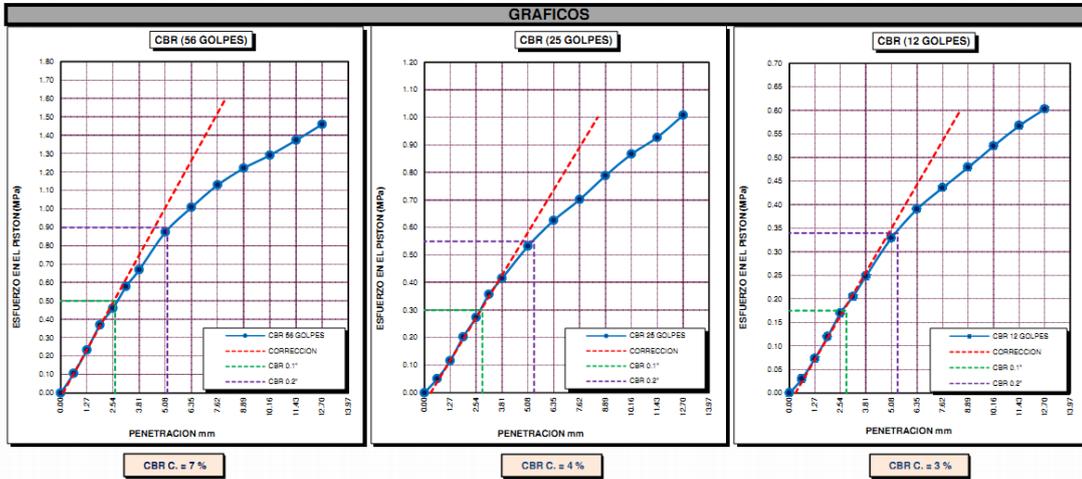
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-014-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
CONDICION	SUELO NATURAL	
CALICATA	C - 04	TAMANO MÁXIMO : 1/4"
PROFUNDIDAD	0.60 - 1.20 m	CLASIF. SUELOS : A-6 (10)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA : m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	NORMA	ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-6 (10)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arcilla arenosa de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	16.10 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	15.30 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	20.50 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	7.30 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	8.70 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	4.30 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	5.20 %



OBSERVACIONES

: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado N° MT-L-026-2020/R3288; Certificado N° MT-LF-240-2020/G&C01003

Bach. LICHMERY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4618338

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³))

(ASTM D 1557-12e1)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS : FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° :	INV-BVQ-02/21-014-G&C
		Fecha :	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE :	BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUELO NATURAL		QUISPE
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO :	1/4"
PROFUNDIDAD	: 0.60 - 1.20m	CLASIF. SUELOS :	A-6 (10)
		COORDENADAS	
		ESTE :	
		NORTE :	
		COTA :	m.s.n.m.

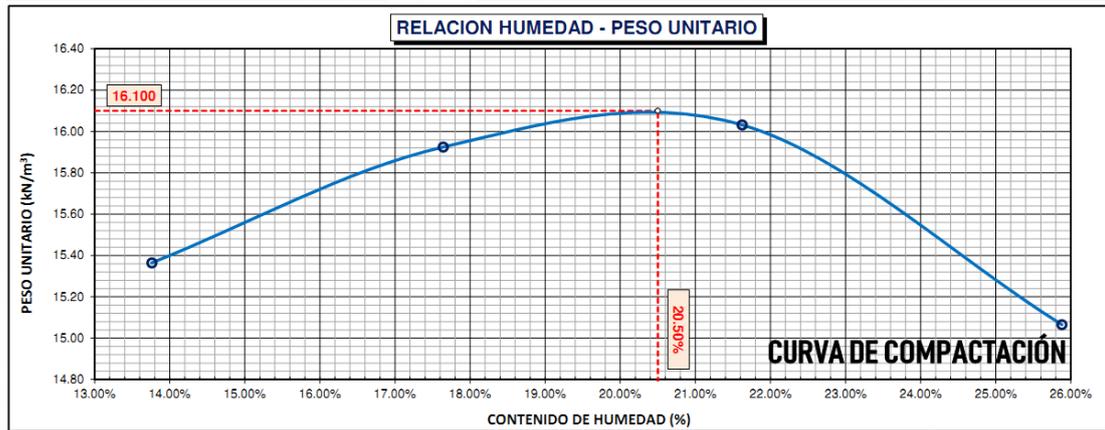
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	CL	% Ret. Tamiz 3/4" :	Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-6 (10)	% Ret. Tamiz 3/8" :	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Arcilla arenosa de baja plasticidad.	% Ret. Tamiz N°4: 4.74 %	GOLPES POR CAPA 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	937 cm ³
MASA DEL MOLDE	3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	g.	5351	5471	5544	5493
Masa del Molde	g.	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1670	1790	1863	1812
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.782	1.910	1.988	1.934

Capsula No	No	TP-53	TP-54	TP-55	TP-56
Masa de la Capsula	g.	61.22	59.02	60.91	60.04
Suelo Humedo + Capsula	g.	419.11	336.70	381.54	406.20
Masa del Suelo Seco + Capsula	g.	375.82	295.06	324.54	335.03
Masa del Agua	g.	43.29	41.64	57.00	71.17
Masa del Suelo Seco	g.	314.60	236.04	263.63	274.99
Humedad (%)	%	13.76%	17.64%	21.62%	25.88%
Promedio de Humedad (%)	%	13.76%	17.64%	21.62%	25.88%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.567	1.624	1.635	1.536
Peso Unitario Seco	kN/m ³	15.36	15.92	16.03	15.07

PROCTOR MODIFICADO :	ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.642 gr/cc	16.100 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN :	Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	20.50 %	20.50 %



OBSERVACIONES

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDOREY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
UNI - AREQUIPA

ING. ALEX LUJÁN GÓMEZ CALLA
SITE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

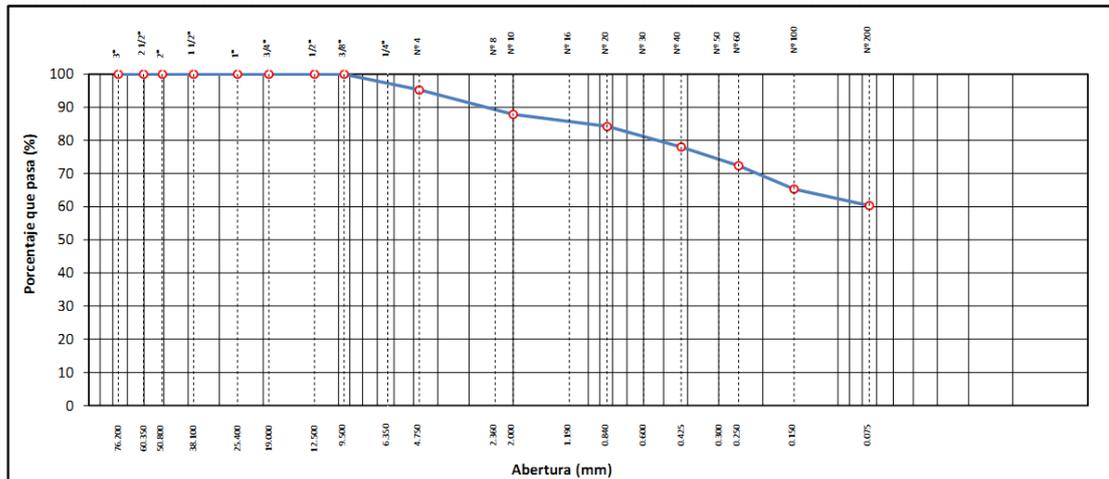
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° :	INV-BVQ-02/21-014-G&C
		Fecha :	17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE	SOLICITANTE :	BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ
CONDICION	: SUELO NATURAL		QUISPE
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO :	1/4"
PROFUNDIDAD	: 0.60 - 1.20 m	CLASIF. SUELOS :	A-6 (10)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	: m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10"	254.000						Peso inicial seco : 799.30 gr. Peso Global : 799.30 gr.
6"	152.400						
5"	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%) : 13.76 TAMANO MÁXIMO : 1/4" Límite Líquido (LL): 40.05 Límite Plástico (LP): 18.90 Índice Plástico (IP): 21.15 Clasificación (SUCS) : CL Clasificación (AASHTO) : A-6 (10) Índice de Consistencia : 1.24
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	60.350						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350				100.00		
Nº 4	4.750	37.91	4.74	4.74	95.26		DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO): MALO Descripción (SUCS): Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	58.98	7.38	12.12	87.88		Materia Orgánica Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - Nº 4 : 4.74 Arena Nº4 - Nº 200 : 34.88 Finos < Nº 200 : 60.38 %>3" : 0.0%
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	29.09	3.64	15.76	84.24		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	49.36	6.18	21.94	78.06		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	45.23	5.66	27.60	72.40		
Nº 100	0.150	56.63	7.08	34.68	65.32		
Nº 200	0.075	39.51	4.94	39.62	60.38		
< Nº 200	FONDO	482.59	60.38	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 Lic. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136318

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

 ING. ALEX LLUM GOMEZ CALLA
 JEFE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

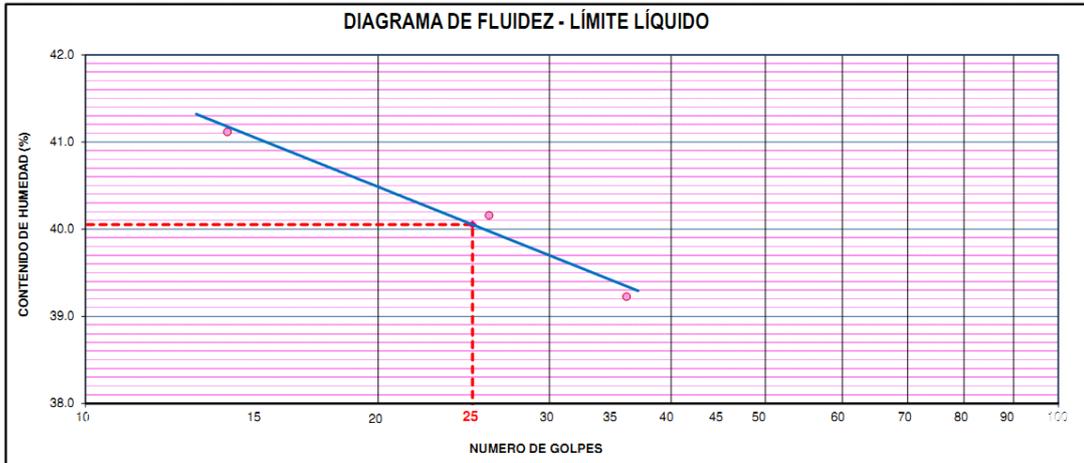
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS EN LA AV. ESTUDIANTE, PUNO - 2020	Registro N° : INV-BVQ-02/21-014-G&C
		Fecha : 17 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: C.P. SALCEDO - DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
PROCEDENCIA	: AV. ESTUDIANTE
CONDICION	: SUELO NATURAL
PROFUNDIDAD	: 0.60 - 1.20 m
	SOLICITANTE : BACH. I.C. BRUNO VELASQUEZ QUISPE
	TAMANO MÁXIMO : 1/4"
	CLASIF. SUELOS : A-6 (10)

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 66	LC - 67	LC - 68	
PESO DE LA TARA	(g)	48.64	48.68	48.59	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	65.87	66.34	68.75	
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	60.85	61.28	63.07	
PESO DE AGUA	(g)	5.02	5.06	5.68	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.21	12.6	14.48	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.11	40.16	39.23	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	36	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 69	LC - 70		
PESO DE LA TARA	(g)	48.62	48.63		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)	51.50	51.98		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)	51.04	51.45		
PESO DE AGUA	(g)	0.46	0.53		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.42	2.82		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	19.01	18.79		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	40.05
LIMITE PLASTICO	18.90
INDICE DE PLASTICIDAD	21.15

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Anexo 04: Memorias de cálculo

FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS POR UNIDAD DE PEAJE - PROMEDIO

Nº	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000	
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.99	1.0000	
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000	

FACTORES DE CORRECCIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS POR UNIDAD DE PEAJE - PROMEDIO

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
		FC	FC	FC	FC	FC	FC								
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000	
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000	
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000	
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000	
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000	
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000	

Cuadro 6.1
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Fuente: Manual de Carreteras – MTC (2013) - Pag. 75



La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.

Fuente: Manual de Carreteras – MTC (2013) - Pag. 76

TASA DE CRECIMIENTO	
TRANSITO LIGERO:	4.00%
TRANSITO PESADO:	4.00%

Cuadro 6.2
Factores de Crecimiento Acumulado (Fca)
Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Tabla D-30 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

Fuente: Manual de Carreteras – MTC (2013) - Pag. 77

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

Donde:

r = Tasa anual de crecimiento

n = Periodo de diseño

r= 4.00%

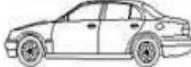
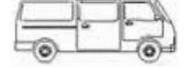
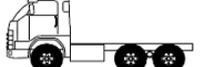
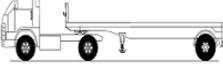
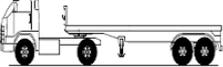
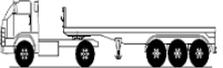
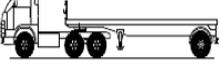
n= 10 años

Factor Fca= 12.01

ESTUDIO DE TRAFICO

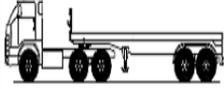
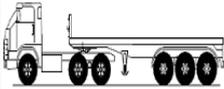
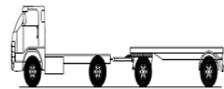
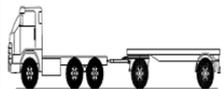
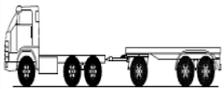
Fd x Fc
Período de Diseño
Días del Año

0.40
10 años
365

ESTACION:			PAVIMENTO FLEXIBLE					
			IMDA	Tasa de Crecimiento R	Fca	Fvp	EEdia-carril	Nrep de EE
A U T O	AUTO "M1"		659	4.00%	12.01	0.0011	0.2778	1,217.57
C A M I O N E T A S	PANEL "N1"		124	4.00%	12.01	0.0011	0.0523	229.10
	PICK UP "N2"		114	4.00%	12.01	0.0169	0.7690	3,370.03
	RURAL COMBI "M2"		604	4.00%	12.01	0.0169	4.0745	17,855.26
B U S	B2		0	4.00%	12.01	4.5037	0.0000	0.00
	B3-1		0	4.00%	12.01	2.6313	0.0000	0.00
	B4-1		0	4.00%	12.01	2.1666	0.0000	0.00
C A M I O N	C2		44	4.00%	12.01	4.5037	79.2643	347,354.35
	C3		17	4.00%	12.01	3.2846	22.3351	97,877.72
	C4		0	4.00%	12.01	2.7736	0.0000	0.00
S E M I T R A I L E	T2S1		0	4.00%	12.01	7.7419	0.0000	0.00
	T2S2		0	4.00%	12.01	6.5229	0.0000	0.00
	T2S3		2	4.00%	12.01	6.2097	4.9677	21,769.79
	T3S1		0	4.00%	12.01	6.5229	0.0000	0.00

Fd x Fc
 Período de Diseño
 Días del Año

0.40
 10 años
 365

ESTACION:			PAVIMENTO FLEXIBLE					
			IMDA	Tasa de Crecimiento R	Fca	Fvp	EEdia-carril	Nrep de EE
R	T3S2		0	4.00%	12.01	5.3038	0.0000	0.00
	T3S3		0	4.00%	12.01	4.9906	0.0000	0.00
T R A I L E R	C2R2		0	4.00%	12.01	10.9802	0.0000	0.00
	C2R3		0	4.00%	12.01	9.7612	0.0000	0.00
	C3R2		0	4.00%	12.01	9.7612	0.0000	0.00
	C3R3		0	4.00%	12.01	8.5421	0.0000	0.00
			1564	Vehiculos/día			Nrep. De EE	489,673.83

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE KM 1+225

METODO AASHTO 1993

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS - AVENIDA ESTUDIANTE, PUNO 2020
 SECCION : SECCION GENERAL FECHA : 19/02/2020

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años (t):	10
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico EE	489,673.83
c) Índice de servicialidad inicial (pi):	3.8
d) Índice de servicialidad final (pt):	2.0
e) Índice de confianza (R%):	75.00%
f) Desviación estándar normal (ZR):	-0.674
g) Error de combinación estándar (So):	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a) Modulo de Resiliencia de la Base Granular (Mr):	15,247.23 psi	CBR=80% (AASHTO: II-20, H-5)
b) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular (Mr):	20,557.67 psi	CBR=40% (AASHTO: II-20, H-5)
c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	12.30 %	
d) Modulo de Resiliencia:	12.73 ksi	
	Mr=2555 CBR ^{0.64}	Manual de Carreteras
	12,732.98 psi	

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5})}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.26	-0.17609	5.69	5.69

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

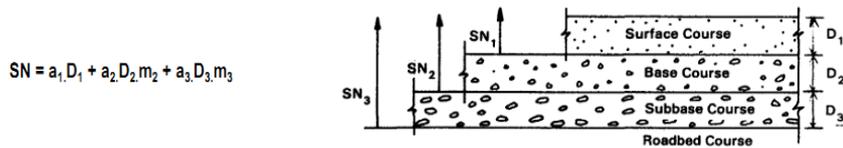
Concreto Asfáltico Convencional (a1):	0.17
Base Granular (a2 = 0.249*logMr - 0.977):	0.065
Sub-Base (a3 = 0.227*logMr - 0.839):	0.140

b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

5. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:



ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm) C.A.	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	2.26	2.29	6	20	25
2	2.26	2.29	6	20	25

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE KM 1+500

METODO AASHTO 1993

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS - AVENIDA ESTUDIANTE, PUNO 2020
 SECCION : SECCION GENERAL FECHA : 19/02/2021

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años (t):	10
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico EE	489,673.83
c) Indice de servicialidad inicial (pi):	3.8
d) Indice de servicialidad final (pt):	2.0
e) Indice de confianza (R%):	75.00%
f) Desviación estándar normal (ZR):	-0.674
g) Error de combinación estándar (So):	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a) Modulo de Resiliencia de la Base Granular (Mr):	14,147.07 psi	CBR % = 14.5
b) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular (Mr):	20,048.07 psi	CBR % = 25
c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	20.00 %	
d) Modulo de Resiliencia:	17.38 ksi	
	$Mr=2555 CBR^{0.64}$	Manual de Carreteras
	17,380.01 psi	

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\Delta PSI)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G _f	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.01	-0.17609	5.69	5.70

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

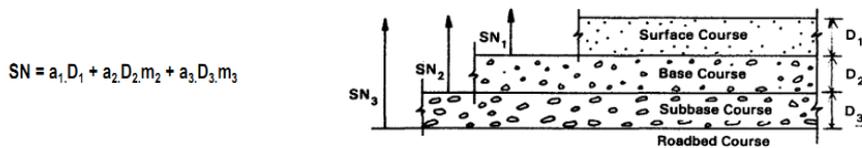
Concreto Asfáltico Convencional (a1):	0.17
Base Granular (a2 = 0.249*logMr - 0.977):	0.057
Sub-Base (a3 = 0.227*logMr - 0.839):	0.138

b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

5. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:



ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm) C.A.	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	2.01	2.04	6	20	22
2	2.01	2.20	6	20	25

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE KM 1 + 750

METODO AASHTO 1993

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS - AVENIDA ESTUDIANTE, PUNO 2020
 SECCION : SECCION GENERAL FECHA : 19/02/2021

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años (t):	10
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico EE	489,673.83
c) Indice de servicialidad inicial (pi):	3.8
d) Indice de servicialidad final (pt):	2.0
e) Indice de confianza (R%):	75.00%
f) Desviación estándar normal (ZR):	-0.674
g) Error de combinación estándar (So):	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a) Modulo de Resiliencia de la Base Granular (Mr):	20,048.07 psi	CBR % = 25
b) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular (Mr):	12,533.34 psi	CBR % = 12
c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	4.30 %	
d) Modulo de Resiliencia:	6.50 ksi	
	$Mr=2555 CBR^{0.64}$	6,498.46 psi
		Manual de Carreteras

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} (\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5})}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10} (M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.92	-0.17609	5.69	5.69

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

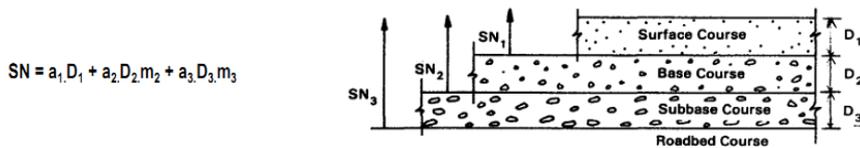
Concreto Asfáltico Convencional (a1):	0.17
Base Granular (a2 = 0.249*logMr - 0.977):	0.094
Sub-Base (a3 = 0.227*logMr - 0.839):	0.091

b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

5. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:



ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm) C.A.	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	2.92	2.95	6	25	45
2	2.92	2.95	6	25	45

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN CALIENTE KM 2 + 000

METODO AASHTO 1993

PROYECTO : CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS - AVENIDA ESTUDIANTE, PUNO 2020
 SECCION : SECCION GENERAL FECHA : 19/02/2021

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a) Periodo de diseño en años (t):	10
b) Numero de Ejes Equivalentes: Trafico EE	489,673.83
c) Índice de servicialidad inicial (pi):	3.8
d) Índice de servicialidad final (pt):	2.0
e) Índice de confianza (R%):	75.00%
f) Desviación estándar normal (ZR):	-0.674
g) Error de combinación estándar (So):	0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a) Modulo de Resiliencia de la Base Granular (Mr):	16,534.11 psi	CBR % = 18.5
b) Modulo de Resiliencia de la Sub Base Granular (Mr):	17,380.01 psi	CBR % = 20
c) C.B.R. de la Sub Rasante (%):	4.30 %	
d) Modulo de Resiliencia:	6.50 ksi	
Mr=2555 CBR ^{0.64}		Manual de Carreteras
	6,498.46 psi	

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

SN Requerido	G _t	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.92	-0.17609	5.69	5.69

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

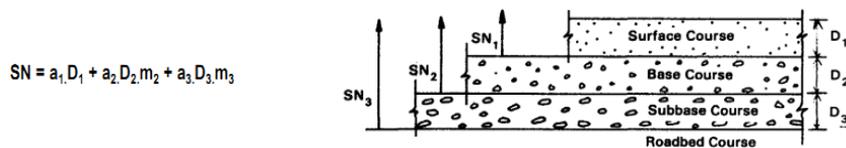
Concreto Asfáltico Convencional (a1):	0.17
Base Granular (a2 = 0.249*logMr - 0.977):	0.073
Sub-Base (a3 = 0.227*logMr - 0.839):	0.123

b COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

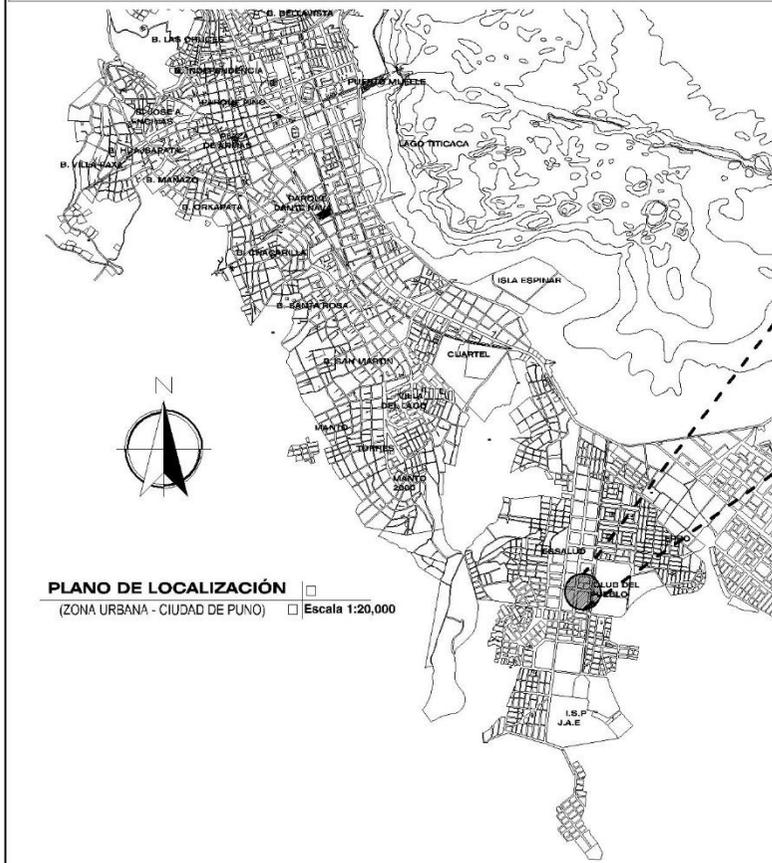
5. CALCULO DE ESPESORES DE CAPAS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO: (AASHTO: II-35)

El Número Estructural se calculará con la ecuación de diseño presentada por la AASHTO-93 se interrelacionan con los espesores de capa y drenaje según la expresión:

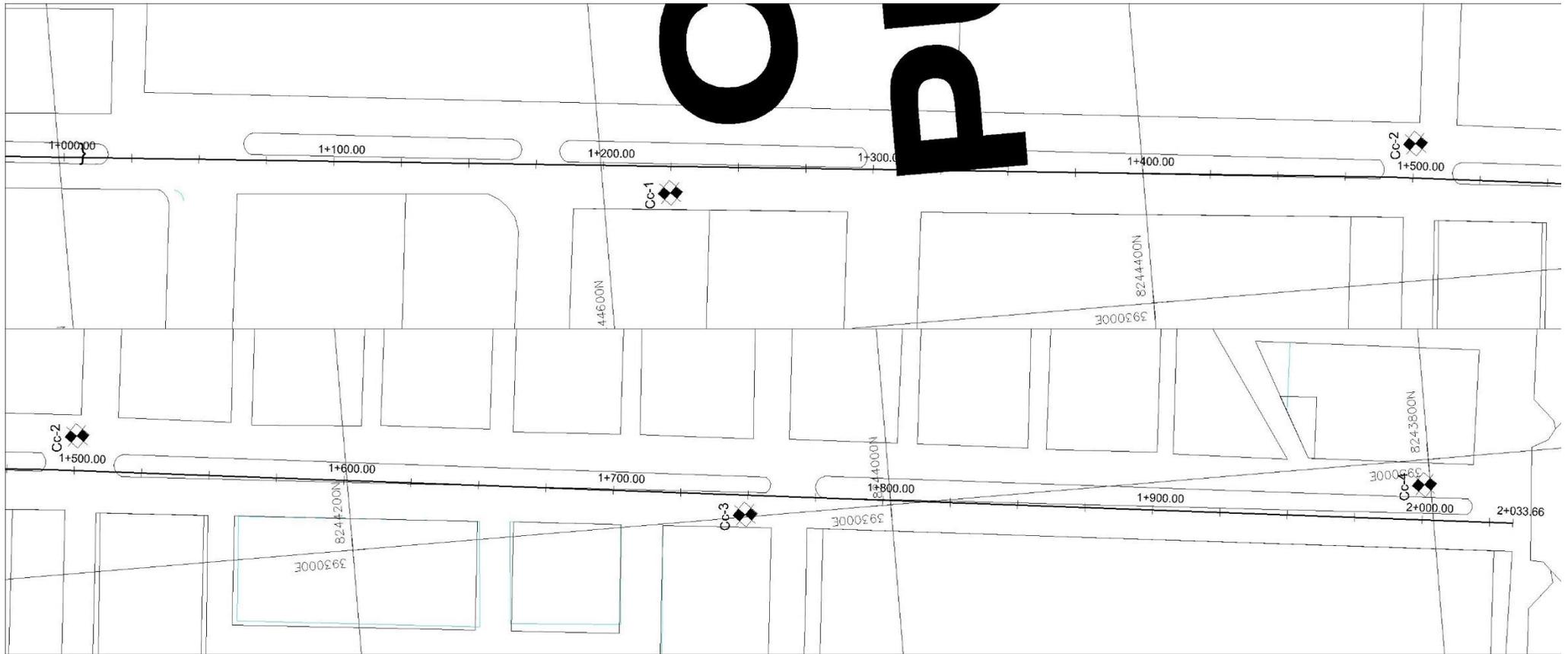


ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm) C.A.	D2(cm) Base	D3(cm) SubBase
1	2.92	2.97	6	20	41
2	2.92	2.97	6	20	41

ANEXO 05 PLANOS



 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA E.P. DE INGENIERIA CIVIL LIMA NORTE	Proyecto : "CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS - AVENIDA ESTUDIANTE, PUNO 2020"	Lámina : <h1>U-01</h1>
	Ubicación: CENTRO POBLADO DE SALCEDO - PUNO - PUNO - PUNO	Escala : 1:200
	Plano : UBICACION DE CANTERAS	Fecha : Febrero del 2020
	Autor : Bruno Glicerio Velazques Quispe TESISTA	



COORDENADAS DE CALICATAS

CALICATA	ESTE (X)	NORTE (Y)
Cc-1	393055.2807	8244575.3136
Cc-2	393050.2921	8244298.5002
Cc-3	393000.9212	8244054.0606
Cc-4	392990.8490	8243802.1771

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	Proyecto : "CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE METODOS DESTRUCTIVOS - AVENIDA ESTUDIANTE, PUNO 2020"	Lámina : U-01
	Ubicación: CENTRO POBLADO DE SALCEDO - PUNO - PUNO - PUNO	
FACULTAD DE INGENIERIA E.P. DE INGENIERIA CIVIL LIMA NORTE	Plano : UBICACION DE CALICATAS	Escala : 1:200 Fecha : Febrero del 2020
	Autor : Bruno Glicerio Velazques Quispe TESISISTA	

Anexo 06 registros fotográficos



Figura N° 01: trabajos de campo excavación de calicatas.



Figura N° 02: trabajos de campo ensayo densidad de campo.



Figura N° 03: trabajos de campo ensayo CBR in situ equipo PDC.



Figura N° 04: trabajos de campo excavación de calicatas.



Figura N° 05: trabajos de laboratorio ensayo de granulometría.



Figura N° 06: trabajos de laboratorio ensayo proctor modificado.

Los Olivos, 27 de enero del 2021

CARTA N°011-2021/EP-ING-CIV-UCV

Señor:

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DEL CENTRO POBLADO DE SALCEDO - PUNO.

De mi consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirme a usted a fin de saludarlo muy cordialmente y a la vez presentar al estudiante **VELASQUEZ QUISPE, BRUNO GLICERIO** con código de matrícula N° 7002558772 quien en el semestre académico 2020-2 se encuentra en la etapa de desarrollo de la tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, asimismo, nuestro estudiante requiere recopilación de datos en campo, el cual será para su tema de investigación que forman parte de la tesis que viene desarrollando, titulada **“CAPACIDAD RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE MÉTODOS DESTRUCTIVOS - AVENIDA ESTUDIANTE, PUNO 2020”**.

Agradezco anticipadamente su gentil atención y su apoyo a favor de nuestro estudiante.

En tal sentido, si fuera posible de remitirle la información al correo electrónico brunovelasquez.ic@gmail.com

Segura de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Cordialmente,



Mg. Doris Lina Huamán Baldeón
Coordinadora
EP de Ingeniería Civil

Yanet