



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

**CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL
CENTRO HISTÓRICO DE RIOBAMBA**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Civil

Autor:

Cristopher Paul Padilla Torres

Tutor:

Ing. Andrea Natalí Zárate Villacrés. MgSc.

Riobamba, Ecuador.2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Christopher Paul Padilla Torres, con cédula de ciudadanía 060409664-4, autor del trabajo de investigación titulado: Causas del deterioro del adoquinado existentes en el centro histórico de Riobamba, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 12 de mayo del 2023.



Christopher Paul Padilla Torres

C.I:060409664-4

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación "CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTÓRICO DE RIOBAMBA", Christopher Paul Padilla Torres, con cédula de identidad número 060409664-4, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 12 de mayo del 2023.

Angel Edmundo Paredes García, Mgs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Hernán Vladimir Pazmiño Chiluiza, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Jorge Eugenio Núñez Vivar, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Andrea Natalí Zárate Villacrés, Mgs.
TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTÓRICO DE RIOBAMBA”, presentado por Cristopher Paul Padilla Torres, con cédula de identidad número 060409664-4, bajo la tutoría de Ing. Andrea Natalí Zárate Villacrés; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 12 de mayo del 2023.

Presidente del Tribunal de Grado
Mgs. Angel Edmundo Paredes García



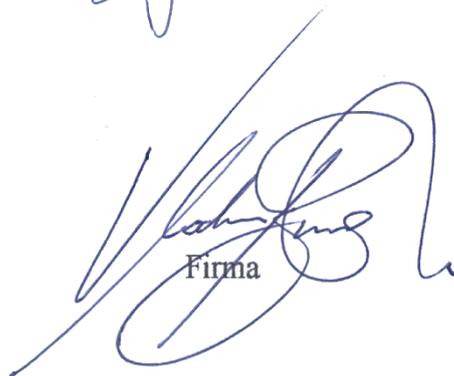
Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Mgs. Jorge Eugenio Núñez Vivar.



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Mgs. Hernán Vladimir Pazmiño Chiluiza.



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, PADILLA TORRES CRISTOPHER PAUL con CC: 060409664-4, estudiante de la Carrera de ingeniería civil, **NO VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Causas del deterioro del adoquinado existentes en el centro histórico de Riobamba**", cumple con el 1 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **urkund** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 05 de mayo de 2023

Ing. Andrea Zárate Mgs.
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado en primera instancia a Dios, quien ha sido bendecirme con virtudes positivas a lo largo de mi vida personal y profesional, a mis padres que han sabido alentarme en los momentos más difíciles de mi carrera, a mis hermanos que han estado presente en cada uno de mis logros, a mis amigos con las cuales he compartido la mayor parte del tiempo estudiantil, que día a día me han brindado su confianza, apoyo y amor incondicional.

Cristopher Paul Padilla Torres

AGRADECIMIENTO

Este proyecto de investigación es el resultado del esfuerzo conjunto de todas las personas, que de una u otra manera han colaborado con el desarrollo de esta investigación, el cual ha finalizado llenando todas las expectativas propuestas. Gracias a mi familia que ha apoyado y motivado mi formación académica a lo largo de mi vida, que siempre ha creído en mí y nunca ha dudado de mis capacidades.

A la ingeniería Andrea Zárate por la ayuda brindada para este paso fundamental en nuestra formación académica.

Cristopher Paul Padilla Torres

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	4
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL	5
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	6
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	7
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO.....	9
ÍNDICE GENERAL.....	10
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo General	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Estado del Arte.....	18
2.2 Definiciones	18
2.2.1 Pavimento.....	18
2.2.2 Características que debe tener un Pavimento.....	18
2.2.3 Clasificación del Pavimento	18
2.2.4 Pavimentos Inter trabados (semiflexible)	18
2.2.5 Subrasante	19
2.2.6 Subbase	19
2.2.7 Base.....	20
2.2.8 Cama de Arena	20
2.2.9 Arena de Sello	20
2.2.10 Confinamientos	21
2.2.11 Confinamientos Externos	21
2.2.12 Confinamientos Internos.....	21
2.2.13 Juntas.....	21
2.2.14 Adoquines	21
2.2.15 Adoquín de Inter trabados de Concreto	22

2.2.16 Consideraciones para el diseño estructural	23
2.2.17 Serviciabilidad de la Vía.....	24
2.2.18 Estudio de Suelo	25
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	26
3.1 Tipo de Investigación	26
3.2 Diseño de Investigación	27
3.2.1. Técnicas e instrumento de recolección de datos.	27
3.3 Población de estudio y tamaño de muestra	28
3.3.1 Población.....	28
3.3.2 Muestra.....	28
3.4 Operacionalización de Variables	29
3.4.1 Variable independiente y dependiente	29
3.5 Método de Análisis y Procesamientos de datos	29
3.5.1 Método de Análisis.....	29
3.5.2. Procesamiento de datos	30
3.5.2.1. Visita de campo a la zona de estudio	30
3.5.2.2. Delimitación de la zona de estudio	31
3.5.2.3. Ubicación e identificación de los puntos de muestreo	32
3.5.3. Ensayos	40
3.5.3.1 Exploración directa.....	40
3.5.3.2 Sondeo de exploración manual, Calicata.	40
3.5.3.3 Ensayo Proctor	40
3.5.3.4 Ensayo de CBR (AASHTO T193-63 y ASTM D 1883).....	41
3.5.3.5. Realización de ensayos de laboratorio	41
3.5.3.6. Contenido de humedad	42
3.5.3.7. Clasificación de Suelos.....	42
3.5.3.8. Ensayo Proctor Estándar.....	43
3.5.3.9. Realización y obtención del C.B.R de diseño	44
3.5.3.10. C.B.R de diseño.....	44
3.5.4. Limitación de la Investigación.....	44
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS.....	45
4.1.1. Evaluación de la Clasificación Serviciabilidad Presente (PSR)	45
4.1.2. Evaluación del Centro Histórico de Riobamba.....	50
4.1.2.1. Contenido de Humedad de Suelo.....	50
4.1.2.2. Ensayo para la determinación de la Granulometría Gruesa y Fina.....	52

4.1.2.3. Ensayo de Compactación.....	57
4.1.2.4. Ensayo CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California).....	61
4.2. DISCUSIÓN	69
4.2.1 Evaluación Funcional	69
4.2.3 Propuesta de Rehabilitación	70
4.2.3.1 Propuesta 1.- Reconstrucción Total.	70
4.2.3.2 Propuesta 2.- Master Emaco T 907.....	71
4.2.4 Elección de Propuestas más Viable	73
CAPÍTULO V CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	75
5.1. CONCLUSIONES	75
5.2. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Granulometría de la Arena de Cama (ASTM C33)	20
Tabla 2 Características de Base y Subbases granulares	24
Tabla 3 Ficha de Observación Método PSR	27
Tabla 4 Relación y uso del suelo de acuerdo con los valores del CBR.....	41
Tabla 5 Condición de la calzada de adoquín de piedra mediante el PSR.....	45
Tabla 6 Criterios de 4 evaluadores de la calle Analizada	45
Tabla 7 PSR Longitudinal final de la calle analizada	45
Tabla 8 Criterios de 4 evaluadores de la calle Analizada	46
Tabla 9 PSR Transversal final de la calle analizada	46
Tabla 10 Serviciabilidad de las calles del centro Histórico de Riobamba.....	46
Tabla 11 Resumen de Vías Longitudinales (PSR FINALES).....	47
Tabla 12 Resumen vías Transversales (PSR Finales)	48
Tabla 13 Contenido Promedio de Agua.....	50
Tabla 14 Contenido Promedio de Agua.....	50
Tabla 15 Contenido Promedio de Agua.....	51
Tabla 16 Contenido Promedio de Agua.....	51
Tabla 17 Contenido Promedio de Agua.....	52
Tabla 18 Granulometría Serie Gruesa-Fina	52
Tabla 19 Granulometría Serie Gruesa-Fina	53
Tabla 20 Granulometría Serie Gruesa-Fina	54
Tabla 21 Granulometría Serie Gruesa-Fina	55
Tabla 22 Granulometría Serie Gruesa-Fina	56
Tabla 23 Densidad Máxima y Humedad Óptima	58
Tabla 24 Densidad máxima y Humedad óptima	59
Tabla 25 Densidad máxima y Humedad óptima	59
Tabla 26 Densidad máxima y Humedad óptima	60
Tabla 27 Densidad máxima y Humedad óptima	61
Tabla 28 Presiones vs Penetración	61
Tabla 29 Densidad Seca vs C.B.R.....	62
Tabla 30 Presiones vs Penetración	63
Tabla 31 Densidad Seca vs C.B.R.....	64
Tabla 32 Presiones vs Penetración	64
Tabla 33 Densidad Seca vs C.B.R.....	65
Tabla 34 Presiones vs Penetración	66

Tabla 35 Densidad Seca vs C.B.R.....	67
Tabla 36 Presiones vs Penetración	67
Tabla 37 Densidad Seca vs C.B.R.....	68
Tabla 38 Datos Técnicos MasterEmaco T 907	72
Tabla 39 Presupuesto Master Emaco T907	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura Típica de un Pavimento de Adoquín	19
Figura 2 Adoquines de piedra natural.....	22
Figura 3 Secciones Transversales Típicas	23
Figura 4 Fallas de adoquinado existente calle 10 de agosto y Pedro de Alvarado; Separación de Adoquines (Izquierda), Hundimiento de Adoquines (Derecha).....	31
Figura 5 Adoquinado existente calles Juan Larrea y 10 de agosto; Hundimiento de adoquines.	31
Figura 6 Ubicación e identificación de los puntos de muestro en Centro Histórico de Riobamba.....	39
Figura 7 Método de campo para la toma de muestras inalteradas en Calicatas.....	40
Figura 8 Excavación manual para la obtención de muestras - Obtención de la calicata 1.	41
Figura 9 Muestras para determinar el contenido de Humedad- Registro de peso de las Muestras.	42
Figura 10 Muestra de la calicata 1- Registro del Peso de la calicata 1 que vamos a ensayar.	42
Figura 11 Proceso de tamizado - Lavado de la muestra, utilizando el tamiz N° 200.	43
Figura 12 Muestra para el ensayo de compactación- Cilindro utilizado en el ensayo.....	43
Figura 13 Compactación de la muestra- Registro del Peso de la muestra compactada.....	43
Figura 14 Inmersión de los cilindros en la piscina de curado	43
Figura 15 Probetas para el ensayo C.B.R.	44
Figura 16 Adoquín de Concreto (Izquierda)- adoquín de piedra (Derecha).....	44
Figura 17 Serviciabilidad de las calles Longitudinales y Transversales del Centro Histórico de Riobamba	49
Figura 18 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 1	58
Figura 19 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 2.....	58
Figura 20 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 3.....	59
Figura 21 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 4.....	60
Figura 22 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 5.....	60
Figura 23 Curva Presiones vs Penetración Muestra 1.....	62
Figura 24 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 1	62
Figura 25 Curva Presiones vs Penetración Muestra 2.....	63
Figura 26 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 2.....	64
Figura 27 Curva Presiones vs Penetración Muestra 3.....	65
Figura 28 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 3.....	65
Figura 29 Curva Presiones vs Penetración Muestra 4.....	66
Figura 30 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 4.....	67
Figura 31 Curva Presiones vs Penetración Muestra 5.....	68
Figura 32 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 5.....	68
Figura 33 Espesores de Base, Subbase y Cama de Arena.....	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar el deterioro de adoquinado existente en la ciudad de Riobamba, siendo la zona de estudio el centro histórico que contiene 103 manzanas, con el fin de conocer las características físicas de dichos suelos.

Se ejecutó una evaluación visual utilizando método de valorización de fallas PSR, con el fin de confrontar los conceptos técnicos y comparar procedimientos de evaluación y resultados de ensayos de la estructura del adoquinado, para así determinar diferencias que se derivan y que al ser aplicados pueden o no desarrollar resultados parecidos al comportamiento actual de la estructura del adoquinado.

Para su desarrollo se asignaron cinco puntos de muestreo en el mapa topográfico de la ciudad de Riobamba, los mismos que fueron asignados en las zonas del deterioro del adoquinado con una severidad denominadas levemente deteriorado, medianamente deteriorado y gravemente deteriorado.

Se realizó la extracción de muestras a profundidades de 0.50m, para realizar la clasificación de los suelos utilizando el Método SUCS, adicionalmente se ejecutaron los ensayos de Proctor Estándar y C.B.R.

Como resultado del proyecto de investigación, se concluyó que es necesario un mejor control de calidad tanto en los factores primordiales de diseño, como en el proceso de construcción y mantenimiento. Además, se observó que el deterioro del adoquinado predominante fue del 40% en calles longitudinales y transversales del 80% con severidad grave o altamente deteriorado, el C.B.R de diseño se obtuvo rangos del 44.4% , 30.90%, 61.8%, 40.2%, 44.5% para las 5 muestras estudiadas respectivamente, para un 95% de su densidad máxima de 2117 kg/m³, determinando que el material si cumple con los parámetros para subbases por el (AASHTO, 2006).

Palabras claves: deterioro, adoquinado, centro histórico, SUCS, serviciabilidad.

ABSTRACT

The objective of this research work is to analyze the deterioration of existing paving stones in the Riobamba city, the study area being the historic center that contains 103 blocks, in order to know the physical characteristics of said soils. A visual evaluation was carried out using the PSR failure assessment method, in order to confront the technical concepts and compare evaluation procedures and test results of the paving stone structure, in order to determine differences that derived and when applied was impossible develop results similar to the current behavior of the paving stone structure. For its development, five sampling points assigned on the topographic map of the Riobamba city, the same ones that assigned in the areas of paving stone deterioration with a severity called slightly deteriorated, moderately deteriorated and seriously deteriorated.

Samples extracted at depths of 0.50m, to classify the soils using the SUCS Method, additionally the Standard Proctor and C.B.R. tests were carried out. As a result of the research project, it concluded that better quality control is necessary both in the primary factors of design, as well as in the construction and maintenance process. In addition, it observed that the deterioration of the predominant paving was 40% in longitudinal and transversal streets of 80% with serious or highly deteriorated severity, the C.B.R design ranges of 44.4%, 30.90%, 61.8%, 40.2%, 44.5 obtained. % for the 5 samples studied respectively, for 95% of its maximum density of 2117 kg/m³, determining that the material does comply with the parameters for subbases by (AASHTO, 2006).

Keywords: deterioration, paving, historic center, SUCS, serviceability.



Reviewed by:
Mgs. Maritza Chávez Aguagallo
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0602232324

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

Riobamba posee una estructura arquitectónica con una historia excepcional, desde la época precolonial hasta la llegada de los españoles, que propició el nacimiento de la era republicana, marcando un punto de inflexión decisivo (Ocaña & Erazo, 2019).

En 1911, la ciudad contaba con numerosas edificaciones como edificios gubernamentales, templos, salones de actos, cuarteles, casas de administración, cárceles, funerarias, hoteles y estaciones de ferrocarril (Quezada, 2008).

En el año 2000 el Concejo Municipal dictó la Ordenanza N° 006, que establece el rumbo de las funciones del Comité del Centro Histórico y aspectos específicos tales como límites de zonificación, tipos de intervenciones, mantenimiento y conservación de edificios, los incentivos y sanciones correspondientes (Quezada, 2008).

El Centro histórico de la ciudad tiene una extensión de 103 manzanas, referenciado la construcción tradicional y contemporánea (Ocaña & Erazo, 2019).

Preservar la calidad vial en la Ciudad de Riobamba, es de suma importancia y más que eso, es responsabilidad de los ingenieros brindar métodos que permitan cumplir con esta misión; de esta manera que el presente proyecto de investigación pretende mostrar métodos de cuantificación de los deterioros superficiales existentes en el Centro Histórico, pudiendo ser aplicado a la mayoría de las calles, lo que permitirá implementar y planificar políticas de mantenimiento adecuadas.

El deterioro del pavimento puede ser causado por varios factores como el tráfico, la carga y otros. Como también depende de factores cualitativos, llamémosle el tipo de material utilizado, por lluvia e inundación; todos estos factores combinados, lo que significa que este deterioro puede conducir a un mayor deterioro, que eventualmente colapsará si no se toman las medidas correctivas adecuadas (Castro, 2003).

Sobre el deterioro del adoquinado existente en el centro histórico del cantón Riobamba los ciudadanos expresaron su inconformidad acerca de las vías, el descontento de la ciudadanía está basada en el criterio de que estas vías por años han estado sin recibir un mantenimiento adecuado por lo afecta a la economía de la zona, produciendo accidentes de tránsito y daños a los vehículos que transitan por la zona.

Para la elaboración de este proyecto se realizó el reconocimiento del sitio, en el cual se utilizó cintas, libreta de campo, cámara fotográfica; adicionalmente se identificó la diversidad de fallas en el adoquinado del Centro Histórico de Riobamba, finalmente se realizó los ensayos correspondientes para conocer las propiedades y comportamiento actual de los materiales que fueron empleados para su construcción.

Debido a la necesidad, tanto de la actualización del contenido de estudio de la estructura del adoquinado, como del manteamiento de los mismos, se plantea la elaboración de este documento el cual integre el contenido de diseño de pavimentos de adoquín, además de ser importante, tanto para estudiantes como para profesionales, por cuanto en él se plantea una propuesta de mantenimiento del adoquinado.

La implementación de este proyecto de investigación permitirá generar un sistema de manteamiento y reparación de pavimentos Inter trabados que logre alargar la vida útil de estos; pues hará que el usuario tenga comodidad y seguridad al conducir.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Determinar las fallas del adoquinado existentes en el centro histórico de la ciudad de Riobamba.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar las capas y espesores de la estructura del pavimento articulado existente en el centro histórico de Riobamba.
- Investigar el efecto del deterioro por las cargas en la capa de rodadura de los pavimentos existentes.
- Proponer alternativas de solución frente a las fallas encontradas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Estado del Arte

2.2 Definiciones

2.2.1 Pavimento

Estructura formada por un conjunto de capas relativamente horizontales, diseñadas y fabricadas con materiales adecuados y compactados. Estas estructuras, ubicadas sobre el pavimento excavado, deben soportar adecuadamente las fuerzas que actúan sobre ellas debido a las cargas de tránsito repetidas durante la vida útil para la que está diseñada la estructura del pavimento (AASHTO, 2006).

2.2.2 Características que debe tener un Pavimento

Un pavimento para desempeñar correctamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos (AASHTO, 2006):

- Ser resistente a las cargas que son causadas por acción del tránsito.
- Resistir ante los agentes de intemperismo.
- Proporciona suficiente textura superficial a la velocidad vial de diseño, ya que esto es importante para la seguridad vial. Resistencia abrasiva de la rueda.
- Brinda una superficie uniforme, tanto horizontal como verticalmente, brindando una comodidad adecuada al usuario según la longitud de onda del esfuerzo y la velocidad de desplazamiento.
- Debe ser duradero.
- Disponer de condiciones apropiadas respecto al drenaje.
- El interior del vehículo para el usuario y el ruido exterior de la carretera en el entorno circundante deben ser moderados.
- Tener el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos y garantizar la seguridad en la carretera.

2.2.3 Clasificación del Pavimento

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en:

- Pavimento Flexible (Asfáltico)
- Pavimento Rígido (Hidráulico)
- Pavimento Semirrígido (Compuesto)
- Pavimentos Semiflexibles (Adoquinado)

2.2.4 Pavimentos Inter trabados (semiflexible)

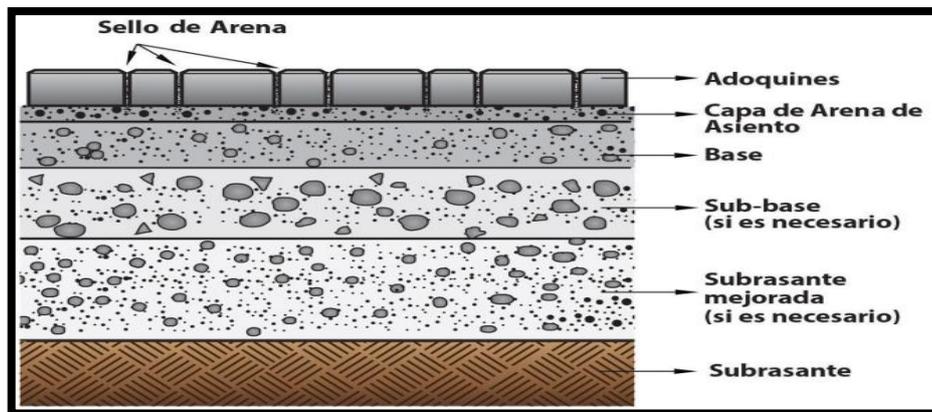
Los pavimentos Inter trabados son estructuras que consisten en varias capas de diferentes materiales incrustados en el suelo natural.

Los materiales de cada capa se seleccionan generalmente considerando su disponibilidad y costo (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales-CE.010: Pavimentos, 2010).

El espesor de cada capa de pavimento depende del volumen de tráfico que manejará el pavimento durante el período de diseño, la capacidad portante del suelo y los materiales de

construcción de estas capas; deben ser de buena calidad para que el pavimento aguante el peso del vehículo durante un tiempo sin deformarse ni desgastarse.

Figura 1 Estructura Típica de un Pavimento de Adoquín



Fuente: (Instituto del cemento y del Concreto en Guatemala, ICCG)

2.2.5 Subrasante

Es el nivel inferior del pavimento paralelo a la pendiente. La humedad de compactación no deberá exceder $\pm 2\%$ del óptimo contenido de humedad a fin de lograr los porcentajes de compactación. También se deberá comprobar la compactación requerido será del 95% de su máxima densidad seca teórica Proctor modificado en suelos granulares y del 95% de su máxima densidad seca teórica Proctor Estándar en suelos finos. Se tolera hasta dos puntos porcentuales menos, en cualquier caso (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas–Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

2.2.6 Subbase

Los materiales de subbase deben ser pétreos o granulares y de características uniformes, libres de materia orgánica u otros elementos objetables. El material de sub-base se extenderá en capas de 10 a 15 cm de espesor, medido después de la compactación (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas–Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

“La capa granular entre la base del pavimento flexible y la base granular se denomina subrasante y suele ser la capa que se colocará junto al pavimento rígido” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013).

Po tanto la subbase es la capa de material establecido en el subsuelo cuyo propósito es repartir las cargas uniformemente sobre la subrasante.

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana Vial la subbase debe cumplir con las siguientes condiciones (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013):

- Desgastes 50% máximo.
- $IP < 6$.
- $LL \leq 25$ máximo.
- $CBR \geq 30$.

2.2.7 Base

La base poseerá una densidad uniforme en toda su extensión y profundidad y este requisito se observará de manera especial en las zonas cercanas a las estructuras de confinamiento, sumideros, cajas de inspección, etc. Donde el proceso de compactación es más difícil de llevar a cabo (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

La superficie de la base, evaluada con una regla de 3m, sobre una línea que no esté afectada por cambios de pendiente en la vía, no se separará de la regla más de 10 mm (1 cm).

2.2.8 Cama de Arena

El espesor de la cama de arena no deberá ser mayor a 40 mm ni menor de 25 mm después de la compactación de los adoquines Inter trabados de concreto. La cama de arena deberá tener la graduación mostrada en la tabla 01. Según NTE CE.010 Pavimentos Urbanos en los Pavimentos de Bloques Inter trabados (Adoquines) de Concreto Hidráulico.

Estos materiales deberán cumplir los requisitos indicados en las siguientes Tablas (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

Tabla 1 Granulometría de la Arena de Cama (ASTM C33)

MALLA	% PASA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (N° 4)	95 - 100
2,36 mm (N° 8)	85 - 100
1,18 mm (N° 16)	50 - 85
600 µm (N° 30)	25 - 60
300 µm (N° 50)	10 - 30
150 µm (N° 100)	02 - 10
75 µm (N° 200)	00 - 01

Fuente: (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010)

2.2.9 Arena de Sello

La arena para el sellado de las juntas en adoquines nos provee trabazón vertical y transferencia de corte debido a las cargas. Puede ser ligeramente más fina que la cama de arena. La gradación de este material puede tener un máximo de 100% pasando la malla N° 16 (1,18 mm) y no más de 10 % pasando la malla N° 200 (75 µm) (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

2.2.10 Confinamientos

Son elementos complementarios que limitan todo pavimento Inter trabado. Estos proporcionan resistencia lateral al pavimento para que estos bajo la acción de una carga, como frenadas, aceleraciones o cualquier descomposición horizontal de una fuerza, tenga un movimiento lateral nulo (Adalberto, 2005).

2.2.11 Confinamientos Externos

El confinamiento exterior está formado por todos los elementos que actúan como enlace con el adoquinado y puede ser un pedestal, un bordillo en la zona verde o un alambre continuo con otro tipo de adoquinado (Adalberto, 2005).

2.2.12 Confinamientos Internos

Estos son elementos de recubrimiento de adoquines, como cajas de prueba, sumideros y cunetas. No es obligatorio realizar cordones de confinamiento interno en grandes superficies, sino solo cuando haya cambios bruscos de nivel. Es el caso de que la pendiente sea mayor al 9% se harán cada 100m en carreteras o en las intersecciones de las vías (Adalberto, 2005).

2.2.13 Juntas

Las juntas deben diseñarse y construirse cuidadosamente para asegurar un buen comportamiento. Con excepción de las juntas de construcción, las cuales dividen el trabajo de pavimentación en tramos de espesor consistentes con el equipo de pavimentación, las juntas se usan para mantener los esfuerzos dentro de los límites seguros y para prevenir la formación de grietas irregulares (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

Los adoquines deben estar colocados en la disposición planeada y con suficiente ancho de junta de al menos (3 – 5mm). Para el rejuntado se debe aplicar preferentemente que sea de arena limpia, sobre todo sin arcillas. El material de rejuntado debe introducirse con escoba. El material debe ser estable a la filtración hacia el lecho y con granulometría adecuada al ancho de la junta, nunca el árido de más grosor será mayor que el ancho de la junta. Se debe rellenar hasta el borde de la junta.

2.2.14 Adoquines

2.2.14.1 Adoquín de Piedra natural

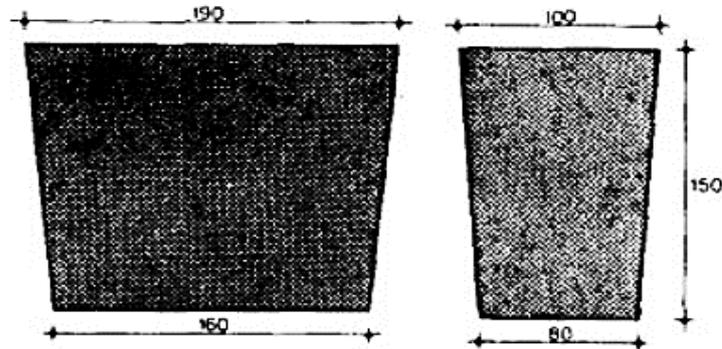
Desde tiempo los romanos la piedra natural se ha venido empleando en el revestimiento de suelos y escaleras, en interiores y exteriores. La piedra por sus características siempre es aprovechada para la construcción de pavimentos y revestimientos de obras más importantes de la arquitectura (Salguero, 2013).

Por sus propiedades, la piedra natural posee propiedades de resistencia y durabilidad que la hacen apta para proyectos de alta exposición a la intemperie y/o con alto tránsito, tales como entradas a edificios públicos, pasillos, escaleras, etc.

La piedra natural posee larga duración técnica (más de ochenta años), y a su bajo costo de limpieza y conservación, se muestra como una ventaja muy rentable al cabo de pocos años.

Para la elaboración de adoquines la piedra natural son piezas en forma de tronco de pirámide con la base mayor plana. Las dimensiones son las acotadas en la figura con tolerancias ± 10 mm.

Figura 2 Adoquines de piedra natural



Fuente: (Salguero, 2013)

Las características que presentan los adoquines de piedra natural son (Salguero, 2013):

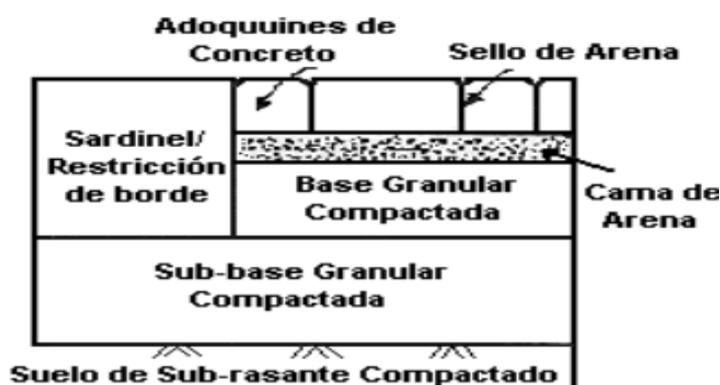
- Resistente a los agentes atmosféricos. Es por lo tanto adecuado para exteriores, pero se recomienda un espesor de placa > 30 mm.
- La resistencia a compresión del granito es como media de 1300 kgf/cm^2 .
- Resistencia al deslizamiento, depende principalmente del acabado.
- Resistente al agua. Es apropiado para locales húmedos.
- Resistente al fuego.
- Resistente a los siguientes agentes químicos:
 - ❖ Aceites y grasas animales y vegetales, Ácidos orgánicos e inorgánicos diluidos, Alcalis diluidos, Disolventes, Sales.

2.2.15 Adoquín de Inter trabados de Concreto

Los pavimentos de adoquines Inter trabados se realizan de tal manera que las cargas verticales de los vehículos se transmitan a los adoquines Inter trabados adyacentes por corte a través de la arena de sello de las juntas.

En la figura 3 se observa las secciones transversales de pavimentos de adoquines Inter trabados. En la figura 3(a), tanto la base como la subbase están compuestas de materiales granulares. También se pueden usar estabilizadas con asfalto o cemento, como se muestra en la figura 3(b). Existe la limitación a lo largo de los bordes de los pavimentos de adoquines Inter trabados de concreto para prevenir el movimiento de las unidades debido a las fuerzas del tráfico. Estos movimientos pueden ocasionar la abertura de las juntas y la pérdida de trabazón entre los elementos.

Figura 3 Secciones Transversales Típicas



Fuente: (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

2.2.16 Consideraciones para el diseño estructural

2.2.16.1 Generalidades

El diseño estructural del pavimento de concreto entretejido se basa en una evaluación de cuatro factores que interactúan. Estos factores son: tráfico, medio ambiente, resistencia del suelo de subrasante y materiales de la estructura del pavimento. La selección de los parámetros requerido para el análisis y diseño es responsabilidad del PR (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

2.2.16.2 Subrasante

La subrasante juega un papel importante en la determinación del espesor total de la estructura del pavimento de hormigón entre capas. Se realizará ensayos de laboratorio del módulo resiliente o de la Relación Soporte de California (CBR) en suelos típicos de subrasante para evaluar su resistencia. Los ensayos deberán tener condiciones de campo más probables de densidad y humedad, que se pronostican durante la vida de diseño del pavimento (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

2.2.16.3 Materiales del Pavimento

El comportamiento del pavimento con el adoquín revestido depende del engrane entre los elementos individuales. Al aplicar una carga, la transferencia de corte entre las unidades permite que la carga sea distribuida en una mayor área. Donde exista tráfico vehicular se recomienda un espesor mínimo de adoquín de concreto de 60 mm y un patrón de colocación en forma de espiga.

El espesor de la cama de arena no deberá ser mayor a 40 mm ni menor de 25 mm después de la compactación de los adoquines Inter trabados de concreto. La cama de arena deberá tener la graduación mostrada en la tabla 1.

La arena para el sellado de las juntas entre adoquines Inter trabados provee trabazón vertical y transferencia de corte debido a las cargas. La granulometría de este material puede tener un máximo de 100% pasando la malla N° 16 (1.18 mm) y no más de 10% pasando la malla N°200 (75 µm).

Los adoquines Inter trabados y la cama de arena combinándoles se rigidizan cuando están expuestos a un gran número de cargas de tráfico. A diferencia del asfalto, los adoquines Inter trabados de concreto no disminuyen su módulo elástico cuando se incrementa la temperatura, ni se vuelven quebradizos en climas fríos.

Tabla 2 Características de Base y Subbases granulares

Características de Base y Subbases granulares		
	Base Granular	Subbase Granular
CBR (Mínimo)	80%	30%
Índice Plástico	≤ 6	≤ 6
Límite Líquido	≤ 25	≤ 25
Compactación (densidad AASHTO T-180)	No < 100%	NO < 100%
Espesores mínimos (mm)	100 para EAL < 500000 150 para EAL ≥ 500000	100

Fuente: (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

- Se usa una base tratada con asfalto, el material deberá cumplir las especificaciones de un concreto asfáltico de graduación densa, bien compactado, es decir una estabilidad Marshall de por lo menos 1800 libras (8000N).
- El material de base tratada con cemento deberá tener una resistencia a la compresión no confinada a los 7 días de por lo menos 650 psi (4.5 MPa).
- El espesor mínimo de los sustratos impregnados de asfalto y cemento es de 75 mm y 100 mm, respectivamente.

2.2.17 Serviciabilidad de la Vía

2.2.17.1 PSR (Present Serviciability Rating)

Se originó en la búsqueda de un valor para medir la serviciabilidad para esto se seleccionan usuarios que conforman un panel evaluador, cada usuario al transitar por la vía expresa su opinión propia y subjetiva acerca de la calidad de la capa de rodado. Se calificará del 0 al 5 el pavimento, teniendo como parámetros 5 muy bueno y 0 muy malo. Por supuesto, si el usuario observa una fisura o deterioro del pavimento sin darse cuenta de la deformación, la clasificación se degrada (AASHTO, 2006).

Calificación		Descripción
Numérica	Verbal	
5 - 4	Muy Bueno	Solo los pavimentos nuevos o casi nuevos son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en su categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4 - 3	Bueno	Los pavimentos de esta categoría si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", pero entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. En pavimentos flexibles pueden comenzar a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria.
3 - 2	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades. Los defectos superficiales pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento.
2 - 1	Malo	Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito. Pueden tener grandes baches y grietas profundas. Incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos y ocurre en un 50% o más de la superficie.
1 - 0	Muy malo	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas.

Fuente: Tomado de (AASHTO, 2006)

2.2.18 Estudio de Suelo

En nuestro ecosistema existe diversos tipos de suelos, por esta razón la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos para su clasificación. La necesidad y uso estos métodos tienen su propio campo de aplicación.

En la actualidad los sistemas más requeridos para la clasificación de suelos son el de la American Association Of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Unified Soil Clasification System o también conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) (AASHTO, 2006).

2.2.18.1 Clasificación de Suelos (SUCS).

Prueba de clasificación de Suelos esta estandarizado como la Norma ASTM D 2487-93. Este sistema fue propuesto en 1942 por Arturo Casagrande como una modificación y ajuste más general del sistema de clasificación propuesto por él. Esta clasificación divide los suelos en (ASTM D-2487, 2017):

- Suelos de grano grueso.
- Suelos de grano fino.
- Suelos orgánicos.

Distinga los suelos de grano grueso de los suelos de grano fino tamizando el material a través del tamiz número 200.

Los suelos grandes corresponden a los suelos retenidos en un determinado tamiz, y los suelos finos corresponden a los que pasan por ellos, por lo que un suelo se considera grande si más del 50% de su grano queda retenido en el tamiz 200 y el suelo se considera fino si más del 50 % de sus partículas son más pequeñas que el tamiz especificado.

Los símbolos de cada grupo constan de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son abreviaturas de los nombres en inglés de los seis tipos principales de suelo (arena, aluvial, arcilla, grava, suelo orgánico de grano fino y turba), mientras que los sufijos indican la división dentro de estos grupos.

2.2.18.2 Suelos Gruesos

Estos suelos se dividen en gravas (G) y arena (S), y se separan con el tamiz N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava sin más del 50% retiene el tamiz N° 4 y pertenecerá al grupo arena en caso contrario.(ASTM D-2487, 2017)

2.2.18.3 Suelos Finos

El sistema unificado de clasificación considera a los suelos finos divididos en tres grupos: limos inorgánicos (M), limo (C) arcillas (O) orgánico. A su vez, cada uno de estos suelos se dividió por puntaje de rendimiento en dos grupos con LI = 50% límite. Si el límite del suelo es menor de 50, se agrega la letra L (baja plasticidad) al símbolo general. Si es mayor a 50 se añade la letra H (alta plasticidad). (ASTM D-2487, 2017)

De este modo obtenemos los siguientes tipos de suelos:

GM: Grava bien graduada, grava fina a gruesa, GP: Grava pobremente graduada, GM: Grava limosa, GC: Grava arcillosa, SW: Arena fina a gruesa, SP: Arena pobremente graduada, SM: Arena limosa, SC: Arena arcillosa, ML: limo, CL: arcilla, OL: Limo orgánico, acilla orgánica, MH: Limo de alta plasticidad, limo elástico, CH: Arcilla de alta plasticidad, OH: Arcilla orgánica, limo orgánico, Los suelos altamente orgánicos como las turbas se designan con el símbolo (Pt).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA.

3.1 Tipo de Investigación

Se detalla a continuación el tipo de metodología a seguir para el desarrollo de la presente investigación:

Fase Documental: El estudio es documental ya que para llevarlo a cabo necesariamente se usa diferentes tipos de documentos como son las normas, que ayudan a la identificación e interpretación de los datos y requisitos de diseño que serán la base para el desarrollo adecuado de la investigación.

Fase Descriptiva: Fase donde se definen los procedimientos para evaluar las causas del deterioro del adoquinado existentes en el centro histórico de Riobamba.

Fase de Campo: Aplicada a cada una de las vías longitudinales como transversales del centro histórico, en donde se recopiló datos reales para obtener el estado actual del deterioro del adoquinado existente.

Fase Exploratoria: Se realizaron varias visitas de monitoreo minucioso in situ de la todas las vías longitudinales y transversales que conforman el centro histórico, para obtener información

del estado físico en el que se encuentran. Además, se realizaron diferentes ensayos de laboratorio para determinar las causas que ocasionan el deterioro del adoquinado existentes.

Fase Evaluativa: Fase donde se evalúa los resultados encontrados de la condición funcional y estructural de las vías longitudinales y transversales del centro histórico de Riobamba.

Fase Concluyente: Al finalizar la investigación se determinará las diferentes causas que ocasionan el deterioro en los adoquines existentes en el centro histórico de Riobamba, para poder recomendar una propuesta adecuada de reparación o mantenimiento y evitar la aparición de nuevas fallas prolongando la vida útil de los adoquines existentes.

3.2 Diseño de Investigación

La presente investigación tiene el propósito de determinar las causas del deterioro del adoquinado en el centro histórico de Riobamba, para ello se fundamentará como investigación documental, descriptiva, campo, exploratoria y evaluativa.

3.2.1. Técnicas e instrumento de recolección de datos.

a) Técnicas:

En la presente investigación para determinar las fallas del adoquinado existente en el centro histórico de Riobamba empleamos:

- Ficha de Observación Método PSR
- Recolección del registro fotográfico.

Tabla 3 Ficha de Observación Método PSR

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE:				
FECHA:		Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR:
		Ciudad: Riobamba		
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1				
2				
3				
4				
			PROMEDIO GENERAL	PSR=

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres.

b) Instrumentos:

- Cámara Fotográfica.
- Libreta de apuntes.
- Cinta.
- Flexómetro.
- Odómetro.
- Equipo de seguridad industrial (chalecos reflectivos, cascos, conos y triángulos de seguridad).

3.3 Población de estudio y tamaño de muestra

3.3.1 Población

La población que se tiene es finita, ya que se tiene conocimiento del número de elementos que la integran. El marco muestral será la longitud de las calles del centro histórico de la ciudad de Riobamba son 103 manzanas.

3.3.2 Muestra

Los cálculos serán en base al método estadístico de Población Infinita ya que no se cuenta con el número exacto de una población desconocida.

$$n = \frac{Z^2 * P * Q}{e^2}$$

Donde:

n: es el tamaño de la muestra y el valor necesario.

e: se considera el error de estimación y muestreo (1%, 2%, 3%, 4%, 8%) a mayor error probable, menor tamaño de la muestra.

P&Q: se refiere al procedimiento del evento a medir. Se define como el porcentaje de personas que responde a una u otra alternativa.

Z: valor teórico aplicado que representa el nivel de confianza.

$$n = \frac{Z^2 * P * Q}{e^2}$$
$$n = \frac{0.95^2 * 0.46 * 0.46}{0.2^2}$$
$$n = 4.77 \leftrightarrow \mathbf{5 \text{ Muestras}}$$

Mediante un seccionamiento dividimos en 4 partes toda el área 103 manzanas que corresponde al Centro Histórico de Riobamba, por lo cual obtuvimos las 5 muestras que debemos ensayar, las muestras se escogieron dependiendo de su severidad (Grave, Media, Leve) y así podemos tener un dato certero de cómo está el deterioro del adoquinado por cada seccionamiento del centro histórico.

3.4 Operacionalización de Variables

3.4.1 Variable independiente y dependiente

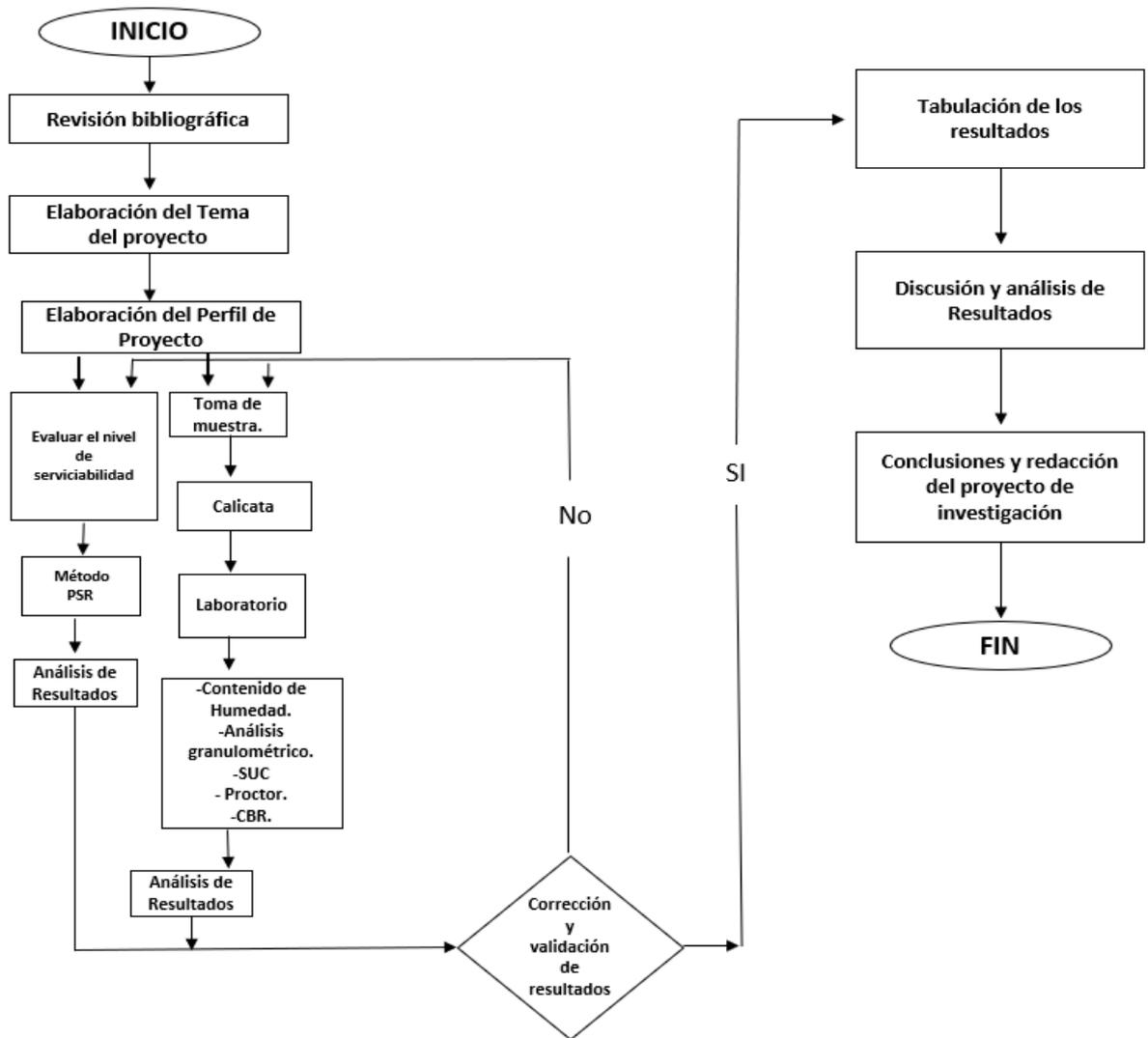
VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIONES	ÍTEM
INDEPENDIENTE			
Análisis de capas y espesores de la estructura del pavimento articulado existente.	<ul style="list-style-type: none"> · Materiales utilizados en su construcción. · Procesos Constructivos. 	<ul style="list-style-type: none"> · Accidentes de tránsitos 	¿Cuál es el deterioro actual?
Condiciones de drenaje y evacuación de agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> · Agentes ambientales (estados del clima). · Subrasante inestable. · Drenaje y evacuación de agua superficial. 	Mantenimiento de las calles longitudinales y transversales de centro Histórico de Riobamba.	¿Cuál es el costo beneficio de las calles longitudinales y transversales del centro Histórico?
DEPENDIENTE			
Deterioro del adoquinado existente en el centro histórico de Riobamba.	<ul style="list-style-type: none"> · Causas del deterioro por las cargas de rodadura de los pavimentos existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> · Datos in situ del deterioro actual. · Ensayos. · Planos 	¿Cuál es el porcentaje del deterioro actual?

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres.

3.5 Método de Análisis y Procesamientos de datos

3.5.1 Método de Análisis

Como ya se mencionó anteriormente los métodos de pruebas convencionales y alternativas se realizarán de acuerdo con las normas ASTM. Para mayor comprensión de lo antes expuesto se presenta el siguiente cuadro:



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres.

3.5.2. Procesamiento de datos

3.5.2.1. Visita de campo a la zona de estudio

Se realizó un recorrido de campo por todo el centro histórico de Riobamba midiendo anchos, largos de calle. También se procedió a tener un registro fotográfico detallado de cada calle tanto longitudinal como transversal de las diferentes fallas del adoquinado que se encontraron como se puede evidenciar (Anexo 1).

- **Sentido Longitudinal**

Figura 4 Fallas de adoquinado existente calle 10 de agosto y Pedro de Alvarado; Separación de Adoquines (Izquierda), Hundimiento de Adoquines (Derecha).



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

- **Sentido Transversal**

Figura 5 Adoquinado existente calles Juan Larrea y 10 de agosto; Hundimiento de adoquines.



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

3.5.2.2. Delimitación de la zona de estudio

Una vez realizado el recorrido y tomado el mapa topográfico del centro Histórico de la ciudad de Riobamba y las respectivas fallas del adoquinado existente se procedió a la realización de las respectivas hojas de campo para cada uno de los sentidos de las calles longitudinales como trasversales.

Estas hojas de campo se realizaron para cada calle tanto en sentido trasversal como longitudinal como se puede evidenciar en el Anexo 2. Por medio de estas fallas encontradas en el adoquinado existentes procedemos a identificar los puntos más problemáticos para poder analizar las muestras propuestas en esta investigación.

3.5.2.3. Ubicación e identificación de los puntos de muestreo

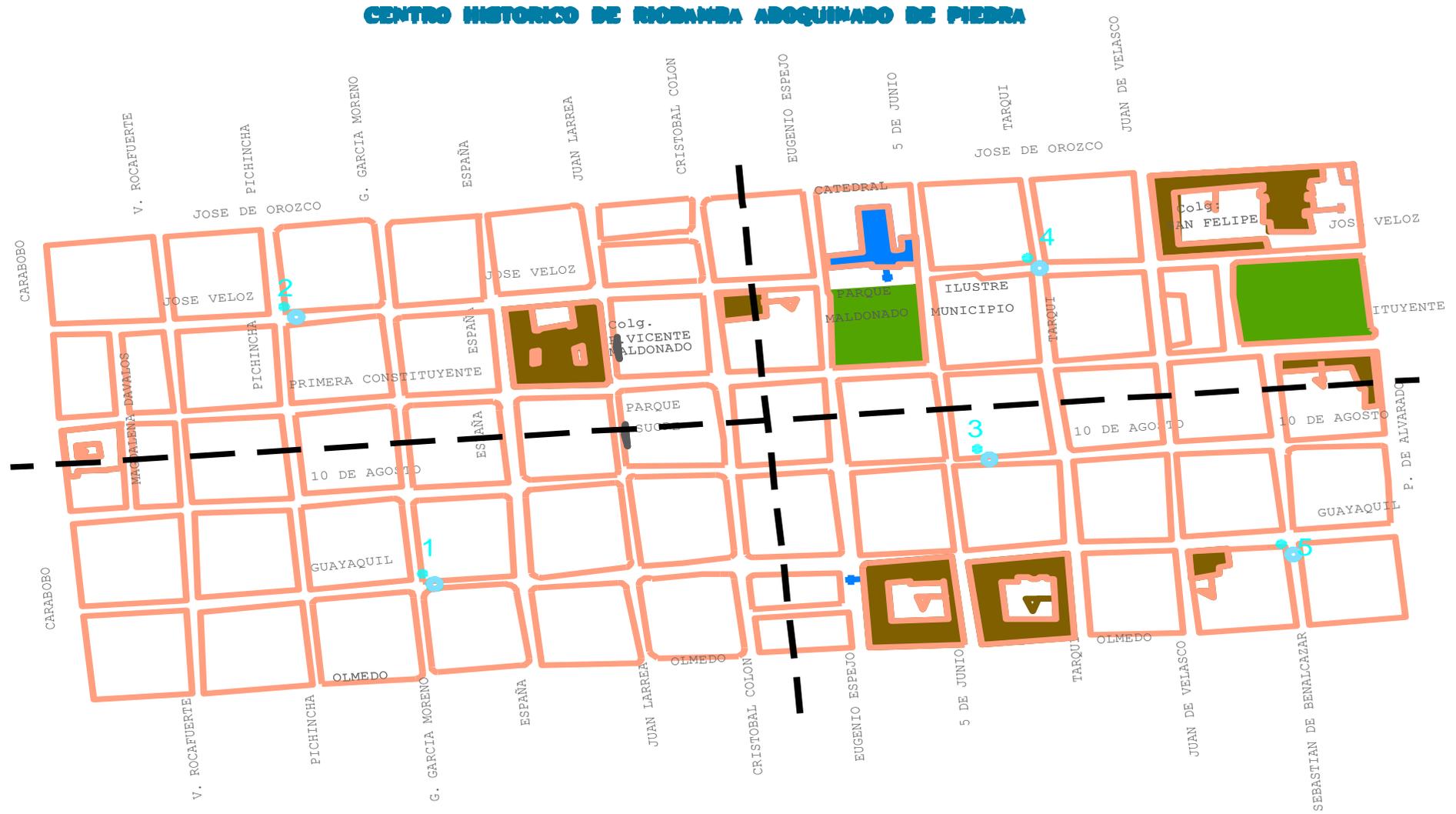
Por medio de registro fotográfico y de igual manera las hojas de campo nos dan una guía en donde se encuentran las zonas más graves el deterioro del adoquinado.

También empleamos el método PSR que nos permite conocer la serviciabilidad de la calzada de adoquín tanto de piedra como de concreto es ahí que podemos comprobar los resultados tanto con las hojas de campo como aplicando el método PSR, de esta manera determinamos el deterioro del adoquín existente en las calles longitudinales y transversales del centro histórico.

Mediante el apoyo de la dirección de Patrimonio del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Riobamba se pudo realizar el muestreo en el centro histórico.

Por lo tanto, revisando los puntos más problemáticos llegamos a un número de 5 muestras repartidas mediante el seccionamiento del área del centro histórico de Riobamba los cuales podemos observar en la Figura 6.

Figura 6 Ubicación e identificación de los puntos de muestreo en Centro Histórico de Riobamba.



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

3.5.3. Ensayos

3.5.3.1 Exploración directa

Dependiendo del tipo de material encontrado, se puede utilizar cualquier método de investigación directa, encuesta, muestreo reconocido en la práctica, por ejemplo (Código de la Construcción del Ecuador, 2015):

- Calicatas o trincheras.

3.5.3.2 Sondeo de exploración manual, Calicata.

Esta es la mejor manera de detallar el suelo en capas. Además de excavaciones manuales a cielo abierto, se pueden tomar muestras inalteradas de bloque de gran calidad, realizando su extracción de acuerdo con el procedimiento en la figura 8. Las muestras deben sellarse con parafina para preservar su humedad natural. Se debe tener cuidado para evitar el derrumbe de la excavación y ninguna excavación sin soporte (o hundimiento en la pendiente) debe exceder los 1,2 m. Además, se deben realizar pruebas de clasificación de suelos para determinar las propiedades indicadoras de los geomateriales, es decir, Se realizan pruebas de laboratorio en muestras de cambio de cada variación de material geotextil (Normas de Construcción Ecuatorianas, 2015).

Figura 7 Método de campo para la toma de muestras inalteradas en Calicatas



Fuente: Tomado de (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).

3.5.3.3 Ensayo Proctor

Compactación del suelo Proctor estándar (densidad máxima – humedad óptima) según la Norma (ASTMD-698, 2003).

Este ensayo Proctor sirve para determinar la relación entre la densidad seca máxima y el óptimo contenido de humedad (ASTMD-698, 2003).

La energía de compactación corresponde a la fórmula:

$$E_c = \frac{W * h * N * n}{V}$$

Donde:

W = peso del martillo, h = altura de caída del martillo, N = número de capas, n = número de golpes por capa, V = volumen del molde.

3.5.3.4 Ensayo de CBR (AASHTO T193-63 y ASTM D 1883).

Este ensayo es parte fundamental para el diseño de pavimentos flexibles, debido a que determina la capacidad de soporte del suelo establecido en la resistencia a la penetración, y nos genera una valoración de la calidad de terreno de las capas de un pavimento flexible cuyas capas son: subrasante, subbase base (ASTMD-1883, 2016).

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en la muestra patron}} * 100$$

Tabla 4 Relación y uso del suelo de acuerdo con los valores del CBR

% CBR	CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DEL SUELO	USO
2-5	Muy mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante
8-20	Regular - Buena	Subrasante
20-30	Excelente	Subrasante
30-60	Buena	Subbase
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Fuente: (AASHTO,1993).

3.5.3.5. Realización de ensayos de laboratorio

Para la obtención de muestras , una vez identificado el punto, se procedió a la excavación manual de la calicata, retirando los adoquines existentes, llegando a la profundidad de 0.50 m se realiza la extracción de la primera muestra, una cantidad aproximada de 30 kg almacenada en sacos de hule a fin de que se conserve la humedad in situ, la cual será sometida a ensayos de laboratorio para determinar su contenido de humedad natural, ensayos de clasificación para determinar el tipo de suelo, Proctor Estándar y C.B.R.

Figura 8 Excavación manual para la obtención de muestras - Obtención de la calicata 1.



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Cada muestra extraída debe contar con su respectiva etiqueta de identificación, la misma que constará de datos como: número de calicata, profundidad de extracción, ubicación y si es el caso alguna observación adicional.

El desarrollo de los ensayos de laboratorio se los ejecuto considerando las normas pertinentes para cada ensayo, las cuales describen el proceso de ejecución.

3.5.3.6. Contenido de humedad

Se determinó el contenido de humedad de las muestras obtenidas a la profundidad (Fig. 9), es importante conocer la cantidad de agua presente en la masa de suelo ya que se puede estimar su posible comportamiento y el tratamiento a priori que se le debe dar, pues un suelo con contenido de humedad natural próximo al límite es casi seguro que se trate de un suelo sensitivo. Los resultados obtenidos se encuentran en: (Anexo 5).

Figura 9 Muestras para determinar el contenido de Humedad- Registro de peso de las Muestras.



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

3.5.3.7. Clasificación de Suelos

Para la ejecución de este ensayo se ha aplicado el método mecánico, realizando primeramente la eliminación de material fino que pasa a través del tamiz N° 200 mediante el lavado de la muestra (Fig.11). Los resultados se muestran en el (Anexo 5).

Figura 10 Muestra de la calicata 1- Registro del Peso de la calicata 1 que vamos a ensayar.



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 11 Proceso de tamizado - Lavado de la muestra, utilizando el tamiz N° 200.



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

3.5.3.8. Ensayo Proctor Estándar

Se aplica este ensayo para determinar la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo de suelos (Fig.13 a la Fig.15). Los resultados se muestran en el (Anexo 6).

Figura 12 Muestra para el ensayo de compactación- Cilindro utilizado en el ensayo



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Figura 13 Compactación de la muestra- Registro del Peso de la muestra compactada



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Figura 14 Inmersión de los cilindros en la piscina de curado



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

3.5.3.9. Realización y obtención del C.B.R de diseño

Se emplea este ensayo para determinar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante tomados a la profundidad de 0.50m, cabe recalcar que para la ejecución de este ensayo fueron indispensables los resultados de la densidad seca máxima y el óptimo contenido de humedad del ensayo de compactación (Fig.15). Resultados del ensayo C.B.R se encuentran en el Anexo 7.

Figura 15 Probetas para el ensayo C.B.R.



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

3.5.3.10. C.B.R de diseño

El C.B.R de diseño es un valor determinado a partir de todos aquellos valores que se obtuvieron en una misma zona de estudio, considerando el tipo de tráfico que circulan en las futuras obras de adoquinado. Los resultados se encuentran en el Anexo 10.

3.5.4. Limitación de la Investigación

En esta investigación se tuvo la limitación de no poder ocupar el PDC (Cono Dinámico de Penetración) por motivo que para la extracción no se podía superar el metro de altura porque existen tuberías de cemento para el alcantarillado y agua en todo el centro histórico de Riobamba. Se procedió a pedir los planos de agua potable y alcantarillado en el EMAPAR, pero esta información no es precisa ya que el sistema de alcantarillado y agua potable tiene más de 100 años de su construcción, por lo que se optó por realizar mediante el sondeo manual de calicatas respetando que no se dañen los adoquines de piedra y los adoquines de concreto (Fig. 19;20).

Figura 16 Adoquín de Concreto (Izquierda)- adoquín de piedra (Derecha).



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Evaluación de la Clasificación Serviciabilidad Presente (PSR)

Empleamos el método de Clasificación Serviciabilidad Presente (PSR) que nos permite medir la serviciabilidad de las calles de adoquín realizando el estudio in situ de todas las calles longitudinales y transversales del centro histórico.

Para poder aplicar el método PSR para esta investigación se empleó 4 criterios técnicos dos ingenieros y dos personas naturales, se utilizó un vehículo con velocidad de 40 km/h realizando el recorrido dos veces por cada calle estudiada, cada evaluador tiene una escala de calificación según su perspectiva que va de 5-4 Muy Bueno a 0-1 Muy malo.

Tabla 5 Condición de la calzada de adoquín de piedra mediante el PSR.

PSR	Condición
0 - 1	Muy Pobre
1 - 2	Pobre
2 - 3	Regular
4 - 5	Muy Buena

Fuente: Tomado de (AASHTO, 2006)

a. Tramo: Vía longitudinal Guayaquil - Vicente Rocafuerte.

La calidad del PSR en el tramo donde la calzada es de adoquines de piedra se calificará el nivel de serviciabilidad de la calzada que se puede observar en la tabla 7:

Tabla 6 Criterios de 4 evaluadores de la calle Analizada

N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.50	4.75	4.63	Muy Buena
2	4.20	4.50	4.35	Muy Buena
3	4.00	5.00	4.50	Muy Buena
4	5.00	4.00	4.50	Muy Buena

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 7 PSR Longitudinal final de la calle analizada

PROMEDIO GENERAL 4.49	PSR= Muy Buena
--------------------------	----------------

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

b. Tramo: Vía transversal Magdalena Davalos - 10 de agosto.

Tabla 8 Criterios de 4 evaluadores de la calle Analizada

N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.45	1.55	1.50	Pobre
2	1.35	1.40	1.38	Pobre
3	2.00	2.00	2.00	Pobre
4	1.60	1.60	1.60	Pobre

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Tabla 9 PSR Transversal final de la calle analizada

PROMEDIO GENERAL 1.62	PSR= Pobre
--------------------------	------------

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Se realizó para todas las calles longitudinales y transversales que conforman el centro histórico, para tener una prospectiva de la serviciabilidad de las calles utilizando una escala de colores según la severidad de cada calle en este caso la severidad alta color rojo, severidad media color azul y severidad leve color verde (Figura 21).

Tabla 10 Serviciabilidad de las calles del centro Histórico de Riobamba

SERVICIABILIDAD DE LAS CALLES	SEVERIDAD
	LEVE
	MEDIA
	ALTA

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Se procedió a colocar esta escala de colores dependiendo la severidad para todas las calles que conforman el centro histórico en el plano de Riobamba empleado en esta investigación (Tabla 12- 13).

Tabla 11 Resumen de Vías Longitudinales (PSR FINALES)

		CALIFICACION PSR																																					
VIAS LONGITUDINALES	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFI CACION									
	10 de Agosto	M. Davalos	2.59	Regular	V. Rocafuerte	2.63	Regular	Pichincha	2.68	Regular	G. Moreno	2.65	Regular	España	2.71	Regular	J. Larrea	1.78	Pobre	C. Colón	1.82	Pobre	E. Espejo	1.71	Pobre	5 de Junio	1.77	Pobre	Tarqui	2.71	Regular	J. Velasco	1.77	Pobre	S. Benalcazar	1.79	Pobre	P. Alvarado	1.79
Jose de Orozco	J. Larrea	2.33	Regular	C. Colón	2.6	Regular	E. Espejo	2.37	Regular	5 de Junio	2.7	Regular	Tarqui	1.58	Pobre	J. Velasco	1.7	Pobre	P. Alvarado	1.78	Pobre																		
Jose Veloz	V. Rocafuerte	1.64	Pobre	Pichincha	1.69	Pobre	G. Moreno	1.5	Pobre	España	1.75	Pobre	J. Larrea	4.51	Muy Buena	C. Colón	4.49	Muy Buena	E. Espejo	4.33	Muy Buena	Tarqui	1.69	Pobre	J. Velasco	1.33	Pobre	S. Benalcazar	1.69	Pobre	P. Alvarado	1.79	Pobre						
Guayaquil	V. Rocafuerte	4.49	Muy Buena	Pichincha	4.51	Muy Buena	G. Moreno	4.65	Muy Buena	España	4.66	Muy Buena	J. Larrea	4.78	Muy Buena	C. Colón	2.56	Regular	E. Espejo	4.49	Muy Buena	5 de Junio	4.4	Muy Buena	Tarqui	1.69	Pobre	J. Velasco	1.79	Pobre	S. Benalcazar	1.76	Pobre	P. Alvarado	1.79	Pobre			
Primera Constituyente	M. Davalos	4.53	Muy Buena	V. Rocafuerte	4.54	Muy Buena	Pichincha	4.53	Muy Buena	G. Moreno	4.59	Muy Buena	España	4.58	Muy Buena	J. Larrea	4.58	Muy Buena	C. Colón	4.3	Muy Buena	E. Espejo	4.75	Muy Buena	5 de Junio	4.5	Muy Buena	Tarqui	4.63	Muy Buena	J. Velasco	2.48	Regular	S. Benalcazar	2.55	Regular	P. Alvarado	2.54	Regular

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 12 Resumen vías Transversales (PSR Finales)

CLASIFICACION PSR															
VIAS TRANSVERSALES	Intersección	PSR FINAL	CALIFICACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFICACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFICACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFICACION	Intersección	PSR FINAL	CALIFICACION
Magdalena Davalos	10 de Agosto	1.62	Pobre	J.Veloz	2.7	Regular									
Vicente Rocafuerte	Guayaquil	1.49	Pobre	10 de Agosto	1.7	Pobre	1 Constituyente	1.59	Pobre	J.Veloz	1.78	Pobre	J. Orozco	1.69	Pobre
Pichincha	Guayaquil	1.84	Pobre	10 de Agosto	1.69	Pobre	1 Constituyente	1.89	Pobre	J.Veloz	1.79	Pobre	J. Orozco	1.81	Pobre
Garcia Moreno	Guayaquil	1.45	Pobre	10 de Agosto	1.58	Pobre	1 Constituyente	1.56	Pobre	J.Veloz	1.65	Pobre	J. Orozco	1.64	Pobre
España	Guayaquil	1.71	Pobre	10 de Agosto	1.7	Pobre	1 Constituyente	1.76	Pobre	J.Veloz	4.7	Muy Buena	J. Orozco	4.76	Muy Buena
Juan Larrea	Guayaquil	1.71	Pobre	10 de Agosto	1.76	Pobre	1 Constituyente	1.74	Pobre	J.Veloz	4.79	Muy Buena	J. Orozco	4.74	Muy Buena
Cristobal Colon	Guayaquil	1.79	Pobre	10 de Agosto	1.55	Pobre	1 Constituyente	1.76	Pobre	J.Veloz	4.55	Muy Buena	J. Orozco	4.78	Muy Buena
Eugenio Espejo	Guayaquil	1.61	Pobre	10 de Agosto	1.8	Pobre	1 Constituyente	1.45	Pobre	J.Veloz	4.8	Muy Buena	J. Orozco	4.45	Muy Buena
5 de Junio	Guayaquil	1.8	Pobre	10 de Agosto	1.45	Pobre	1 Constituyente	1.75	Pobre	J.Veloz	4.45	Muy Buena	J. Orozco	4.76	Muy Buena
Tarqui	Guayaquil	1.44	Pobre	10 de Agosto	1.74	Pobre	1 Constituyente	1.54	Pobre	J.Veloz	1.8	Pobre	J. Orozco	1.61	Pobre
Juan de Velasco	Guayaquil	1.83	Pobre	10 de Agosto	1.61	Pobre	1 Constituyente	1.56	Pobre	J.Veloz	1.66	Pobre	J. Orozco	1.71	Pobre
Sebastian de Benalcazar	Guayaquil	1.73	Pobre	10 de Agosto	1.77	Pobre	1 Constituyente	1.81	Pobre	J.Veloz	1.89	Pobre			

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 17 Serviciabilidad de las calles Longitudinales y Transversales del Centro Histórico de Riobamba.



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

4.1.2. Evaluación del Centro Histórico de Riobamba.

4.1.2.1. Contenido de Humedad de Suelo.

a) Muestra 1 Calle Guayaquil y García Moreno.

Tabla 13 Contenido Promedio de Agua

HUMEDAD NATURAL		
CAPSULA N°	1880	3
N° DE GOLPES		
PESO+SUELO HUMEDO	49,71	47,05
PESO CAP.+SUELO SECO	46,53	44,19
PESO CAPSULA	16,2	15,9
W %	10,48	10,11
W % Promedio	10,3	

En el carril derecho se obtiene como resultado que el contenido de humedad promedio de este carril es de 10.3%.

b) Muestra 2 Calle Pichincha y Veloz.

Tabla 14 Contenido Promedio de Agua

HUMEDAD NATURAL		
CAPSULA N°	103	W
N° DE GOLPES		
PESO+SUELO HUMEDO	45,54	42,06
PESO CAP.+SUELO SECO	42,19	39,08
PESO CAPSULA	16,2	16,1
W %	12,89	12,97
W % Promedio	12,93	

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

En el carril derecho se obtiene como resultado que el contenido de humedad promedio de este carril es de 12.93%.

c) Muestra 3 Calle 10 de agosto y 5 de junio.

Tabla 15 Contenido Promedio de Agua

HUMEDAD NATURAL		
CAPSULA N°	lo	O
N° DE GOLPES		
PESO+SUELO HUMEDO	48,22	47,84
PESO CAP.+SUELO SECO	45,39	44,96
PESO CAPSULA	16,2	16
W %	9,7	9,94
W % Promedio	9,82	

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

En el carril derecho se obtiene como resultado que el contenido de humedad promedio de este carril es de 9.82%.

d) Muestra 4 Calle Veloz y Tarqui Carril Derecho.

Tabla 16 Contenido Promedio de Agua

HUMEDAD NATURAL		
CAPSULA N°	Z	7
N° DE GOLPES		
PESO+SUELO HUMEDO	41,99	44,13
PESO CAP.+SUELO SECO	39,39	41,17
PESO CAPSULA	16	16,3
W %	11,12	11,9
W % Promedio	11,51	

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

En el carril derecho se obtiene como resultado que el contenido de humedad promedio de este carril es de 11.51%.

e) Muestra 5 Calle Sebastián Benalcázar y Guayaquil.

Tabla 17 Contenido Promedio de Agua

HUMEDAD NATURAL		
CAPSULA N°	6	107
N° DE GOLPES		
PESO+SUELO HUMEDO	49,78	49,57
PESO CAP.+SUELO SECO	46,58	46,31
PESO CAPSULA	15,9	16,2
W %	10,43	10,83
W % Promedio	10,63	

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

En el carril derecho se obtiene como resultado que el contenido de humedad promedio de este carril es de 10.63%.

4.1.2.2. Ensayo para la determinación de la Granulometría Gruesa y Fina.

El tamaño de las partículas del agregado y el tamaño máximo son importantes porque afectan las proporciones, la trabajabilidad, la economía, la porosidad, la contracción del concreto, las subrasantes y el tipo de suelo.

f) Muestra 1 Calle Guayaquil y García Moreno.

Tabla 18 Granulometría Serie Gruesa-Fina

TAMICES N°	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	%RETENIDO	% PASA
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA				
3"				
2"				
1 1/2"				
1"			120	1 99
3/4"			550	7 93
1/2"			1040	12 88
3/8"			2720	33 67
N° 4			4460	53 47
PASA N°4			3900	47
			8360	

SERIE FINA				
N ^a 4				
8				
10		50	5	42
16				
20				
30				
40		180	19	28
50				
60				
100				
200		320	33	14
PASA N ^a 200		133	14	
		453		
PESO INICIAL HUMEDO		500	gr.	
PESO INICIAL SECO		453	gr.	
IP=	N-P	SUCS=	GM	
W%	10.30%			

En el carril derecho se obtiene el TAMAÑO MAXIMO se encuentra en el tamiz de 1" ya que el porcentaje que pasa es el 99%. El tipo de suelo que obtuvimos es GM (**GRAVA LIMOSA**).

g) Muestra 2 Calle Pichincha y Veloz.

Tabla 19 Granulometría Serie Gruesa-Fina

TAMICES N ^a	PESO	PESO	%RETENIDO	% PASA
	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO		
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA				
3"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"		1200	17	83
N ^a 4		2020	29	71
PASA N ^a 4		5030	71	
		7050		

SERIE FINA				
N ^a 4				
8				
10		130	21	50
16				
20				
30				
40		250	40	31
50				
60				
100				
200		330	53	18
PASA N ^a 200		113	18	
		443		
	PESO INICIAL HUMEDO	500	gr.	
	PESO INICIAL SECO	443	gr.	
	IP=	N-P	SUCS=	SM
	W%	12.93%		

En el carril derecho se obtiene el TAMAÑO MAXIMO se encuentra en el tamiz de 3/8" ya que el porcentaje que pasa es el 83%. El tipo de suelo que obtuvimos es SM (**ARENAS LIMOSAS**).

h) Muestra 3 Calle 10 de agosto y 5 de junio.

Tabla 20 Granulometría Serie Gruesa-Fina

TAMICES N ^a	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	%RETENIDO	% PASA
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA				
3"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"		400	5	95
3/8"		720	9	91
N ^a 4		1400	18	82
PASA N ^a 4		6260	82	
	7660			

SERIE FINA				
N ^a 4				
8				
10		60	11	71
16				
20				
30				
40		220	39	42
50				
60				
100				
200		340	61	21
PASA N ^a 200		115	21	
		455		

PESO INICIAL HUMEDO	500	gr.
PESO INICIAL SECO	455	gr.
IP=	N-P	SUCS= SM
W%	9.82%	

En el carril derecho se obtiene el TAMAÑO MAXIMO se encuentra en el tamiz de 1/2" ya que el porcentaje que pasa es el 95%. El tipo de suelo que obtuvimos es SM (**ARENAS LIMOSAS**).

i) Muestra 4 Calle Veloz y Tarqui.

Tabla 21 Granulometría Serie Gruesa-Fina

TAMICES N ^a	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	%RETENIDO	% PASA
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA				
3"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"		790	9	91
3/8"		1330	16	84
N ^a 4		1960	23	77
PASA N ^a 4		6460	77	
	8420			

SERIE FINA			
Nº 4			
8			
10	30	5	72
16			
20			
30			
40	170	29	48
50			
60			
100			
200	310	53	24
PASA Nº200	138	24	
	448		
PESO INICIAL HUMEDO	500	gr.	
PESO INICIAL SECO	488	gr.	
IP=	N-P	SUCS=	SM
W%	11.51%		

En el carril derecho se obtiene el TAMAÑO MAXIMO se encuentra en el tamiz de 1/2" ya que el porcentaje que pasa es el 91%. El tipo de suelo que obtuvimos es SM (ARENAS LIMOSAS).

j) Muestra 5 Calle Sebastián de Benalcázar y Guayaquil.

Tabla 22 Granulometría Serie Gruesa-Fina

TAMICES Nº	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	%RETENIDO	% PASA
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA				
3"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"		205	3	97
3/8"		605	8	92
Nº 4		1050	14	86
PASA Nº4		6460	86	
	7490			

SERIE FINA			
Nº 4			
8			
10	30	6	80
16			
20			
30			
40	120	23	63
50			
60			
100			
200	270	51	35
PASA Nº200	182	35	
	452		
PESO INICIAL HUMEDO	500	gr.	
PESO INICIAL SECO	452	gr.	
IP=	N-P	SUCS=	SM
W%	10.63%		

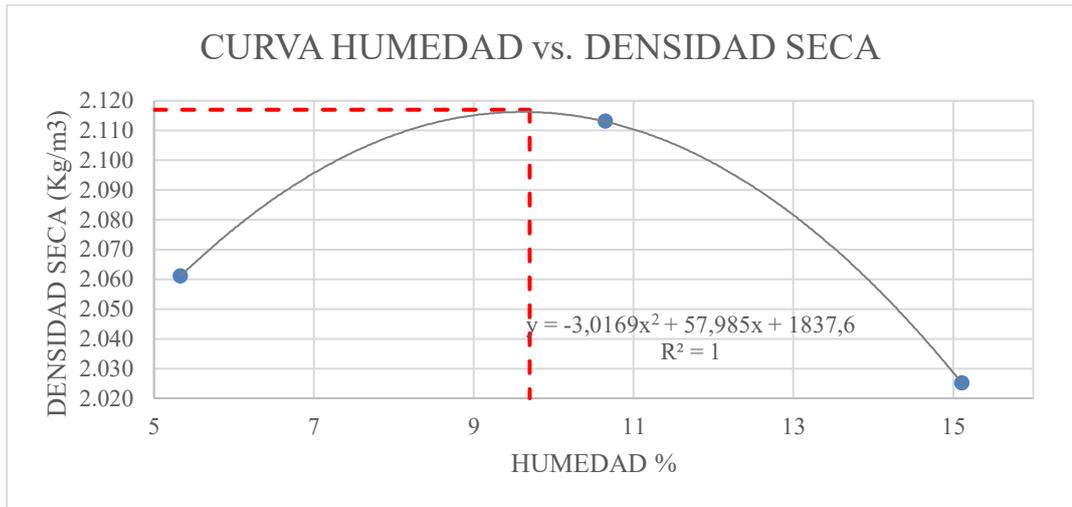
En el carril derecho se obtiene el TAMAÑO MAXIMO se encuentra en el tamiz de 1/2” ya que el porcentaje que pasa es el 97%. El tipo de suelo que obtuvimos es **SM (ARENAS LIMOSAS)**.

4.1.2.3. Ensayo de Compactación

La compactación somete al suelo a un golpeo o empaquetamiento que hace que expulse el aire de sus poros por lo que varían sus propiedades mecánicas. Como la permeabilidad, el peso específico y la resistencia al corte. Con la compactación se busca unas propiedades adecuadas del suelo de la estructura, así como una uniformidad para disminuir los asientos diferenciales.

k) Muestra 1 Calle Guayaquil y García Moreno.

Figura 18 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 1



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 23 Densidad Máxima y Humedad Óptima

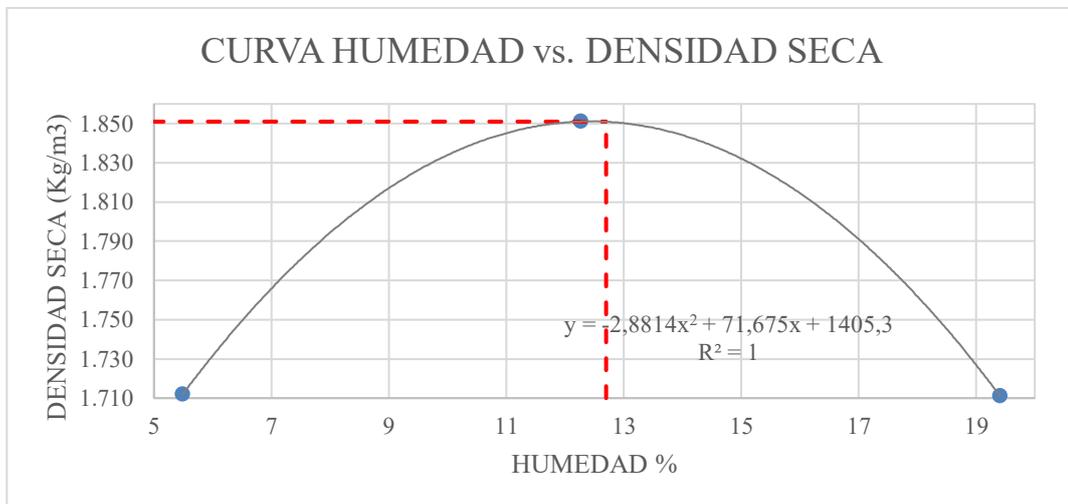
MAXIMA DENSIDAD	2117	kg/m3
ÓPTIMA HUMEDAD	9.70	%

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Se obtienen los siguientes resultados, **Densidad Máxima para la muestra es 2117 kg/m3 con una humedad óptima de 9.70%.**

1) Muestra 2 Calle Pichincha y Veloz.

Figura 19 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 2



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 24 Densidad máxima y Humedad óptima

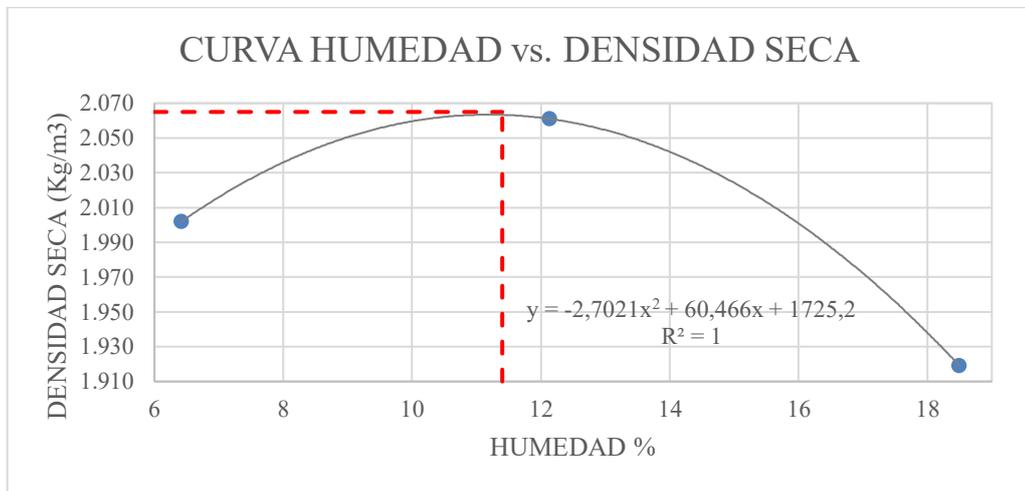
MAXIMA DENSIDAD	1851	kg/m ³
ÓPTIMA HUMEDAD	12.70	%

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Se obtienen los siguientes resultados, **Densidad Máxima para la muestra es 1851 kg/m³ con una humedad óptima de 12.70%.**

m) Muestra 3 Calle 10 de agosto y 5 de junio.

Figura 20 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 3



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 25 Densidad máxima y Humedad óptima

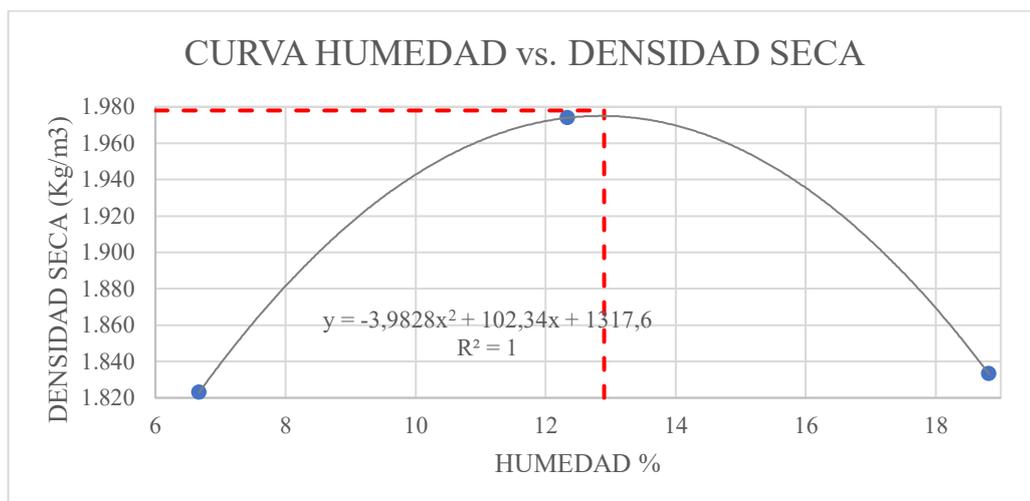
MAXIMA DENSIDAD	2065	kg/m ³
ÓPTIMA HUMEDAD	11.40	%

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Se obtienen los siguientes resultados, **Densidad Máxima para la muestra es 2065 kg/m³ con una humedad óptima de 11.40%.**

n) Muestra 4 Calle Veloz y Tarqui.

Figura 21 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 4



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 26 Densidad máxima y Humedad óptima

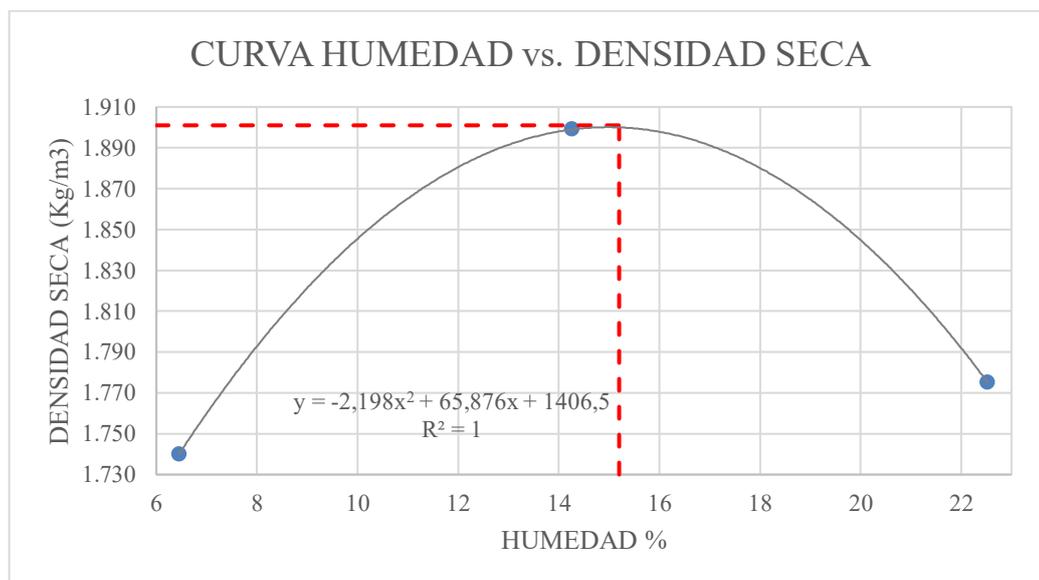
MAXIMA DENSIDAD	1978	kg/m3
ÓPTIMA HUMEDAD	12.90	%

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Se obtienen los siguientes resultados, **Densidad Máxima para la muestra es 1978 kg/m3 con una humedad óptima de 12.90%.**

o) Muestra 5 Calle Sebastián de Benalcázar y Guayaquil.

Figura 22 Curva Humedad vs Densidad Seca Muestra 5



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 27 Densidad máxima y Humedad óptima

MAXIMA DENSIDAD	1901	kg/m ³
ÓPTIMA HUMEDAD	15.20	%

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Se obtienen los siguientes resultados, **Densidad Máxima para la muestra es 1901 kg/m³ con una humedad óptima de 15.20%.**

4.1.2.4. Ensayo CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California).

El C.B.R varía de acuerdo a la compactación del suelo y su contenido de humedad al compactar. Se muestra los resultados en el Anexo 6.

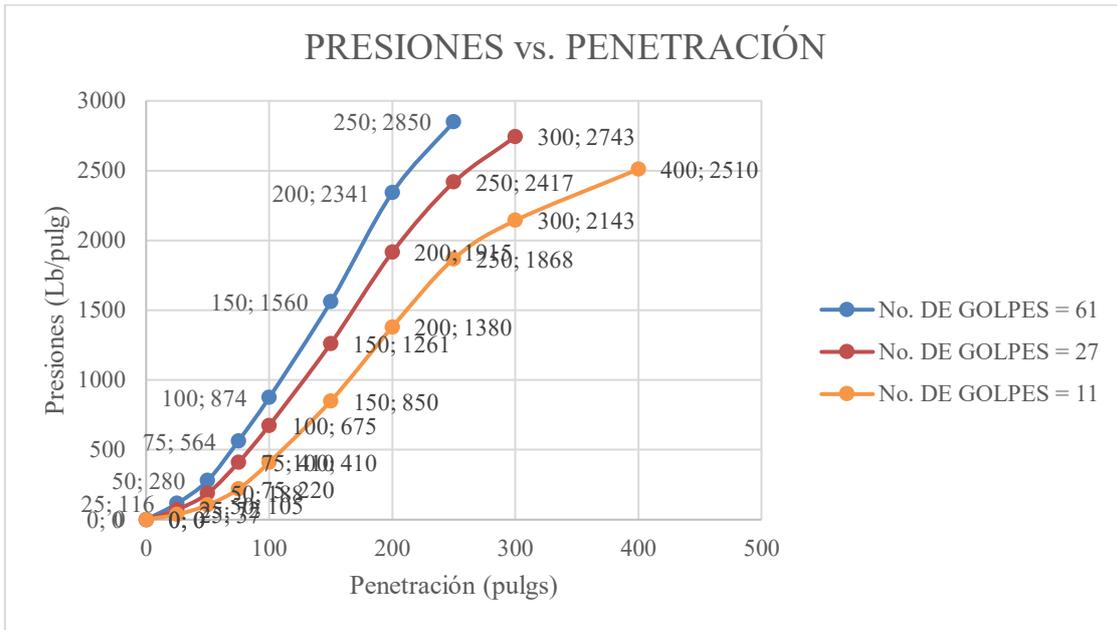
p) Muestra 1 Calle Guayaquil y García Moreno.

Tabla 28 Presiones vs Penetración

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRÁFICA DE PRESIONES vs PENETRACIÓN			
	MOLDE N° 28	MOLDE N° 33	MOLDE N9 37
PENETRACIÓN pulgs.x 10-3	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES
	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2
0	0	0	0
25	116	72	37
50	280	188	105
75	564	410	220
100	874	675	410
150	1560	1261	850
200	2341	1915	1380
250	2850	2417	1868
300	0	2743	2143
400	0	0	2510
500	0	0	0

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 23 Curva Presiones vs Penetración Muestra 1



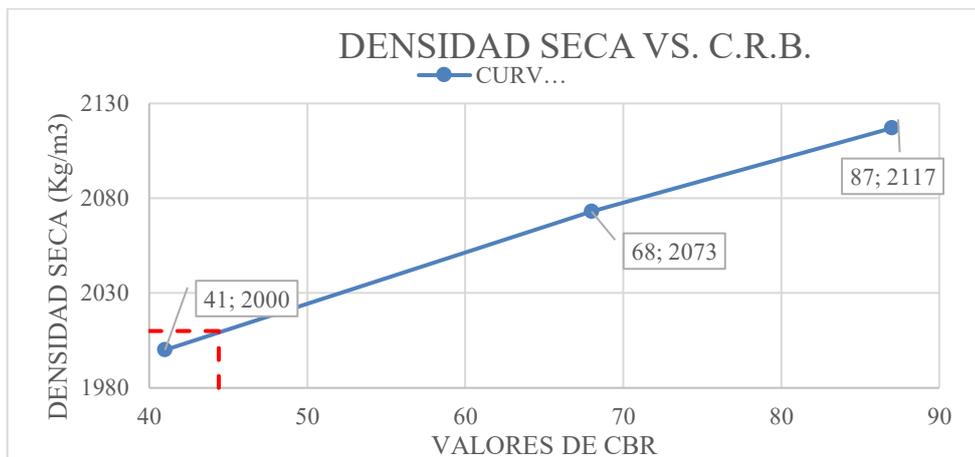
Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Tabla 29 Densidad Seca vs C.B.R

CBR (%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
87	2117
68	2073
41	2000

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Figura 24 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 1



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

VALOR C.B.R. AL 95% DE SU MAXIMA DENSIDAD= 44.4 %

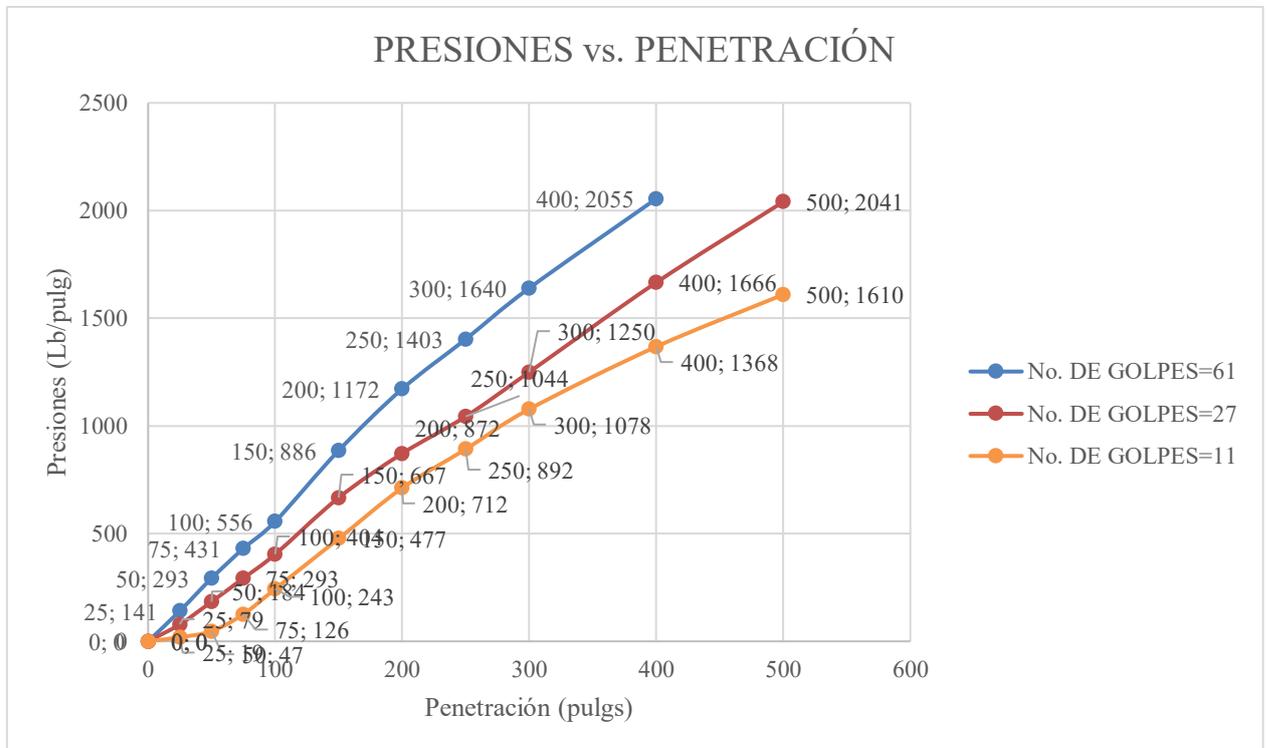
q) Muestra 2 Calle Pichincha y Veloz.

Tabla 30 Presiones vs Penetración

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRÁFICA DE PRESIONES vs PENETRACION			
	MOLDE N° 8	MOLDE N° 9	MOLDE N°200
PENETRACION pulgs.x 10-3	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES
	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2
0	0	0	0
25	141	79	19
50	293	184	47
75	431	293	126
100	556	404	243
150	886	667	477
200	1172	872	712
250	1403	1044	892
300	1640	1250	1078
400	2055	1666	1368
500	0	2041	1610

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 25 Curva Presiones vs Penetración Muestra 2



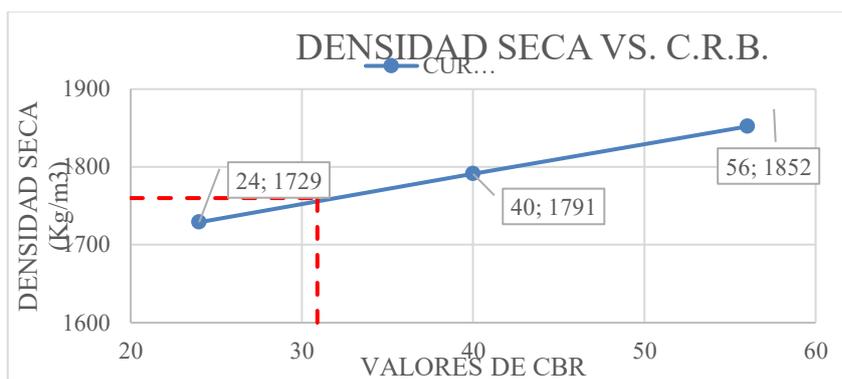
Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 31 Densidad Seca vs C.B.R

CBR (%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
56	1852
40	1791
24	1729

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Figura 26 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 2



Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

VALOR C.B.R. AL 95% DE SU MAXIMA DENSIDAD= 30.90 %

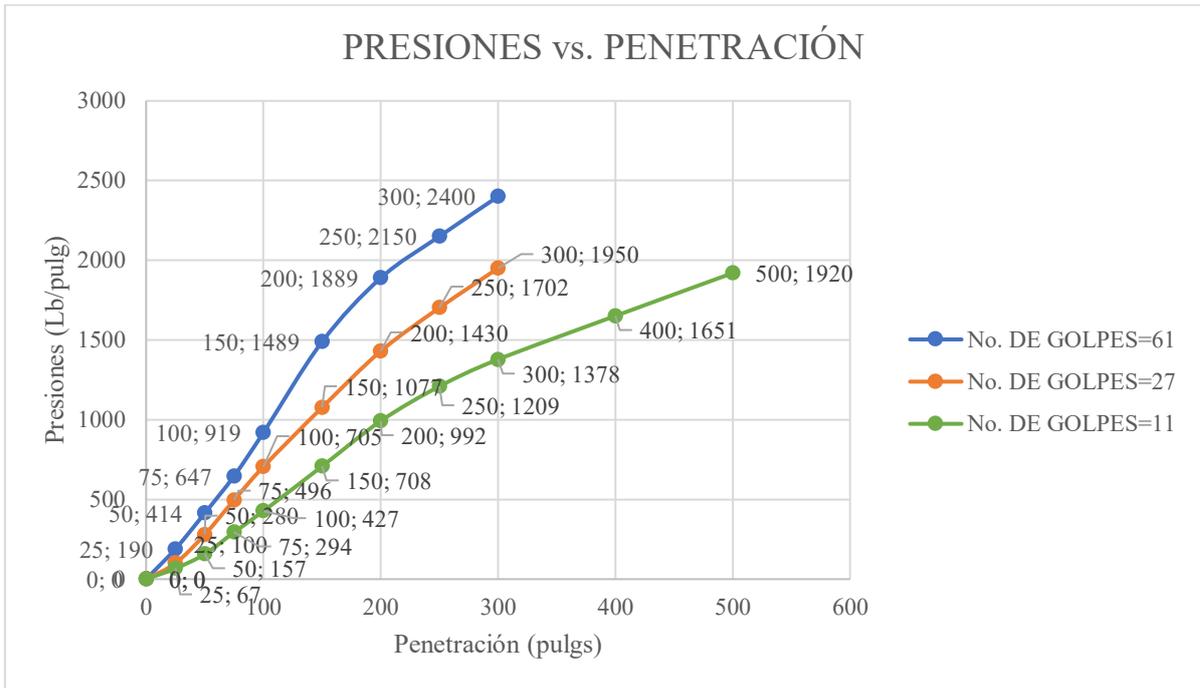
r) Muestra 3 Calle 10 de agosto y 5 de junio.

Tabla 32 Presiones vs Penetración

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRÁFICA DE PRESIONES vs PENETRACION			
	MOLDE N° 1	MOLDE N° 2	MOLDE N° 3
PENETRACION pulgs.x	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES
10-3	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2
0	0	0	0
25	190	100	67
50	414	280	157
75	647	496	294
100	919	705	427
150	1489	1077	708
200	1889	1430	992
250	2150	1702	1209
300	2400	1950	1378
400			1651
500			1920

Elaborado: Christopher Paul Padilla Torres

Figura 27 Curva Presiones vs Penetración Muestra 3



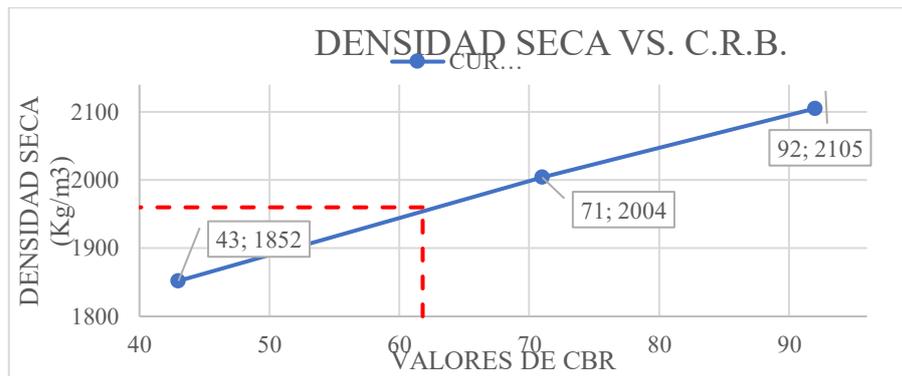
Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 33 Densidad Seca vs C.B.R

CBR (%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
92	2105
71	2004
43	1852

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 28 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 3



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

VALOR C.B.R. AL 95% DE SU MAXIMA DENSIDAD= 61.8 %

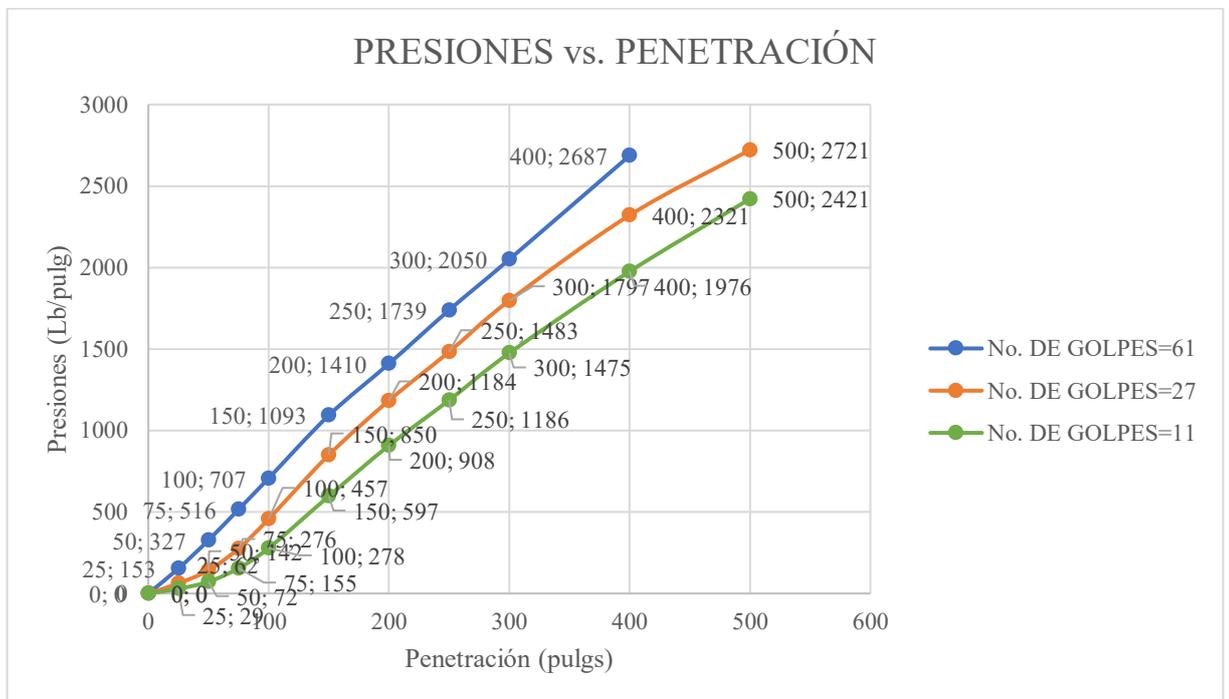
s) Muestra 4 Calle Veloz y Tarqui.

Tabla 34 Presiones vs Penetración

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRÁFICA DE PRESIONES vs PENETRACION			
	MOLDE N° 4	MOLDE N° 5	MOLDE N° 6
PENETRACION pulgs.x	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES
10-3	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2
0	0	0	0
25	153	62	29
50	327	142	72
75	516	276	155
100	707	457	278
150	1093	850	597
200	1410	1184	908
250	1739	1483	1186
300	2050	1797	1475
400	2687	2321	1976
500		2721	2421

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 29 Curva Presiones vs Penetración Muestra 4



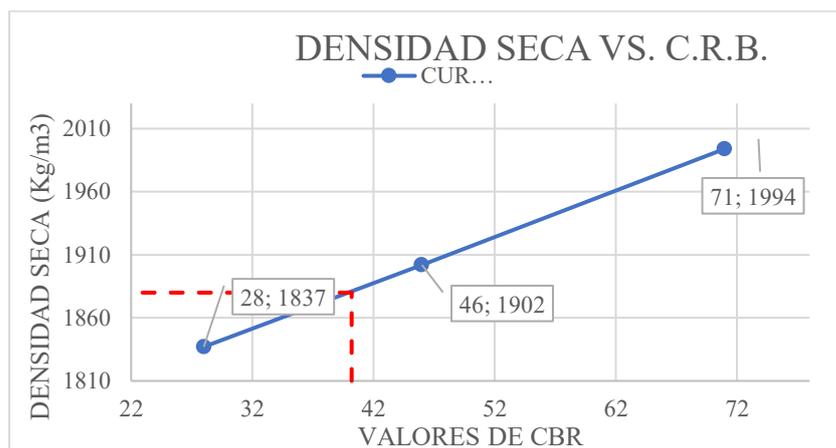
Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 35 Densidad Seca vs C.B.R

CBR (%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
71	1994
46	1902
28	1837

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 30 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 4



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

VALOR C.B.R. AL 95% DE SU MAXIMA DENSIDAD= 40.2 %

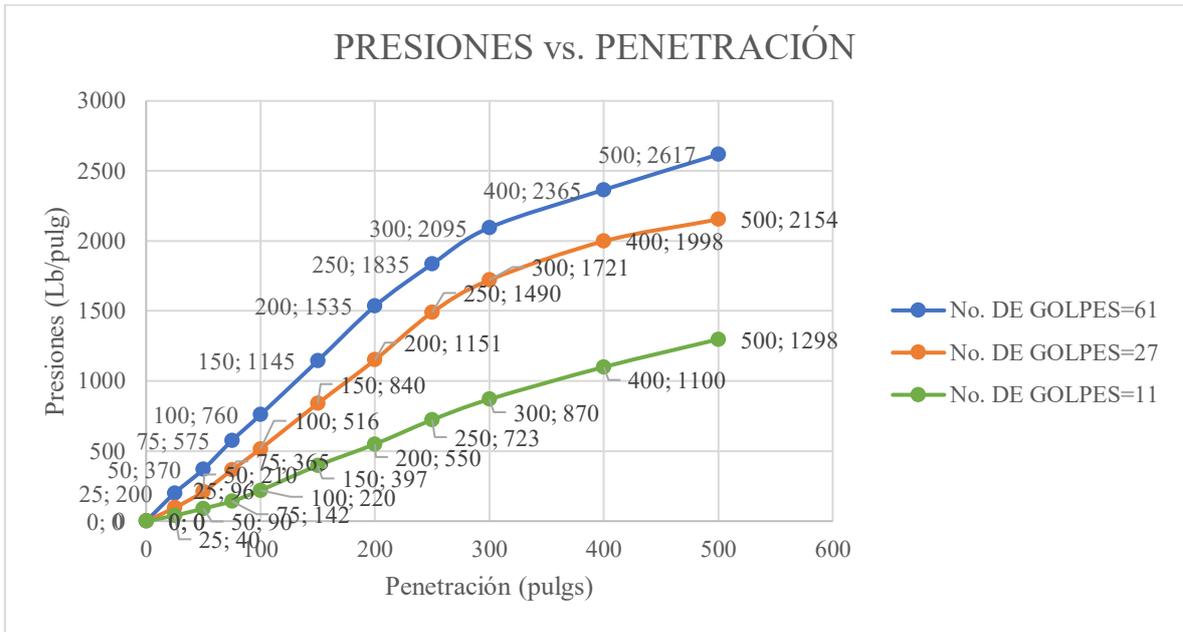
t) Muestra 5 Calle Sebastián de Benalcázar y Guayaquil.

Tabla 36 Presiones vs Penetración

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRÁFICA DE PRESIONES vs PENETRACION			
	MOLDE N° 4	MOLDE N° 5	MOLDE N°6
PENETRACION pulgs.x 10-3	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES
	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2	lbs. /pulg.2
0	0	0	0
25	200	96	40
50	370	210	90
75	575	365	142
100	760	516	220
150	1145	840	397
200	1535	1151	550
250	1835	1490	723
300	2095	1721	870
400	2365	1998	1100
500	2617	2154	1298

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 31 Curva Presiones vs Penetración Muestra 5



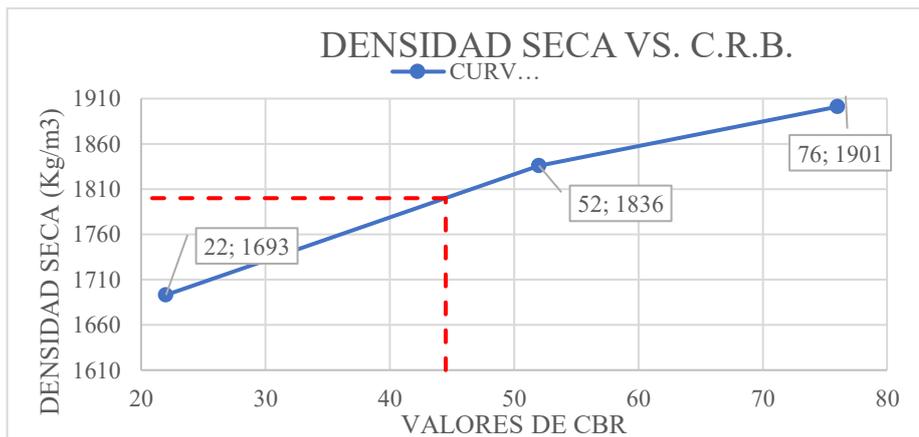
Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Tabla 37 Densidad Seca vs C.B.R

CBR (%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
76	1901
52	1836
22	1693

Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 32 Densidad Seca vs C.B.R Muestra 5



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

VALOR C.B.R. AL 95% DE SU MAXIMA DENSIDAD= 44.5 %

La prueba CBR se utiliza para determinar la relación entre el suelo utilizado principalmente como base y el comportamiento de la subrasante debajo de los adoquines.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1 Evaluación Funcional

Para la evaluación funcional se aplicó la metodología PSR ella presenta un manual de evaluación y calificación que facilita la aplicación de las mismas. Al finalizar esta fase del proyecto de investigación se pudo notar el grado de severidad del adoquinado las calles transversales que conforman el centro histórico son 56 calles de las cuales 45 calles tiene severidad alta que corresponde al 80%, 10 calles tienen severidad leve que corresponde 18% y 1 calle tiene severidad media que corresponde al 2%.

Las calles longitudinales que conforman el centro histórico son 52 calles de las cuales 21 calles tiene severidad alta que corresponde al 40%, 19 calles tienen severidad leve que corresponde 37% y 12 calles tienen severidad media que corresponde al 23%.

Como se puede notar el índice de severidad Alta es el que predomina en las calles tanto longitudinales 40% y transversales 80% que confirman el centro histórico.

Realizado cada uno de los ensayos necesarios para la evaluación de la estructura del pavimento se puede expresar que se obtuvo un valor de CBR del 44.4% (Muestra 1), 30.90% (Muestra 2), 61.8% (Muestra 3), 40.2% (Muestra 4), 44.5% (Muestra 5) para un 95% de su densidad máxima (2117 kg/m³) determinando que el material si está cumpliendo con los parámetros establecidos para subbases por la (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010), pero no cumple como base los valores de CBR de las 5 muestras el cual es del 80% para un 95% de su densidad máxima de acuerdo a la (Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 2010).

Por aquello se presenta la discusión de la propuesta que permita la recuperación de los estándares de diseño, reduciendo el impacto sobre los usuarios, tanto durante la ejecución, como durante su vida en servicio (reduciendo los problemas de deterioro). Al finalizar la discusión se tomará la propuesta para que sea aplicada para lograr la recuperación del índice de servicio de las vías, a muy bajo costo y en un tiempo reducido.

El efecto del deterioro del adoquinado en el centro histórico del cantón Riobamba es notable donde los ciudadanos expresaron su inconformidad acerca de las vías, el descontento de la ciudadanía está basada en el criterio de que estas vías por años han estado sin recibir un mantenimiento adecuado por lo afecta a la economía de la zona produciendo accidentes de tránsito, daños a los vehículos, dificultad de transitar por la zona, no posee una buena pendiente longitudinal cuando se produce lluvias se empoza el agua, las fugas en el sistema de alcantarillado antiguo de asbesto cemento existente causa depresiones en la carretera muy notable y de gran magnitud, por lo cual el deterioro del adoquinado se evidencia al transitar por las vías del centro histórico de Riobamba.

4.2.3 Propuesta de Rehabilitación

- Reconstrucción Total.
- Master Emaco T 907.

4.2.3.1 Propuesta 1.- Reconstrucción Total.

Como primera propuesta se ha contemplado en primera instancia la reconstrucción total, esto debido a que el estado actual del pavimento es de extrema fatiga y con deformaciones muy importantes que son consecuencia de la alta afluencia vehicular, así como falta de acciones de conservación rutinaria.

Antes de proceder al retiro de los adoquines para la reconstrucción, será necesario ubicar todas y cada una de las obras subterráneas que se encuentran dentro de la misma para evitar algún daño durante la reconstrucción.

Deberá estar presente una persona con conocimiento total del proyecto y para reconocer cada una de las obras existentes y además que tenga autoridad para decidir si la obra puede ser reubicada, demolida en su totalidad o se cancelara y se construirá una nueva instalación; se ubicaran todas las instalaciones en un plano para saber su ubicación exacta, así como las referencias que se tienen para encontrarlas en campo posteriormente.

Como primer paso será necesario remover los adoquines manualmente sin afectar los adoquines en todo el centro histórico de Riobamba. Posteriormente a través de los mismos medios se retirará el material de base y subbase que de igual manera serán colocados en el banco de desperdicio destinado a tal fin, por lo cual será necesario excavar, y si efectivamente cumplen estas capas con los requisitos para subbase y base se realizara un relleno compactado con material de suelo existentes hasta llegar a los niveles, cotas determinadas y requeridas, se podrá almacenar en el lugar que el departamento encargado establezca para su posterior reutilización.

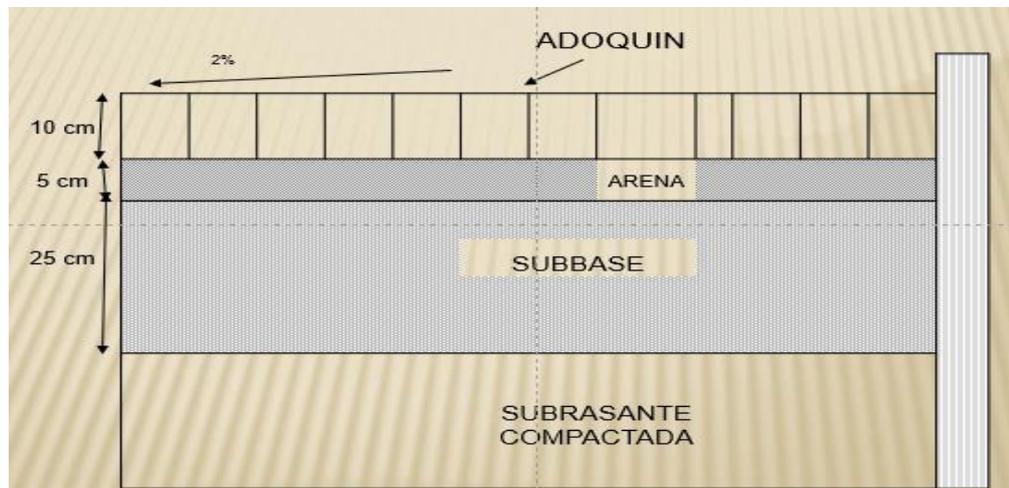
Si el material de base y subbase existente no cumple los requisitos se opta por el mejoramiento de suelo BASE CLASE 2 los cuales están constituidos por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50%, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N.º 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Una vez concluido el suministro y tendido del material de subbase, base respetando los niveles que el proyecto así lo indique, se procederá a la compactación del mismo por medio de un vibro-compactador de rodillo liso y se incorporará el agua necesaria para garantizar el grado de compactación se haya alcanzado será necesario realizar un afine de la superficie para que sea recibida por laboratorio y liberada para desplantar sobre ella la capa de base correspondiente.

Para lo cual se deberá seguir lo estipulado en el procedimiento para subbases y bases en la construcción de carreteras. Posteriormente se realizará el colocado de la cama de arena en

todo centro histórico que vamos a realizar la reconstrucción, para después empezar la colocación de los adoquines cumpliendo las juntas mínimas de 3-5 mm.

Figura 33 Espesores de Base, Subbase y Cama de Arena



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

El señalamiento vertical y horizontal se aplicará una vez que los adoquines hayan colocados en su totalidad, se deberá cuidar que los señalamientos queden a una distancia tal que el conductor tenga tiempo suficiente para reaccionar ante cualquier eventualidad que se pudiera presentar durante su trayecto dentro del centro Histórico.

4.2.3.2 Propuesta 2.- Master Emaco T 907.

Como segunda propuesta es la utilización del aditivo Máster Emaco T 907 que permiten fijar y sellar firmemente los adoquines, disminuyendo los riesgos y costes derivados de una inadecuada instalación, aparición de vegetación, claqueo al tránsito de vehículos, mantenimiento prematuro, accidentes por tropiezos e incluso vandalismo.

Máster Emaco T 907 es un mortero fluido para el relleno de juntas de pavimentos adoquinados está constituido por una serie de materiales tales como una mezcla de cementos, áridos seleccionados, aditivos y resinas.

Propiedades

- Consistencia autoalisante que facilita su aplicación.
- Elevadas resistencias mecánicas.
- Resistente a ciclos hielo-deshielo.
- Impide el crecimiento de plantas y hierbas en las juntas.
- Endurecimiento rápido.
- Impermeable al agua.

Campo de Aplicación

- Para pavimentos.
- Para interiores y exteriores.
- Para juntas con anchuras desde 5 mm.
- Para el relleno de mosaico pequeño
- Relleno rápido y económico de juntas en todo tipo de pavimentos exteriores incluido: Piedra, hormigón, pizarra, barro cocido, terracota y gres extruido.
- Apropriado para todo tipo de tráfico.

Aplicación: el material es mezclado con agua y agitador.

Consumos: un saco de 25 kg contiene 13 litros de material. Para uso como mortero de base, mezclar con árido de 0,3 mm en relación 1:2 hasta 1:4, según resistencia requerida.

Tabla 38 Datos Técnicos MasterEmaco T 907

Datos Técnico		
Características	Unidades	Valores
Densidad:	g/cm ³	aprox. 1,42 ± 0,07
Espesores aplicables:	mm	de 5 a 50
Profundidad de junta: - en adoquines - en baldosas de piedra	mm	mínimo 30 (2/3 de la profundidad de la junta) mínimo 10(2/3 del espesor de la baldosa)
Agua de amasado:	litros por saco	de 2,9 a 3,4
Tiempo de maduración:	minutos	3
Tiempo de trabajabilidad:	minutos	60
Temperatura de aplicación:	°C	de +5 a +25 (soporte material)
Resistencia a compresión: - 1 día - 7 días - 28 días	N/mm ²	aprox. 30 aprox.50 aprox.65
Resistencia a la temperatura:	°C	de -20 a +80
Transitable tras:	horas	8
Inalterable a la lluvia tras:	horas	8
Cargable tras:	días	1
Modulo E compresión (EN 13412):	GPa	19,77
Los tiempos de curado se miden a 20°C y 65% H.R. Temperaturas más altas y/o HR más baja pueden acortar estos tiempos y viceversa. Los datos técnicos mostrados son el resultado de resultados estadísticos y no representan valores mínimos garantizados.		

Fuente: Máster Emaco T 907 Campo de Aplicación.

En base a la información obtenida anteriormente, se puede concluir que el Centro Histórico de Riobamba es un buen candidato a la aplicación del Mortero Emaco T 907, debido al estado actual en el que se encuentra, se puede observar la presencia de desgaste de las juntas

entre adoquines y abre la opción para rehabilitarla de una manera rápida y sencilla en cuanto a procedimiento constructivo.

Para poder obtener una superficie homogénea que proporcione seguridad y comodidad a los usuarios, es necesario cumplir con las especificaciones respectivas y al mismo tiempo realizar un trabajo de calidad, de esta manera tener una vialidad que de servicio por un tiempo considerable a partir de su rehabilitación y con bajos costos de mantenimiento.

Cabe señalar que durante la aplicación de este método se podrán realizar las modificaciones pertinentes a las obras de drenaje existentes tales como: limpieza, cancelación o construcción de obras pluviales con la ubicación pertinente de las mismas.

Presupuesto

Tabla 39 Presupuesto Master Emaco T907

Presupuesto Master Emaco T907	
1 saco de 25 Kg	13 litros
\$	19,560
Área de Adoquín (m2)	0,015
Longitud Total (m)	8011,500
Superficie Total (m3)	120,173
Litros Totales (Ltrs)	120172,500
Sacos	9244,038
Presupuesto Total (\$)	180813

Elaborado: Cristopher Padilla.

El presupuesto para la aplicación de la alternativa 2 es de \$ 180813 para poder cubrir toda la superficie del centro histórico de Riobamba.

4.2.4 Elección de Propuestas más Viable

En base a lo planteado se realizó una combinación de las dos alternativas empleando las ventajas y beneficios de cada alternativa, la durabilidad y funcionalidad de los procedimientos de construcción se toma la decisión de realizar un mejoramiento del suelo de la base de todo el centro Histórico de Riobamba.

Se retirará el material de base y subbase que de igual manera serán colocados en el banco de desperdicio destinado a tal fin, por lo cual será necesario excavar, y si efectivamente cumplen estas capas con los requisitos para subbase y base se realizara un relleno compactado con material de suelo existentes hasta llegar a los niveles, cotas determinadas y requeridas, se podrá almacenar en el lugar que el departamento encargado establezca para su posterior reutilización.

Si el material de base y subbase existente no cumple los requisitos se opta por el mejoramiento de suelo BASE CLASE 2, el alcantarillado antiguo de asbesto cemento se deberá reparar en todo el centro histórico de Riobamba, regenerando un ahorro en el presupuesto,

limpieza y la rapidez de su ejecución. Lo antes mencionado debe ser realizado por profesionales especializados, experimentados y con un alto conocimiento de su campo de actuación.

Mediante los ensayos realizados en el laboratorio se evidenció que las muestras ensayadas la subbase cumple el porcentaje asignado por el AASHTO del Cbr > 30%, pero la base no cumple el Cbr 60 % - 90% estipulado en el AASHTO por lo cual se realiza un mejoramiento del suelo donde aumentamos sus propiedades físicas o mecánicas para obtener un terreno firme, estable, capaz de soportar adecuadamente cargas y condiciones ambientales.

Para generar las pendientes, así como los alineamientos transversales y longitudinales se realizará en la subrasante estableciendo el 2 % estipulado en la norma AASHTO para carreteras de adoquín para que exista la circulación del agua en la mitad de la vía evitando tener baches que con el transcurso del tiempo causan depresiones en la vía. Se procederá a la compactación del mismo por medio de un vibro-compactador de rodillo liso y se incorporará el agua necesaria para garantizar que el grado de compactación se haya alcanzado, además, será necesario realizar un afino de la superficie para que sea recibida por laboratorio.

Se realizará el colocado de la cama de arena para la reconstrucción, en la cual se realiza la colocación de los adoquines cumpliendo las juntas mínimas de 3-5 mm. Los adoquines de piedra serán reutilizados porque mediante la Ordenanza N° 006, no se permite ser desechados ni alterados todo lo que constituye el Centro Histórico, para lo cual le daremos un correcto mantenimiento a los adoquines para ser empleados nuevamente.

Para el relleno de juntas se muestra la alternativa llamada Mortero MasterEmaco T 907, la cual es una técnica que consiste en colocar un fluido para el relleno de juntas de pavimentos adoquinados está constituido por una serie de materiales tales como una mezcla de cementos, áridos seleccionados, aditivos y resina. Esto permite aumentar la vida útil de la vía adoquinada, disminuyendo el costo del mantenimiento y brinda la posibilidad de mejorar las condiciones geométricas, igualmente proporciona una mayor seguridad y comodidad para los usuarios del centro histórico de Riobamba minimizando los costos de operación.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La utilización de herramientas evaluativas como el sondeo de exploración manual calicata, permite acceder en forma fácil y rápida a una apreciación de las propiedades constructivas de los suelos de subrasante y de las capas de un adoquinado y CBR de diseño.
- Para el diseño del centro histórico de Riobamba se empleó la metodología PSR obteniendo un porcentaje de deterioro mediante la severidad respectiva, las calles transversales que conforman el centro histórico son 56 calles de las cuales 45 calles tiene severidad alta que corresponde al 80%, 10 calles tienen severidad leve que corresponde 18% y 1 calle tiene severidad media que corresponde al 2%. Las calles longitudinales que conforman el centro histórico son 52 calles de las cuales 21 calles tiene severidad alta que corresponde al 40%, 19 calles tienen severidad leve que corresponde 37% y 12 calles tienen severidad media que corresponde al 23%. Como se puede notar el índice de severidad Alta es el que predomina en las calles tanto longitudinales 40% y transversales 80% que confirman el centro histórico.
- En lo referente a los ensayos la clasificación de suelos de los 5 puntos de muestreo, por el método SUCS, se observa que el 80% del total son suelos SM (Arena Limosa) con un contenido de humedad que varía del 12.93% y 10.63% y el 20 % son suelos GM (Grava Limosa) con un contenido de humedad del 10.30%.
- De acuerdo con la prospección realizada existe una capa de rodadura en mal estado constituido por adoquines de piedra y concreto. Seguido por una capa de Arena Limosa color café oscuro con un espesor que varía desde los 30 centímetros hasta los 50 centímetros, con una humedad natural que oscila entre el 9.82% y 12.93%, densidad máxima que oscila entre 1851 kg/m³ y 2117 kg/m³ con una óptima humedad entre 9.70% - 15.20%, una resistencia a la penetración C.B.R al 95% de su máxima densidad entre 30.90% - 61.8%.
- El C.B.R de diseño, calculado por la norma ASTM D 1883-07 en el presente ensayo se obtuvo rangos de CBR del 44.4% (Muestra 1), 30.90% (Muestra 2), 61.8% (Muestra 3), 40.2% (Muestra 4), 44.5% (Muestra 5) para un 95% de su densidad máxima (2117 kg/m³) determinando que el material si está cumpliendo con los parámetros establecidos para subbases por el MTOP, la cual estipula que la subrasante debe cumplir con un C.B.R del 30% o mayor.
- El deterioro del adoquinado en el centro histórico de Riobamba es notable y de gran magnitud los ciudadanos expresan su inconformidad acerca de las vías, han estado sin recibir un mantenimiento por años, las juntas entre adoquines ya no existen por lo que causa que el agua en lluvias se pueda filtrar y empozar causando grandes depresiones produciendo accidentes de tránsito, daños en los vehículos y afectando la economía de la zona.
- Con esto se concluyó con una combinación de las dos alternativas empleando las ventajas y beneficios de cada alternativa, la durabilidad y funcionalidad de los

procedimientos de construcción, las principales causas que generan el deterioro de la estructura de pavimento adoquinado es el tipo de terreno que en mayoría predomina SM (Arena Limosa) por lo cual debemos realizar un mejoramiento de suelo empleando BASE CLASE 2 , la tubería de alcantarillado es de asbesto cemento por años de servicio que han transcurrido se deberá reparar las tuberías donde existan fugas, las juntas entre los adoquines ya no existen por lo cual debemos fijar y sellar firmemente empleando el aditivo Master Emaco T 907 para generar esfuerzos dentro de los límites seguros para prevenir la formación de grietas irregulares.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable evaluar las vías frecuentemente, estableciendo el grado de severidad de los deterioros, con el fin de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando así la vida útil de la estructura del adoquinado.
- Es importante diagnosticar, en base a perforaciones, el tipo de suelo donde se va a ejecutar el proyecto, debido a que las condiciones estratigráficas en el Ecuador son variables, definiendo así, si es necesario utilizar material de mejoramiento, que optimice el diseño de la estructura del adoquinado, aumentando la capacidad portante del mismo.
- Es importante estar a la vanguardia en técnicas constructivas de pavimentos semiflexibles, aplicadas en países desarrollados, para ser implementadas en Ecuador, evitando de esta manera las falencias observadas en la presente investigación.
- En procesos constructivos, el control de calidad por medio de sondeos de exploración manual calicata permite una mayor agilidad en la aprobación de capas de un pavimento de adoquín, siendo un medio eficaz para ser utilizado tanto por el contratista en el control de calidad como por el supervisor en el aseguramiento de esta.
- La utilización de métodos de penetración para la evaluación de suelos es utilizada constantemente a nivel internacional. Se podrá minimizar los tiempos de evaluación de los distintos procesos de diseño, control de calidad propiedades de resistencia del suelo.
- Se recomienda continuar con la elaboración de material bibliográfico, que evalúe nuevas y óptimas opciones de mantenimientos de pavimentos semiflexibles, de tal manera que se reúna un material bibliográfico completo y actualizado de la materia.
- La idea final de todas estas recomendaciones es disponer de una alternativa viable y respaldada por estudios y experiencias empíricas, para así poder incluirla entre las distintas formas de mantenimiento que hoy se conocen.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (2006). Diseño de Pavimentos(AASHTO 93). In *AASHTO Design Procedures For New Pavements*.
https://www.academia.edu/34103801/DISENO_DE_PAVIMENTO_METODO_AASHTO_93_ESPANOL_1_
- ASTM D-2487. (2017). *Práctica Estándar Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS)*. 04.
- ASTMD-1883. (2016). Valor Soporte de California (CBR) y Expansión (Exp) en Laboratorio A. *Normativa SCT*, 2, 1–15.
- ASTMD-698. (2003). Métodos de prueba estándar para Características de laboratorio de compactación del suelo con Esfuerzo estándar. *Records Management Journal*, 1(2), 1–15.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.88.5042&rep=rep1&type=pdf>
<https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/73673>
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33646678859&partnerID=40&md5=3ee39b50a5df02627b70c1bdac4a60ba>
- Córdova Farfán, K. Y., & Pedemonte, L. R. C. (2020). FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESGASTE DEL PAVIMENTO DE LA AV. RAMÓN CASTILLA EN CHULUCANAS – PIURA 2019. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7(1).
<https://doi.org/10.26495/icti.v7i1.1353>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. *Nevi-12*, 3, 1028.
- Moreno Fonseca, A. (1999). Ingeniería de pavimentos para carreteras. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 7(1). <https://doi.org/10.18359/rcin.1512>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). NEC-SE-GC. Geotecnia y cimentaciones. In *Design and Optimization of Metal Structures*.
- Norma Técnica de Edificación–Habilitaciones Urbanas– Componentes Estructurales- CE.010: Pavimentos, 68 (2010). <http://www.vivienda.gob.pe/%5Cnhttp://app.knovel.com/>
- Ocaña, J., & Erazo, C. (2019). *Análisis del Centro Histórico de Riobamba y su Impacto en el Imaginario de los Habitantes, periodo octubre 2017 - marzo 2018*.
- Quezada, A. (2008). Universidad Nacional De Chimborazo. *Alternativas de Evaluación Del Lenguaje En Niños Pre Escolares*, 53.
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7646/1/06678.pdf>
- Salguero, V. (2013). Adoquines modificados con fibra de polipropileno para el uso en vías de la ciudad de Quito. In *Universidad Central del Ecuador* (Vol. 53, Issue 9).
[/citations?view_op=view_citation&continue=/scholar%3Fhl%3Dpt-BR%26as_sdt%3D0,5%26scilib%3D1&citilm=1&citation_for_view=wS0xi2wAAAAJ:2osOgNQ5qMEC&hl=pt-BR&oi=p](http://citations?view_op=view_citation&continue=/scholar%3Fhl%3Dpt-BR%26as_sdt%3D0,5%26scilib%3D1&citilm=1&citation_for_view=wS0xi2wAAAAJ:2osOgNQ5qMEC&hl=pt-BR&oi=p)

ANEXOS

Anexo 1: INFORME FOTOGRAFICO DE LAS FALLAS DEL ADOQUINADO.

Anexo 2: HOJAS DE CAMPO.

**Anexo 3: EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN SERVICIABILIDAD
PRESENTE (PSR)**

**Anexo 4: MAPA DEL CENTRO HISTÓRICO DE RIOBAMBA (NÚMERO DE
MUESTRAS).**

Anexo 5: ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Anexo 6: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Anexo 7: ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA

Anexo 8: ENSAYO C.B.R. PENETRACIÓN

Anexo 9: GRAFICAS PRESIONES VS PENETRACIÓN

Anexo 10: GRAFICAS DENSIDAD SECA VS VALORES C.B.R

ANEXO 1:
**INFORME FOTOGRAFICO DE LAS FALLAS
DEL ADOQUINADO**

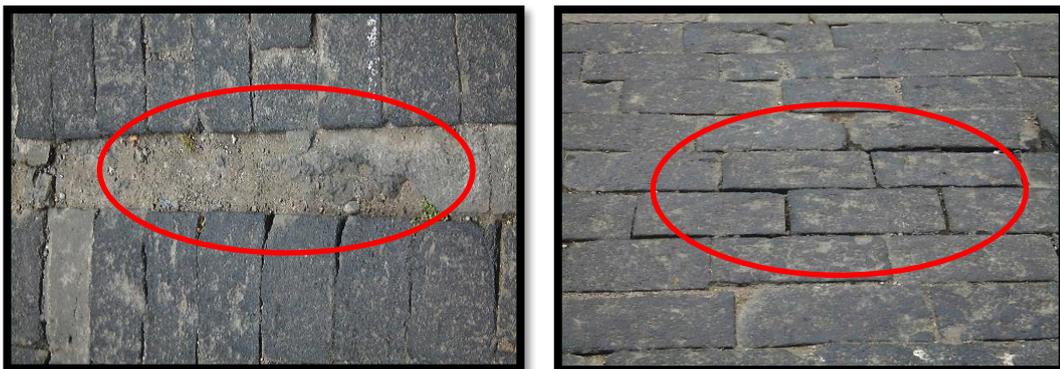
- **Sentido Longitudinal**

Figura 36 Fallas de Adoquinado existente calle 10 de agosto y Pedro de Alvarado



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 37 Fallas de Adoquinado existente calle 1 constituyente y Sebastián de Benalcázar



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 38 Fallas de Adoquinado existente Calle José Veloz y Tarqui



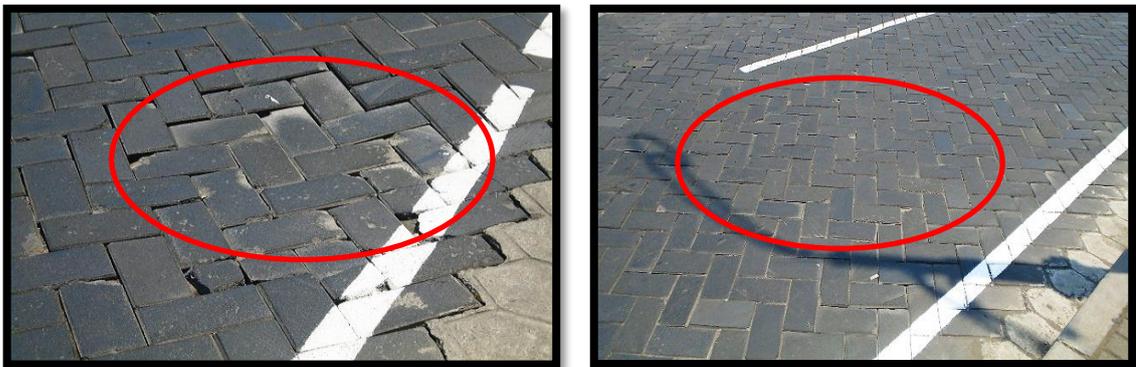
Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 39 Fallas Adoquinado existente calle Guayaquil y Cristóbal Colon



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 40 Fallas Adoquinado existente calle José de Orozco y Juan Larrea



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

- **Sentido Transversal**

Figura 41 Fallas Adoquinado existente calle Magdalena Davalos y 1 Constituyente



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 42 Fallas Adoquinado existente calles Vicente Rocafuerte y José Joaquín de Olmedo



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 43 Fallas Adoquinado existente calles Pichincha y Guayaquil



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 44 Fallas Adoquinado existente calles Gabriel García Moreno y Guayaquil



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 45 Fallas Adoquinado existente calles España y 10 de agosto



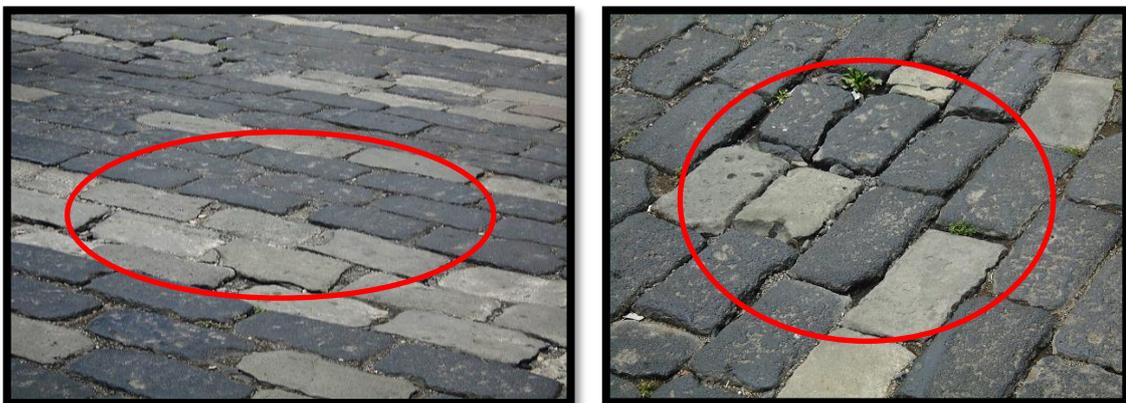
Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 46 Fallas Adoquinado existente calles Juan Larrea y 10 de agosto



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 47 Fallas Adoquinado existentes calles Cristóbal Colon y 10 de agosto



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 48 Fallas Adoquinado existente calles Eugenio Espejo y 1 Constituyente



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 49 Fallas Adoquinado existentes calles 5 de junio y Guayaquil



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 50 Fallas Adoquinado existente calles Tarqui y 10 de agosto



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

Figura 51 Fallas Adoquinado existentes calles Juan de Velasco y José Joaquín Olmedo



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

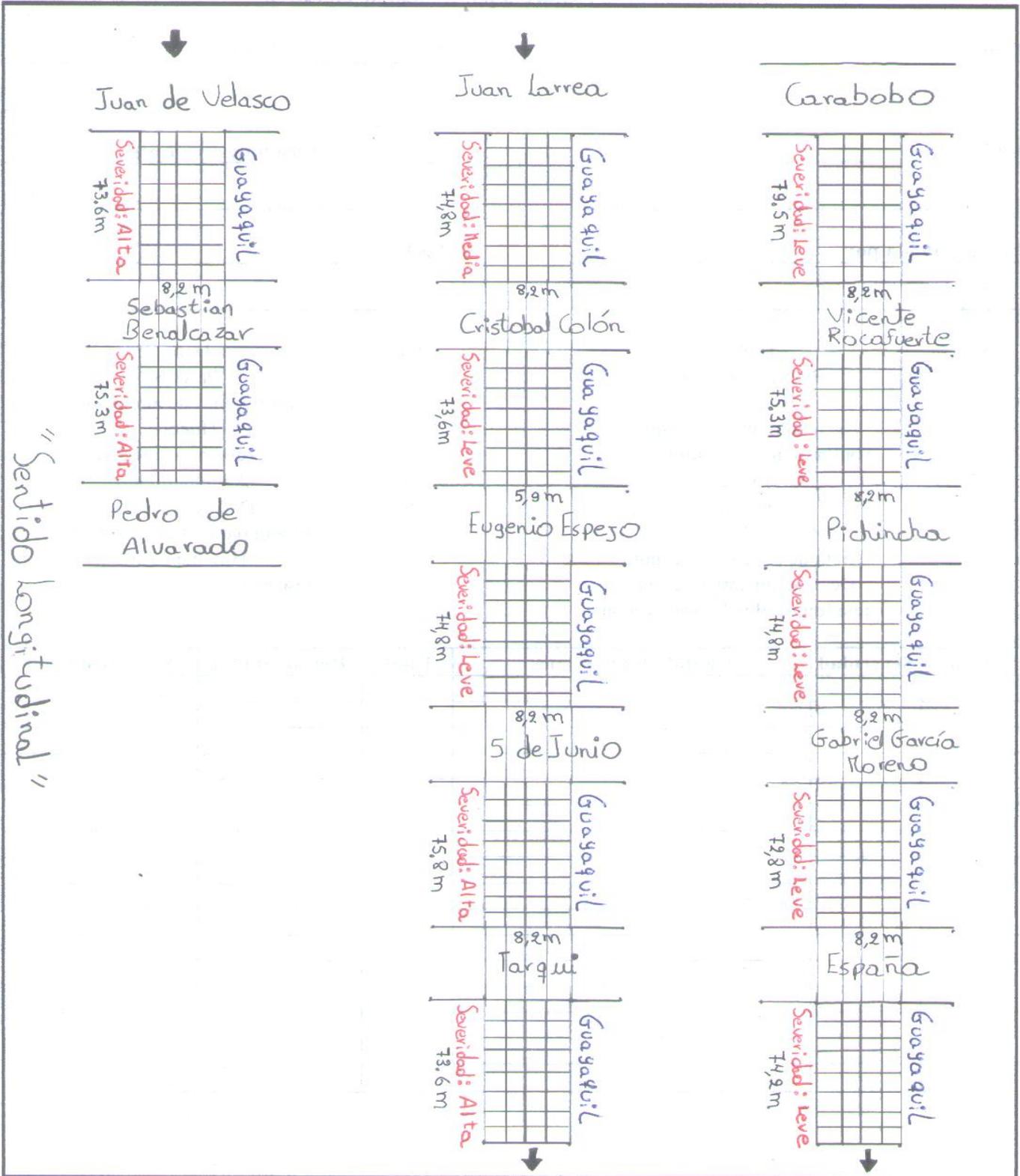
Figura 52 Fallas Adoquinado existentes calles Sebastián de Benalcázar y 1 Constituyente



Elaborado: Cristopher Paul Padilla Torres

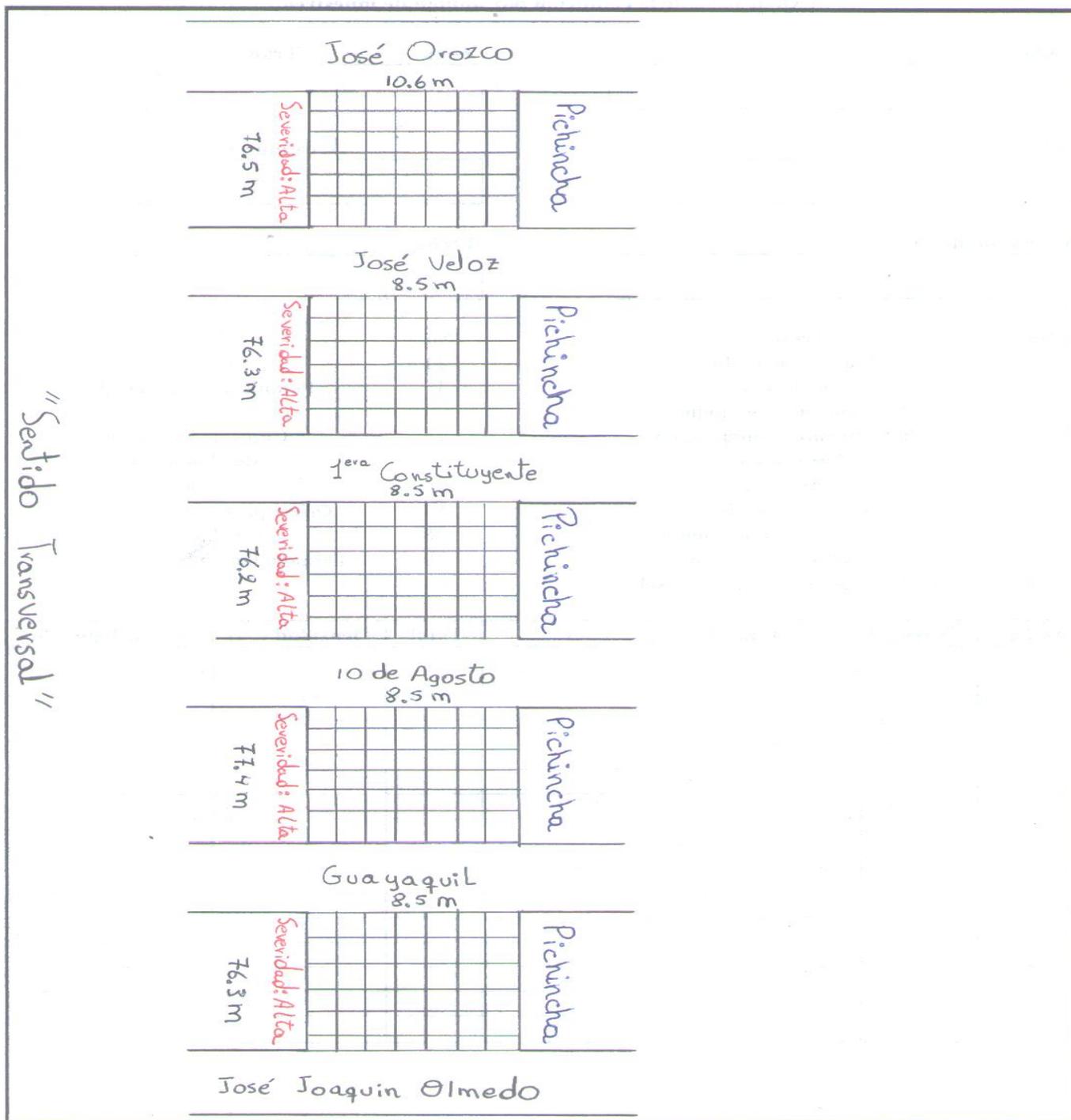
ANEXO 2:
HOJA DE CAMPO.

Esquema:



"Sentido longitudinal"

Esquema:



Se realiza el mismo procedimiento para los demás tramos del Centro Histórico de Riobamba tanto en vías Longitudinales como Transversales.

ANEXO 3:
**EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN
SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR).**

Tabla 41 Vía Longitudinal Guayaquil - Vicente Rocafuerte - Pichincha

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Guayaquil entre la intresección Vicente Rocafuerte				
FECHA: 2022-02-02	Zona: Centro Histórico Ciudad: Riobamba		EVALUADO POR: C. Padilla, V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.50	4.75	4.63	Muy Buena
2	4.20	4.50	4.35	Muy Buena
3	4.00	5.00	4.50	Muy Buena
4	5.00	4.00	4.50	Muy Buena
			PROMEDIO GENERAL 4.49	PSR= Muy Buena
CALLE: Guayaquil entre la intresección Pichincha				
FECHA: 2022-02-02	Zona: Centro Histórico Ciudad: Riobamba		EVALUADO POR: C. Padilla, V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.75	4.50	4.63	Muy Buena
2	4.30	4.50	4.40	Muy Buena
3	5.00	4.00	4.50	Muy Buena
4	4.00	5.00	4.50	Muy Buena
			PROMEDIO GENERAL 4.51	PSR= Muy Buena

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 42 Vía Longitudinal Guayaquil - García Moreno - España

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Guayaquil entre la intresección García Moreno				
FECHA: 2022-02-02	Zona: Centro Histórico Ciudad: Riobamba		EVALUADO POR: C. Padilla, V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.50	4.75	4.63	Muy Buena
2	4.20	4.50	4.35	Muy Buena
3	4.50	5.00	4.75	Muy Buena
4	5.00	4.75	4.88	Muy Buena
			PROMEDIO GENERAL 4.65	PSR= Muy Buena
CALLE: Guayaquil entre la intresección España				
FECHA: 2022-02-02	Zona: Centro Histórico Ciudad: Riobamba		EVALUADO POR: C. Padilla, V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.75	4.50	4.63	Muy Buena
2	4.30	4.50	4.40	Muy Buena
3	5.00	4.50	4.75	Muy Buena
4	4.75	5.00	4.88	Muy Buena
			PROMEDIO GENERAL 4.66	PSR= Muy Buena

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 43 Vía Longitudinal Guayaquil - Juan Larrea – Cristóbal Colon

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Guayaquil entre la intresección Juan Larrea				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.75	4.80	4.78	Muy Buena
2	4.50	4.85	4.68	Muy Buena
3	4.50	5.00	4.75	Muy Buena
4	5.00	4.80	4.90	Muy Buena
			PROMEDIO GENERAL 4.78	PSR= Muy Buena
CALLE: Guayaquil entre la intresección Cristobal Colon				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	2.50	2.75	2.63	Regular
2	2.75	3.00	2.88	Regular
3	2.00	3.00	2.50	Regular
4	2.00	2.50	2.25	Regular
			PROMEDIO GENERAL 2.56	PSR= Regular

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 44 Vía Longitudinal Guayaquil - Eugenio Espejo – 5 de junio

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Guayaquil entre la intresección Eugenio Espejo				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.75	4.80	4.78	Muy Buena
2	4.50	4.85	4.68	Muy Buena
3	5.00	4.00	4.50	Muy Buena
4	4.00	4.00	4.00	Muy Buena
			PROMEDIO GENERAL 4.49	PSR= Muy Buena
CALLE: Guayaquil entre la intresección 5 de Junio				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	4.30	4.35	4.33	Muy Buena
2	4.50	4.55	4.53	Muy Buena
3	5.00	4.00	4.50	Muy Buena
4	4.00	4.50	4.25	Muy Buena
			PROMEDIO GENERAL 4.40	PSR= Muy Buena

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 45 Vía Longitudinal Guayaquil – Tarqui- Juan de Velasco

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Guayaquil entre la intersección Tarqui				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.50	1.75	1.63	Pobre
2	1.30	1.75	1.53	Pobre
3	1.50	2.00	1.75	Pobre
4	2.00	1.75	1.88	Pobre
			PROMEDIO GENERAL	PSR= Pobre
			1.69	
CALLE: Guayaquil entre la intersección Juan de Velasco				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.75	1.85	1.80	Pobre
2	1.50	1.95	1.73	Pobre
3	1.50	2.00	1.75	Pobre
4	2.00	1.80	1.90	Pobre
			PROMEDIO GENERAL	PSR= Pobre
			1.79	

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 46 Vía Longitudinal Guayaquil - Sebastián de Benalcázar- Pedro de Alvarado

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Guayaquil entre la intersección Sebastian de Benalcazar				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.60	1.75	1.68	Pobre
2	1.65	1.85	1.75	Pobre
3	1.50	2.00	1.75	Pobre
4	2.00	1.75	1.88	Pobre
			PROMEDIO GENERAL	PSR= Pobre
			1.76	
CALLE: Guayaquil entre la intersección Pedro de Alvarado				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-02	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.65	1.85	1.75	Pobre
2	1.50	1.95	1.73	Pobre
3	1.55	2.00	1.78	Pobre
4	2.00	1.80	1.90	Pobre
			PROMEDIO GENERAL	PSR= Pobre
			1.79	

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 47 Vía Transversal Vicente Rocafuerte - Guayaquil - 10 de agosto

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Vicente Rocafuerte entre la intersección Guayaquil				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-04	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.45	1.55	1.50	Pobre
2	1.35	1.40	1.38	Pobre
3	1.50	1.50	1.50	Pobre
4	1.60	1.60	1.60	Pobre
			PROMEDIO GENERAL 1.49	PSR= Pobre
CALLE: Vicente Rocafuerte entre la intersección 10 de Agosto				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-04	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.30	1.60	1.45	Pobre
2	1.90	1.50	1.70	Pobre
3	1.60	1.70	1.65	Pobre
4	2.00	2.00	2.00	Pobre
			PROMEDIO GENERAL 1.70	PSR= Pobre

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 48 Vía Transversal Vicente Rocafuerte - 1 Constituyente - José Veloz

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Vicente Rocafuerte entre la intersección Primera Constituyente				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-04	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.55	1.65	1.60	Pobre
2	1.45	1.50	1.48	Pobre
3	1.60	1.60	1.60	Pobre
4	1.70	1.70	1.70	Pobre
			PROMEDIO GENERAL 1.59	PSR= Pobre
CALLE: Vicente Rocafuerte entre la intersección Jose Veloz				
FECHA:	Zona: Centro Histórico		EVALUADO POR: C. Padilla,	
2022-02-04	Ciudad: Riobamba		V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.40	1.70	1.55	Pobre
2	2.00	1.60	1.80	Pobre
3	1.70	1.80	1.75	Pobre
4	2.00	2.00	2.00	Pobre
			PROMEDIO GENERAL 1.78	PSR= Pobre

Elaborado: Padilla Cristopher

Tabla 49 Vía Transversal Vicente Rocafuerte, Pichincha - José Orozco - Guayaquil

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO EVALUACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PSR) VIA EN ADOQUÍN DE PIEDRA				
CALLE: Vicente Rocafuerte entre la intersección Jose Orozco				
FECHA: 2022-02-04	Zona: Centro Histórico Ciudad: Riobamba		EVALUADO POR: C. Padilla, V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.65	1.75	1.70	Pobre
2	1.55	1.60	1.58	Pobre
3	1.70	1.70	1.70	Pobre
4	1.80	1.80	1.80	Pobre
			PROMEDIO GENERAL 1.69	PSR= Pobre
CALLE: Pichincha entre la intersección Guayaquil				
FECHA: 2022-02-04	Zona: Centro Histórico Ciudad: Riobamba		EVALUADO POR: C. Padilla, V.Stoto,G.Padilla,L.Padilla	
N°	CRITERIOS		PROMEDIO	CALIFICACIÓN
	PRIMERO	SEGUNDO		
1	1.50	1.80	1.65	Pobre
2	2.00	1.70	1.85	Pobre
3	1.80	1.90	1.85	Pobre
4	2.00	2.00	2.00	Pobre
			PROMEDIO GENERAL 1.84	PSR= Pobre

Elaborado: Padilla Cristopher

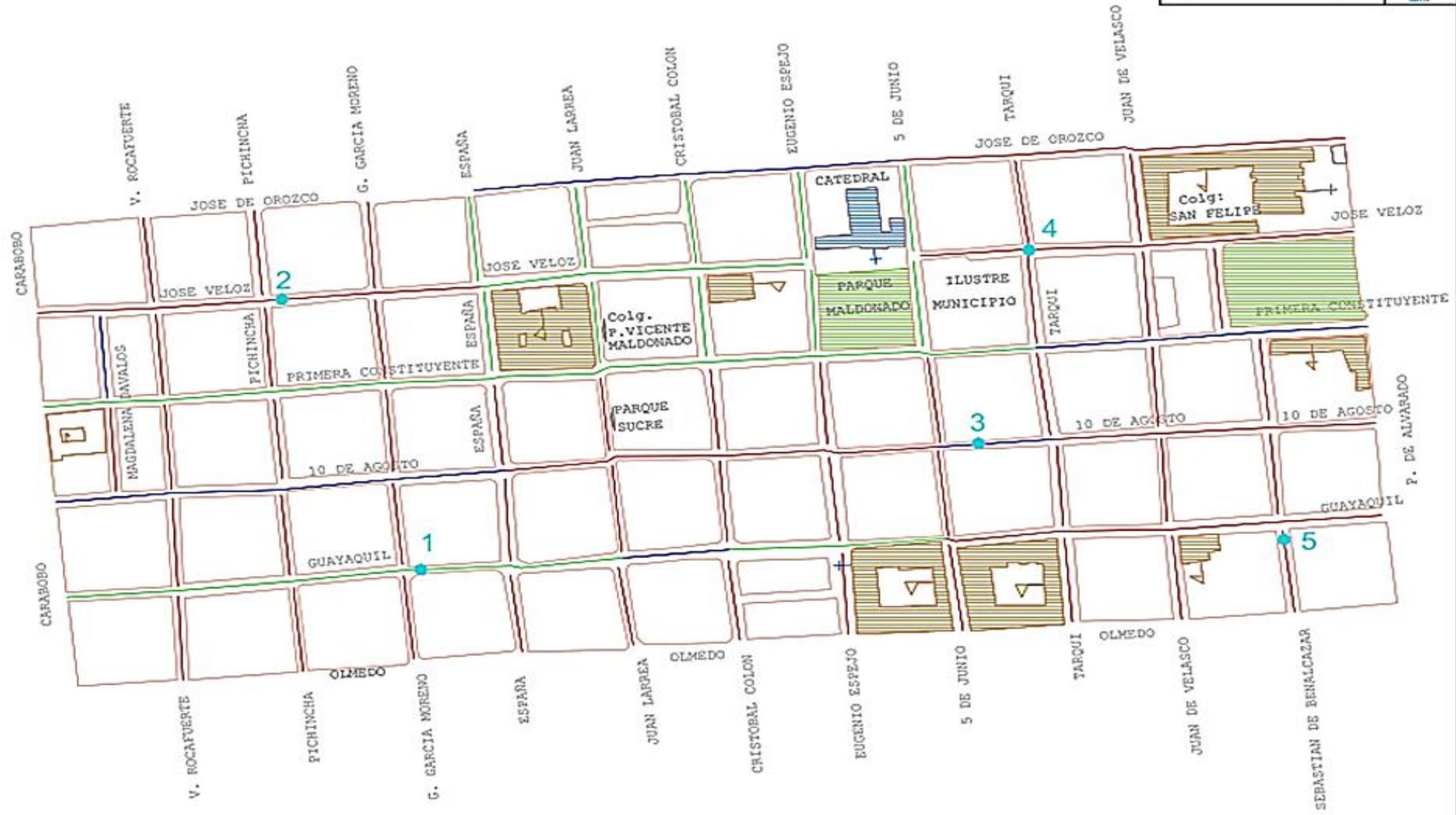
Se realiza el mismo procedimiento para los demás tramos del Centro Histórico de Riobamba tanto en vías Longitudinales como Transversales.

ANEXO 4:

**MAPA DEL CENTRO HISTORICO DE
RIOBAMBA (NÚMERO DE MUESTRAS).**

CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA ADOQUINADO DE PIEDRA

IDENTIFICACION DE LAS CALLES	ENTORNADO
	LIVRE
	MEDIA
	ALTA



ANEXO 5:
ENSAYOS CLASIFICACIÓN DE SUELOS.



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

SECTOR: RIOBAMBA

KILOMETRO: CALLE GUAYAQUIL Y GARCIA MORENO

MUESTRA N°:

PROFUNDIDAD:

USO:

YACIMIENTO:

FECHA DE RECEPCIÓN:

0,00 - 0,50

MATERIAL DE SITIO MUESTRA 1

26/04/2022

ORDEN DE TRABAJO No. 001935

ENSAYADO POR: Ing. Paulina Salas

CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas

TAMIZ	N°	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA	% PASA ESPECIFICADO MTOP -001 -F -2002
-------	----	-----------------------	-------------------------	------------	--------	--

GRANULOMETRIA SERIE GRUESA

3"						
2"						
1 1/2"						
1"			120	1	99	
3/4"			550	7	93	
1/2"			1040	12	88	
3/8"			2720	33	67	
N° 4			4460	53	47	
PASA N° 4			3900	47		
		8360				

SERIE FINA

N° 4						
8						
10		50		5	42	
16						
20						
30						
40		180		19	28	
50						
60						
100						
200		320		33	14	
PASA N° 200		133		14		
		453				

PESO INICIAL HUMEDO 500 gr.
PESO INICIAL SECO 453 gr.

LP=

LL=

IP=

W%

N-P 10.30 %

SUCS=

GM

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

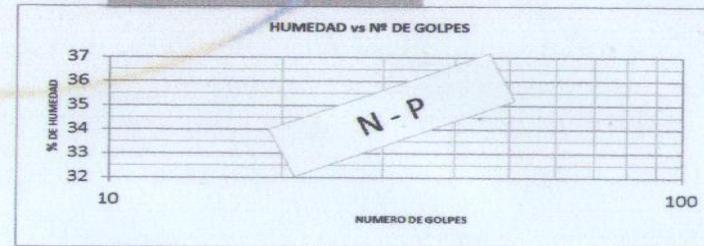
CAPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO	PESO CAP. + SUELO SECO	PESO CAPSULA	W %
------------	--------------	--------------------------	------------------------	--------------	-----

HUMEDAD NATURAL

1880		49.71	46.53	16.20	10.48	
3		47.05	44.19	15.90	10.11	10.30

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO



Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Mec
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

Los Álamos 2. Leopoldo Ormazá Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

CLASIFICACION DE SUELOS						
PROYECTO:		CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA		PROFUNDIDAD:		
SECTOR:		RIOBAMBA		USO:		
KILOMETRO:				YACIMIENTO:		
MUESTRA N°:		CALLE PICHINCHA Y VELOZ		FECHA DE RECEPCIÓN:		
				0.00 - 0.50		
				MATERIAL DE SITIO MUESTRA 2		
				ORDEN DE TRABAJO No. 0001935		
				ENSAYADO POR: Ing. Paulina Salas		
				CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas		
				26/04/2022		
TAMIZ	N°	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA	% PASA ESPECIFICADO (MOP-001-F-2002)
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA						
3"						
2"						
1 1/2"						
1"						
3/4"						
3/8"			1200	17	83	
N° 4			2020	29	71	
PASA N° 4			5030	71		
		7050				
SERIE FINA						
N° 4						
8						
10			130	21	50	
16						
20						
30						
40			250	40	31	
50						
60						
100						
200			330	53	18	
PASA N° 200			113	18		
		443				
PESO INICIAL HUMEDO		500		gr.		
PESO INICIAL SECO		443		gr.		
LP=						
LL=						
IP=	N-P	SUCS=	SM			
W%	12.93	%				

CAPSEDA N°	N° DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO	PESO CAP. + SUELO SECO	PESO CAPSULA	W %
103		45.54	42.19	16.20	12.89
W		42.06	39.08	16.10	12.97

12.93

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

HUMEDAD vs N° DE GOLPES

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas. Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS



Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

CLASIFICACION DE SUELOS						
PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA		PROFUNDIDAD: RIOBAMBA		ORDEN DE TRABAJO No. 0001935		
SECTOR: RIOBAMBA		USO:		ENSAYADO POR: Ing. Paulina Salas		
KILOMETRO:		YACIMIENTO:		CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas		
MUESTRA N°: CALLE VELOZ Y TARQUI		FECHA DE RECEPCIÓN:		0.00 - 0.50		
				MATERIAL DE SITIO MUESTRA 4		
				26/04/2022		
TAMIZ	N°	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA	% PASA ESPECIFICADO MTOP-001-F-2002
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA						
3"						
2"						
1 1/2"						
1"						
3/4"						
1/2"			790	9	91	
3/8"			1330	16	84	
N° 4			1960	23	77	
PASA N° 4			6460	77		
		8420				
SERIE FINA						
N° 4						
8						
10			30	5	72	
16						
20						
30						
40			170	29	48	
50						
60						
100						
200			310	53	24	
PASA N° 200			138	24		
		448				
PESO INICIAL HUMEDO		500		gr.		
PESO INICIAL SECO		448		gr.		
LP=						
LL=						
IP=						
W%	N-P	SUCS=	SM			
	11.51 %					

CAPSULA N°	N° DE GOLPES	PESO CAP. + SUELO HUMEDO	PESO CAP. + SUELO SECO	PESO CAPSULA	W %
HUMEDAD NATURAL					
2		41.99	39.39	16.00	11.12
7		44.13	41.17	16.30	11.90
					11.51

LIMITE LIQUIDO					

LIMITE PLASTICO					

HUMEDAD vs N° DE GOLPES

% DE HUMEDAD

NUMERO DE GOLPES

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas - Msc
 INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
 CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

CLASIFICACION DE SUELOS																																			
PROYECTO:		CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA		PROFUNDIDAD:	0.00 - 0.050																														
SECTOR:		RIOBAMBA		USO:	MATERIAL DE SITIO MUESTRA 5																														
KILOMETRO:		RIOBAMBA		YACIMIENTO:																															
MUESTRA N°:		CALLE SEBASTIAN BENALCAZAR Y GUAYAQUIL		FECHA DE RECEPCIÓN:	26/04/2022																														
ORDEN DE TRABAJO No. 001935				ENSAYADO POR: Ing. Paulina Salas																															
				CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas																															
TAMIZ	N°	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% PASA																														
GRANULOMETRIA SERIE GRUESA																																			
3"																																			
2"																																			
1 1/2"																																			
1"																																			
3/4"																																			
1/2"		205		3	97																														
3/8"		605		8	92																														
N° 4		1050		14	86																														
PASA N° 4		6440		86																															
		7490																																	
SERIE FINA																																			
N° 4																																			
8																																			
10		30		6	80																														
16																																			
20																																			
30																																			
40		120		23	63																														
50																																			
60																																			
100																																			
200		270		51	35																														
PASA N° 200		182		35																															
		452																																	
PESO INICIAL HUMEDO		500		gr.																															
PESO INICIAL SECO		452		gr.																															
LP=																																			
LL=																																			
IP=	N-P	SUCS=	SM																																
W%	10.63	%																																	
CAPSULA N°		N° DE GOLPES		PESO CAP. + SUELO HUMEDO																															
HUMEDAD NATURAL		PESO CAP. + SUELO SECO		PESO CAPSULA																															
W %																																			
6		49.78	46.58	15.90	10.43																														
107		49.57	46.31	16.20	10.83																														
10.63																																			
LIMITE LIQUIDO																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																			
LIMITE PLASTICO																																			
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																			

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS



Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx

ANEXO 6:
ENSAYOS DE COMPACTACIÓN.



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE COMPACTACION

METODO DE ENSAYO:

GOLPES POR CAPA:

N° DE CAPAS:

PESO MARTILLO:

ALTURA CAIDA:

AASHTO T 180 METODO D

56	MOLDE: DIAMETRO:	6"
5	VOLUMEN:	2124 C.C
10 lb	PESO:	5580 gr.
18"		

OBRA:

ORIGEN DEL MATERIAL:

MUESTRA N°:

SOLICITADO:

TUTOR:

FECHA:

26/04/2020

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 1 (DERECHA)

CALLE GUAYAQUIL Y GARCIA MORENO

SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ING. ANDREA NATALY ZARATE

LABORAT:

Lcdo. Luis Torres

CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA N°	1	2	3
P. MOLDE + SUELO (gr.)	10190	10545	10530
PESO MOLDE (gr.)	5580	5580	5580
PESO SUELO (gr.)	4610	4965	4950
CONT.PROM. AGUA %	105.33	110.65	115.11
DENS. HUM. (gr) cm3	2.170	2.338	2.331
DENS. SECA (gr.)cm3	2.061	2.113	2.025

CONTENIDO DE AGUA

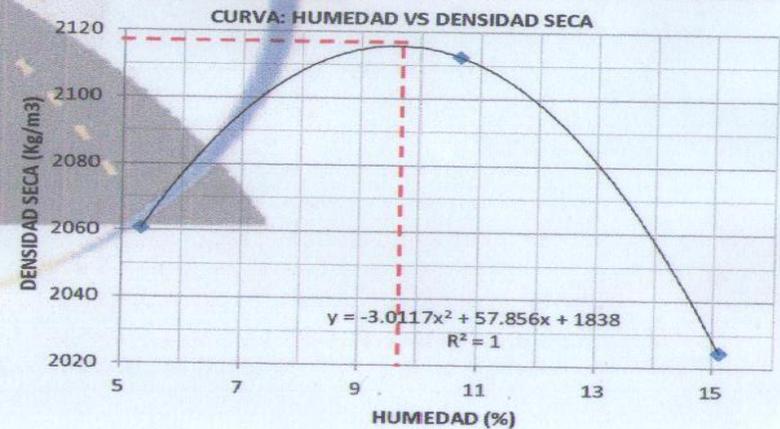
MUESTRA N°	1		2		3	
RECIPIENTE N° (TARA)	8	A	111	L	O	1880
TARA + SUELO H. (gr.)	53.34	59.09	51.12	50.09	55.24	53.23
TAR + SUELO S. (gr.)	51.37	57.03	47.84	46.73	50.12	48.34
PESO TARA	16.30	16.10	16.20	16.00	16.00	16.20
CONT. DE AGUA %	5.62	5.03	10.37	10.93	15.01	15.21
CONT. PROM. AGUA %	5.33		10.65		15.11	

Maxima densidad =

2117.00 kg/m3

Optima humedad =

9.70 %



ORDEN DE TRABAJO No. 001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE COMPACTACION

METODO DE ENSAYO:

AASHTO T 180 METODO D

GOLPES POR CAPA:

56

MOLDE: DIAMETRO:

6"

N° DE CAPAS:

5

VOLUMEN:

2124 c.c

PESO MARTILLO:

10 lb

PESO:

5580 gr.

ALTURA CAIDA:

18"

OBRA:

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

ORIGEN DEL MATERIAL:

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 2 (DERECHA)

MUESTRA N°:

CALLE PICHINCHA Y VELOZ

SOLICITADO:

SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

TUTOR:

ING. ANDREA NATALY ZARATE

FECHA:

26/04/2022

LABORAT:

Sr. Luis Torres

CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA N°	1	2	3
P. MOLDE + SUELO (gr.)	9415	9995	9920
PESO MOLDE (gr.)	5580	5580	5580
PESO SUELO (gr.)	3835	4415	4340
CONT.PROM. AGUA %	105.49	112.27	119.41
DENS. HUM. (gr) cm ³	1.806	2.079	2.043
DENS. SECA (gr.)cm ³	1.712	1.851	1.711

CONTENIDO DE AGUA

MUESTRA N°	1		2		3	
RECIPIENTE N° (TARA)	XLD	20	188	24	7	1001
TARA + SUELO H. (gr.)	53.13	57.42	58.56	52.26	59.03	51.15
TAR + SUELO S. (gr.)	51.33	55.11	53.93	48.32	52.05	45.45
PESO TARA	15.70	16.20	16.10	16.30	16.30	15.90
CONT. DE AGUA %	5.05	5.94	12.24	12.30	19.52	19.29
CONT. PROM. AGUA %	5.49		12.27		19.41	

Maxima densidad =

1851.00

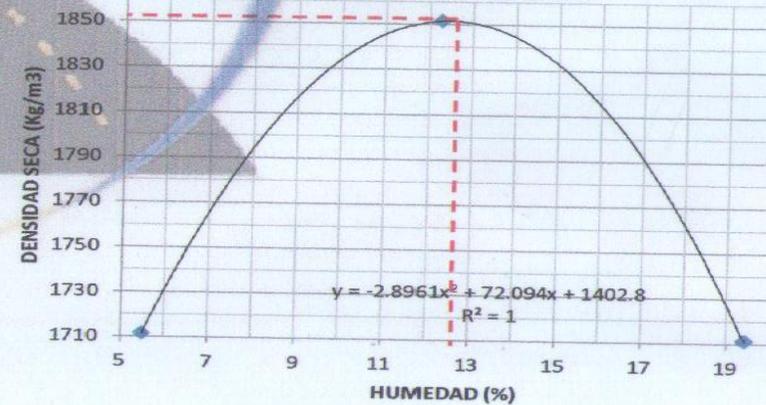
kg/m³

Optima humedad =

12.70

%

CURVA: HUMEDAD VS DENSIDAD SECA



ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE COMPACTACION

METODO DE ENSAYO:

AASHTO T 180 METODO D

GOLPES POR CAPA:

56

MOLDE: DIAMETRO:

6"

N° DE CAPAS:

5

VOLUMEN:

2124

c.c

PESO MARTILLO:

10 lb

PESO:

5580

gr.

ALTURA CAIDA:

18"

OBRA:

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

ORIGEN DEL MATERIAL:

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 3 (DERECHA)

MUESTRA N°:

CALLE 10 DE AGOSTO Y 5 DE JUNIO

SOLICITADO:

SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

TUTOR:

ING. ANDREA NATALY ZARATE

FECHA:

26/04/2022

LABORAT:

Lcdo . Luis Torres

CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA N°	1	2	3
P. MOLDE + SUELO (gr.)	10105	10490	10410
PESO MOLDE (gr.)	5580	5580	5580
PESO SUELO (gr.)	4525	4910	4830
CONT.PROM. AGUA %	106.42	112.14	118.50
DENS. HUM. (gr) cm3	2.130	2.312	2.274
DENS. SECA (gr.)cm3	2.002	2.061	1.919

CONTENIDO DE AGUA

MUESTRA N°	1		2		3	
RECIPIENTE N° (TARA)	2C	P	2A	L	9A	1A
TARA + SUELO H. (gr.)	53.46	59.96	52.55	50.74	56.90	50.23
TAR + SUELO S. (gr.)	51.25	57.48	48.98	46.95	51.01	45.37
PESO TARA	18.90	16.20	19.30	16.00	19.40	18.90
CONT. DE AGUA %	6.83	6.01	12.03	12.25	18.63	18.36
CONT. PROM. AGUA %	6.42		12.14		18.50	

Maxima densidad =

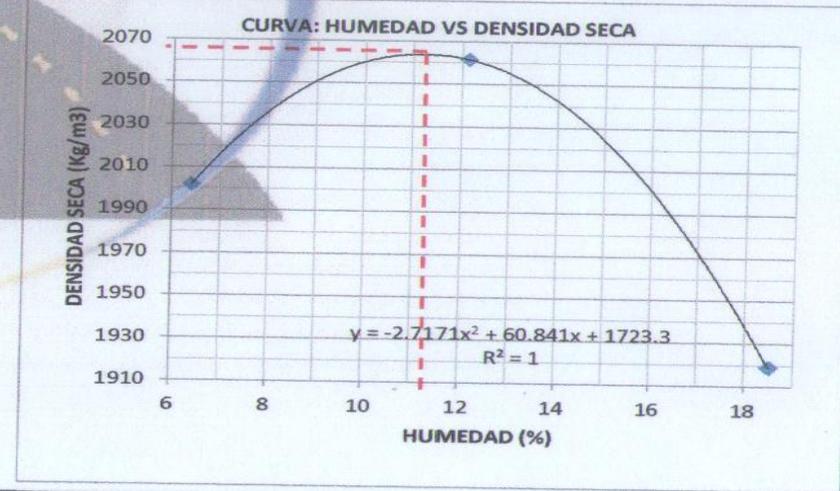
2065.00

kg/m3

Optima humedad =

11.40

%



ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE COMPACTACION

METODO DE ENSAYO:

GOLPES POR CAPA:

N° DE CAPAS:

PESO MARTILLO:

ALTURA CAIDA:

AASHTO T 180 METODO D

56	MOLDE: DIAMETRO:	6"
5	VOLUMEN:	2124 C.C
10 lb	PESO:	5580 gr.
18"		

OBRA:

ORIGEN DEL MATERIAL:

MUESTRA N°:

SOLICITADO:

TUTOR:

FECHA:

26/04/2022

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 4 (DERECHA)

CALLE VELOZ Y TARQUI

SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ING. ANDREA NATALY ZARATE

LABORAT:

Sr. Luis Torres

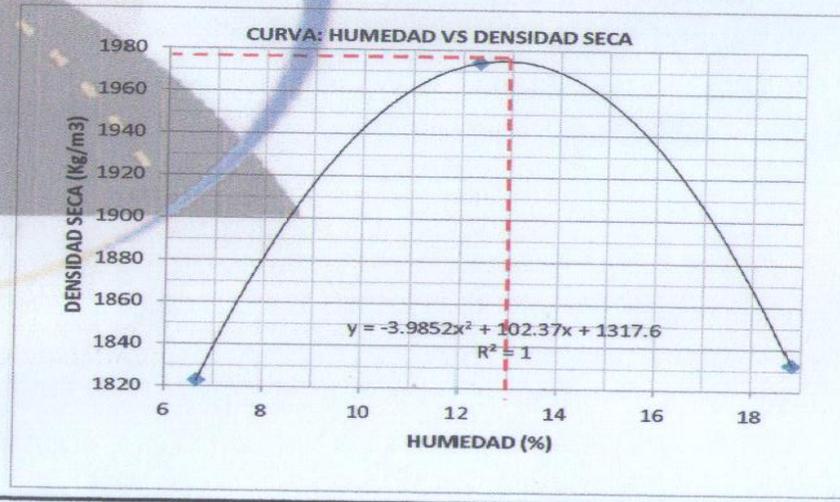
CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

DATOS PARA LA CURVA			
MUESTRA N°	1	2	3
P. MOLDE + SUELO (gr.)	9710	10290	10205
PESO MOLDE (gr.)	5580	5580	5580
PESO SUELO (gr.)	4130	4710	4625
CONT.PROM. AGUA %	106.67	112.34	118.82
DENS. HUM. (gr) cm3	1.944	2.218	2.177
DENS. SECA (gr.)cm3	1.823	1.974	1.833

CONTENIDO DE AGUA						
MUESTRA N°	1		2		3	
RECIPIENTE N° (TARA)	22	U	6	106	23	XLD
TARA + SUELO H. (gr.)	58.07	53.67	58.09	59.30	58.09	55.70
TAR + SUELO S. (gr.)	55.40	51.37	53.49	54.51	51.51	49.33
PESO TARA	16.20	16.10	15.90	16.00	16.00	16.00
CONT. DE AGUA %	6.81	6.52	12.24	12.44	18.53	19.11
CONT. PROM. AGUA %	6.67		12.34		18.82	

Maxima densidad =	1978.00	kg/m3
Optima humedad =	12.90	%



ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalag@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO DE COMPACTACION

METODO DE ENSAYO:

AASHTO T 180 METODO D

GOLPES POR CAPA:

56

MOLDE: DIAMETRO:

6"

N° DE CAPAS:

5

VOLUMEN:

2124 c.c

PESO MARTILLO:

10 lb

PESO:

5580 gr.

ALTURA CAIDA:

18"

OBRA:

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO
EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE
RIOBAMBA

ORIGEN DEL MATERIAL:

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 5 (DERECHA)

MUESTRA N°:

CALLE SEBASTIAN BENALCAZAR Y GUAYAQUIL

SOLICITADO:

SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

TUTOR:

ING. ANDREA NATALY ZARATE

FECHA:

26/04/2022

LABORAT:

Tglo. Luis Torres

CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

DATOS PARA LA CURVA

MUESTRA N°	1	2	3
P. MOLDE + SUELO (gr.)	9515	10190	10200
PESO MOLDE (gr.)	5580	5580	5580
PESO SUELO (gr.)	3935	4610	4620
CONT.PROM. AGUA %	106.45	114.27	122.53
DENS. HUM. (gr) cm3	1.853	2.170	2.175
DENS. SECA (gr.)cm3	1.740	1.899	1.775

CONTENIDO DE AGUA

MUESTRA N°	1		2		3	
RECIPIENTE N° (TARA)	22	107	7	5	P	S
TARA + SUELO H. (gr.)	50.02	51.82	55.12	55.05	53.23	55.45
TAR + SUELO S. (gr.)	47.96	49.67	50.35	50.08	46.32	48.34
PESO TARA	16.20	16.20	16.30	15.90	16.20	16.20
CONT. DE AGUA %	6.49	6.42	14.01	14.54	22.94	22.12
CONT. PROM. AGUA %	6.45		14.27		22.53	

Maxima densidad =

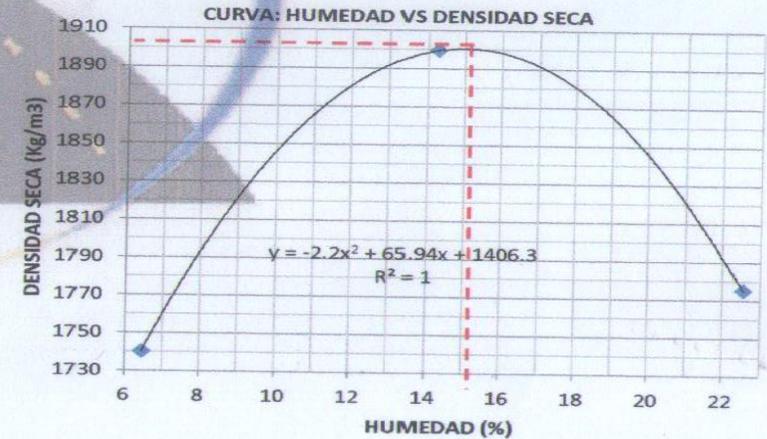
1901.00

kg/m3

Optima humedad =

15.20

%



ORDEN DE TRABAJO No. 001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx

ANEXO 7:
ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE
CALIFORNIA.



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

CARRETERA:
ORIGEN DEL MATERIAL:
MUESTRA DE:
MUESTRA:

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

MATERIAL DE SITIO, MUESTRA 1 (DERECHA)

CALLE GUAYAQUIL Y GARCIA MORENO

1

SOBRECARGA:

10 Lbrs

ENSAYADO POR:

Lcdo. Luis Torres

FECHA DE ENSAYO:

27/04/2020

CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

NORMA:

ASTM D 1883 -07

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

Molde Nro.	28		33		37	
Numero de capas	5		5		5	
Nº De Golpes Por capa	61		27		11	
	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
Peso muestra Humeda + molde (gr)	11600	11650	11330	11420	11150	11190
Peso del molde (gr)	6396	6396	6238	6238	6214	6214
Peso muestra Húmeda gr	5204	5254	5092	5182	4936	4976
Volúmen del molde cm ³	2190	2190	2190	2190	2190	2190
Densidad Húmeda gr/ cm ³	2.376	2.399	2.325	2.366	2.254	2.272
Densidad Seca gr/ cm ³	2.117	2.092	2.073	2.034	2.000	1.903

CONTENIDO DE HUMEDAD CBR

Tarro N°	11	S	7	102	27	42	42	22	111	U	20	V
Peso muestra Humeda + tarro (gr)	49.07	44.96	53.17	52.30	46.53	49.95	58.92	52.12	47.53	49.38	58.82	55.01
Peso muestra seca + tarro (gr)	45.48	41.82	48.52	47.56	43.19	46.30	53.01	47.00	43.94	45.70	52.01	48.44
Peso muestra Húmeda (gr)	3.59	3.14	4.65	4.74	3.34	3.65	5.91	5.12	3.59	3.68	6.81	6.57
Peso del tarro (gr)	16.10	16.20	16.30	15.90	15.90	16.10	16.10	16.20	16.20	16.10	16.20	15.20
Peso muestra seca (gr)	29.38	25.62	32.22	31.66	27.29	30.20	36.91	30.80	27.74	29.60	35.81	33.24
Contenido de Humedad	12.22	12.26	14.43	14.97	12.24	12.09	16.01	16.62	12.94	12.43	19.02	19.77
Promedio contenido de Humedad	12.24		14.70		12.16		16.32		12.69		19.39	

ORDEN DE TRABAJO No. 001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2, Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

CARRETERA:
ORIGEN DEL MATERIAL:
MUESTRA DE:
MUESTRA:

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 2 (DERECHA)
CALLE PICHINCHA Y VELOZ
2

SOBRECARGA: 10 Lbrs
ENSAYADO POR: Lcdo. Luis Torres
FECHA DE ENSAYO: 27/04/2022
CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
NORMA: ASTM D 1883 -07

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

Molde Nro.	8		9		200	
Numero de capas	5		5		5	
Nº De Golpes Por capa	61		27		11	
	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
Peso muestra Humeda + molde (gr)	10850	10840	10775	10815	10680	10710
Peso del molde (gr)	6205	6205	6284	6284	6342	6342
Peso muestra Húmeda gr	4645	4635	4491	4531	4338	4368
Volúmen del molde cm ³	2190	2190	2190	2190	2190	2190
Densidad Húmeda gr/ cm ³	2.121	2.116	2.051	2.069	1.981	1.995
Densidad Seca gr/ cm ³	1.852	1.816	1.791	1.733	1.729	1.646

CONTENIDO DE HUMEDAD CBR

Tarro N°	104	N	X	XLD	P	10	L	106	14	8	23	S
Peso muestra Humeda + tarro (gr)	50.50	54.02	57.32	56.81	50.29	54.66	56.78	58.38	52.71	55.86	51.41	53.45
Peso muestra seca + tarro (gr)	46.09	49.21	51.29	51.09	46.07	49.66	50.07	51.61	48.02	50.83	45.21	46.96
Peso muestra Húmeda (gr)	4.41	4.81	6.03	5.72	4.22	5.00	6.71	6.77	4.69	5.03	6.20	6.49
Peso del tarro (gr)	16.00	15.90	15.70	15.70	16.20	16.00	16.00	16.00	15.80	16.30	16.00	16.20
Peso muestra seca (gr)	30.09	33.31	35.59	35.39	29.87	33.66	34.07	35.61	32.22	34.53	29.21	30.76
Contenido de Humedad	14.66	14.44	16.94	16.16	14.13	14.85	19.69	19.01	14.56	14.57	21.23	21.10
Promedio contenido de Humedad	14.55		16.55		14.49		19.35		14.56		21.16	

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS



Los Álamos 2, Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

CARRETERA:
ORIGEN DEL MATERIAL:
MUESTRA DE:
MUESTRA:

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 3 (DERECHA)

CALLE 10 DE AGOSTO Y 5 DE JUNIO

3

SOBRECARGA:

10 Lbrs

ENSAYADO POR:

Lcdo. Luis Torres

FECHA DE ENSAYO:

27/04/2022

CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

NORMA:

ASTM D 1883 -07

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

Molde Nro.	1		2		3	
Numero de capas	5		5		5	
Nº De Golpes Por capa	61		27		11	
	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
Peso muestra Humeda + molde (gr)	10840	10800	10870	11040	11950	12150
Peso del molde (gr)	5859	5859	6148	6148	7579	7579
Peso muestra Húmeda gr	4981	4941	4722	4892	4371	4571
Volúmen del molde cm ³	2120	2120	2120	2120	2120	2120
Densidad Húmeda gr/ cm ³	2.350	2.331	2.227	2.308	2.062	2.156
Densidad Seca gr/ cm ³	2.105	2.032	2.004	1.985	1.852	1.807

CONTENIDO DE HUMEDAD CBR

Tarro N°	X	110	A	70	B	24	3	5	25	23	24	H
Peso muestra Humeda + tarro (gr)	54.90	52.71	54.76	55.85	53.94	51.22	59.59	55.55	57.72	57.11	55.38	53.03
Peso muestra seca + tarro (gr)	50.87	48.81	49.77	50.78	50.18	47.62	53.45	50.04	53.45	52.97	49.00	47.00
Peso muestra Húmeda (gr)	4.03	3.90	4.99	5.07	3.76	3.60	6.14	5.51	4.27	4.14	6.38	6.03
Peso del tarro (gr)	15.70	15.80	16.10	16.10	16.00	15.80	15.90	15.90	16.20	16.00	15.80	16.00
Peso muestra seca (gr)	35.17	33.01	33.67	34.68	34.18	31.82	37.55	34.14	37.25	36.97	33.20	31.00
Contenido de Humedad	11.46	11.81	14.82	14.62	11.00	11.31	16.35	16.14	11.46	11.20	19.22	19.45
Promedio contenido de Humedad	11.64		14.72		11.16		16.25		11.33		19.33	

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas

Ing. Paulina Salas, MSc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormazá Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

CARRETERA:

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

ORIGEN DEL MATERIAL:

MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 4 (DERECHA)

MUESTRA DE:

CALLE VELOZ Y TARQUI

MUESTRA:

4

SOBRECARGA:

10 Lbrs

ENSAYADO POR:

Sr. Luis Torres

FECHA DE ENSAYO:

27/04/2022

CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

NORMA:

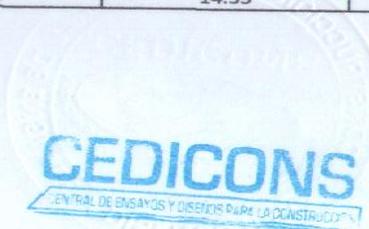
ASTM D 1883 -07

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)						
Molde Nro.	4		5		6	
Numero de capas	5		5		5	
Nº De Golpes Por capa	61		27		11	
	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
Peso muestra Humeda + molde (gr)	12680	12550	12530	12610	10450	10590
Peso del molde (gr)	7821	7821	7920	7920	6001	6001
Peso muestra Húmeda gr	4859	4729	4610	4690	4449	4589
Volúmen del molde cm ³	2120	2120	2120	2120	2120	2120
Densidad Húmeda gr/ cm ³	2.292	2.231	2.175	2.212	2.099	2.165
Densidad Seca gr/ cm ³	1.994	1.916	1.902	1.865	1.837	1.796

CONTENIDO DE HUMEDAD CBR												
Tarro N°	70	20	104	P	5	XLD	11	1880	21	106	188	10
Peso muestra Humeda + tarro (gr)	47.21	43.88	54.83	53.83	45.43	43.12	54.53	56.97	41.73	48.25	58.81	53.76
Peso muestra seca + tarro (gr)	43.07	40.36	49.26	48.62	41.70	39.70	48.41	50.67	38.59	44.18	51.67	47.22
Peso muestra Húmeda (gr)	4.14	3.52	5.57	5.21	3.73	3.42	6.12	6.30	3.14	4.07	7.14	6.54
Peso del tarro (gr)	16.10	16.20	16.00	16.20	15.90	15.70	16.10	16.20	16.30	16.00	16.10	16.00
Peso muestra seca (gr)	26.97	24.16	33.26	32.42	25.80	24.00	32.31	34.47	22.29	28.18	35.57	31.22
Contenido de Humedad	15.35	14.57	16.75	16.07	14.46	14.25	18.94	18.28	14.09	14.44	20.07	20.95
Promedio contenido de Humedad	14.96		16.41		14.35		18.61		14.26		20.51	

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS



Los Álamos 2. Leopoldo Ormazá Mz. G # 18
RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)

CARRETERA:
ORIGEN DEL MATERIAL:
MUESTRA DE:
MUESTRA:

CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 5 (DERECHA)
CALLE SEBASTIAN BENALCAZAR Y GUAYAQUIL
5

SOBRECARGA: 10 Lbrs
ENSAYADO POR: Tglo. Luis Torres
FECHA DE ENSAYO: 27/04/2022
CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
NORMA: ASTM D 1883 -07

ENSAYO C.B.R. (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)						
Molde Nro.	14		20		30	
Numero de capas	5		5		5	
Nº De Golpes Por capa	61		27		11	
	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo	Antes del Remojo	Después del Remojo
Peso muestra Humeda + molde (gr)	10950	11045	10500	10605	11605	11760
Peso del molde (gr)	6323	6323	6056	6056	7502	7502
Peso muestra Húmeda gr	4627	4722	4444	4549	4103	4258
Volúmen del molde cm ³	2120	2120	2120	2120	2120	2120
Densidad Húmeda gr/ cm ³	2.183	2.227	2.096	2.146	1.935	2.008
Densidad Seca gr/ cm ³	1.901	1.892	1.836	1.785	1.693	1.627

CONTENIDO DE HUMEDAD CBR												
Tarro N°	H	1001	7A	3C	105	9	2C	8B	L	13	6A	J
Peso muestra Humeda + tarro (gr)	51.16	52.03	54.34	56.66	52.30	52.88	50.40	52.79	56.36	51.79	56.17	54.51
Peso muestra seca + tarro (gr)	46.58	47.42	48.98	51.04	47.73	48.25	45.11	47.00	51.26	47.39	49.22	47.17
Peso muestra Húmeda (gr)	4.58	4.61	5.36	5.62	4.57	4.63	5.29	5.79	5.10	4.40	6.95	7.34
Peso del tarro (gr)	16.00	15.90	19.10	18.90	15.90	15.30	18.90	18.30	16.00	16.30	19.10	16.40
Peso muestra seca (gr)	30.58	31.52	29.88	32.14	31.83	32.95	26.21	28.70	35.26	31.09	30.12	30.77
Contenido de Humedad	14.98	14.63	17.94	17.49	14.36	14.05	20.18	20.17	14.46	14.15	23.07	23.85
Promedio contenido de Humedad	14.80		17.71		14.20		20.18		14.31		23.46	

ORDEN DE TRABAJO No. 001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx

ANEXO 8:
ENSAYO C.B.R. PENETRACIÓN.



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) PENETRACION

PROYECTO:	CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA	ENSAYADO POR:	Lcdo . Luis Torres	NORMA:	ASTM D 1883 -07
ORIGEN DEL MATERIAL:	MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 1 (DERECHA)	FECHA DE ENSAYO:	02/05/2020		
MUESTRA:	CALLE GUAYAQUIL Y GARCIA MORENO	CALCULO:	Ing. Paulina Salas G.		
SOLICITADO POR:	SEÑOR CRISTOPHER PADILLA				

PENETRACION pulgs. x 10 ⁻³	MOLDE Nº 28						MOLDE Nº 33						MOLDE Nº 37					
	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.
	dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2		dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2		dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	
0			0					0							0			
25			116					72							37			
50			280					188							105			
75			564					410							220			
100			874	874	1000	87.40		675	675	1000	67.50				410	410	1000	41.00
150			1560					1261							850			
200			2341					1915							1380			
250			2850					2417							1868			
300								2743							2143			
400															2510			
500																		

ORDEN DE TRABAJO No. 001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)
PENETRACION

PROYECTO:	CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA		
ORIGEN DEL MATERIAL:	MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 2 (DERECHA)		
MUESTRA:	CALLE PICHINCHA Y VELOZ		
SOLICITADO POR:	SEÑOR CRISTOPHER PADILLA		
ENSAYADO POR:	Lcdo. Luis Torres	NORMA:	ASTM D 1883 -07
FECHA DE ENSAYO:	02/05/2022		
CALCULO:	Ing. Paulina Salas G.		

PENETRACION pulgs. x 10 ⁻³	MOLDE Nº 8						MOLDE Nº 9				MOLDE Nº 200							
	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.
	dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2		dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2		dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	
0			0					0							0			
25			141					79							19			
50			293					184							47			
75			431					293							126			
100			556	556	1000	55.60		404	404	1000	40.40			243	243	1000	24.30	
150			886					667						477				
200			1172					872						712				
250			1403					1044						892				
300			1640					1250						1078				
400			2055					1666						1368				
500								2041						1610				

ORDEN DE TRABAJO No. 001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormazá Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)
PENETRACION

PROYECTO:	CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA			ENSAYADO POR:	Lcdo . Luis Torres	NORMA:	ASTM D 1883 -07
ORIGEN DEL MATERIAL:	MATERIAL DE SITIO, MUESTRA 3 (DERECHA)			FECHA DE ENSAYO:	02/05/2022		
MUESTRA:	CALLE 10 DE AGOSTO Y 5 DE JUNIO			CALCULO:	Ing. Paulina Salas G.		
SOLICITADO POR:	SEÑOR CRISTOPHER PADILLA						

PENETRACION pulgs.x 10 ⁻³	MOLDE Nº 1						MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3							
	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES	PRESIONES CORRIGDS.	PRESION ESTANDAR	VALORES C.B.R.
	dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2		dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2		dial	lbs	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	lbs./pulg.2	
0			0															
25			190					0							0			
50			414					100							67			
75			647					280							157			
100			919	919	1000	91.90		496							294			
150			1489					705	705	1000	70.50				427	427	1000	42.70
200			1889					1077							708			
250			2150					1430							992			
300			2400					1702							1209			
400								1950							1378			
500															1651			
															1920			

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS



CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormazá Mz. G # 18
RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)
PENETRACION

PROYECTO:	CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA			ENSAYADO POR:	Sr. Luis Torres	NORMA:	ASTM D 1883 -07
ORIGEN DEL MATERIAL:	MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 4 (DERECHA)			FECHA DE ENSAYO:	02/05/2022		
MUESTRA:	CALLE VELOZ Y TARQUI			CALCULO:	Ing. Paulina Salas G.		
SOLICITADO POR:	SR. CHISTOPHER PADILLA						

PENETRACION pulgs.x 10 ⁻³	MOLDE Nº 4						MOLDE Nº 5						MOLDE Nº 6					
	CARGA		PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES CORRGDS. lbs./pulg.2	PRESION ESTANDAR lbs./pulg.2	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES.CORRGDS. lbs./pulg.2	PRESION ESTANDAR lbs./pulg.2	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES CORRGDS. lbs./pulg.2	PRESION ESTANDAR lbs./pulg.2	VALORES C.B.R.
	dial	lbs					dial	lbs					dial	lbs				
0			0															
25			153															
50			327															
75			516															
100			707	707	1000	70.70												
150			1093															
200			1410															
250			1739															
300			2050															
400			2687															
500																		

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas. Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

ENSAYO C.B.R (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California)
PENETRACION

PROYECTO:	CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA			ENSAYADO POR:	Tglo. Luis Torres	NORMA:	ASTM D 1883 -07
ORIGEN DEL MATERIAL:	MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 5 (DERECHA)			FECHA DE ENSAYO:	02/05/2022		
MUESTRA:	CALLE SEBASTIAN BENALCAZAR Y GUAYAQUIL			CALCULO:	Ing. Paulina Salas G.		
SOLICITADO POR:	SEÑOR CRISTOPHER PADILLA						

PENETRACION pulgs. x 10 ⁻³	MOLDE Nº 14						MOLDE Nº 20				MOLDE Nº 30							
	CARGA		PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES CORRGDS. lbs./pulg.2	PRESION ESTANDAR lbs./pulg.2	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES CORRGDS. lbs./pulg.2	PRESION ESTANDAR lbs./pulg.2	VALORES C.B.R.	CARGA		PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES CORRGDS. lbs./pulg.2	PRESION ESTANDAR lbs./pulg.2	VALORES C.B.R.
	dial	lbs					dial	lbs					dial	lbs				
0			0					0										
25			200					96							40			
50			370					210							90			
75			575					365							142			
100			760	760	1000	76.00		516	516	1000	51.60			220	220	1000	22.00	
150			1145					840						397				
200			1535					1151						550				
250			1835					1490						723				
300			2095					1721						870				
400			2365					1998						1100				
500			2617					2154						1298				

ORDEN DE TRABAJO No. 001935

Paulina Salas
Ing. Paulina Salas. Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx

ANEXO 8:
ENSAYO C.B.R. PENETRACIÓN.



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

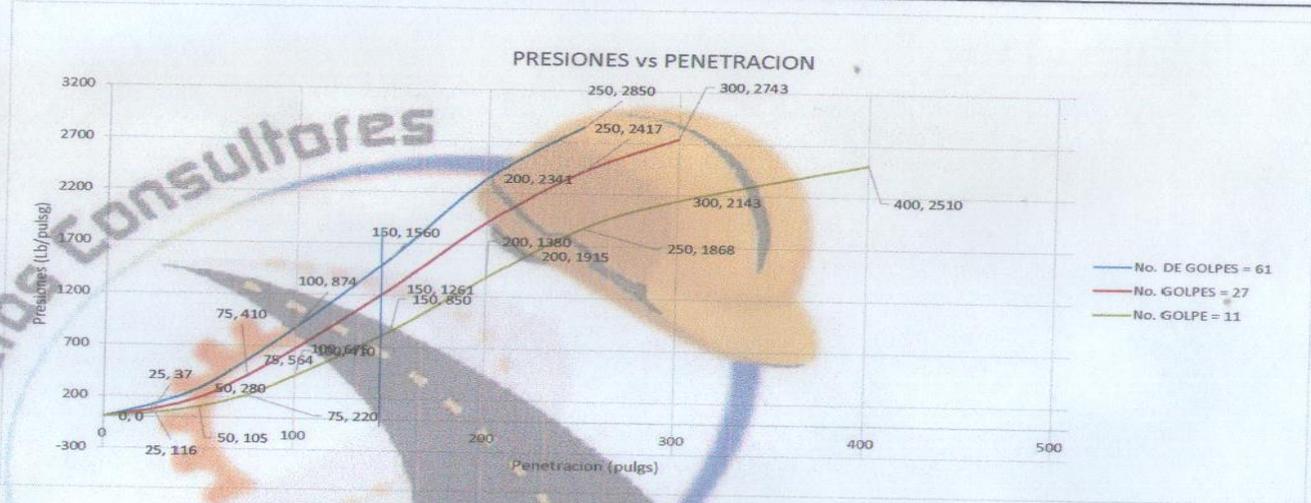
PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
 ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 1 (DERECHA)
 MUESTRA DE: CALLE GUAYAQUIL Y GARCIA MORENO
 SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Lcdo . Luis Torres
 FECHA DE ENSAYO: 02/05/2020
 CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
 NORMA: ASTM D 1883 -07

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRAFICA DE PRESIONES vs PENETRACION

PENETRACION pulgs.x 10-3	MOLDE Nº 28	MOLDE Nº 33	MOLDE Nº 37
	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2
0	0	0	0
25	116	72	37
50	280	188	105
75	564	410	220
100	874	675	410
150	1560	1261	850
200	2341	1915	1380
250	2850	2417	1868
300	0	2743	2143
400	0	0	2510
500	0	0	0

ORDEN DE TRABAJO No. 001935



Paulina Salas
 Ing. Paulina Salas. Msc
 INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS



Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

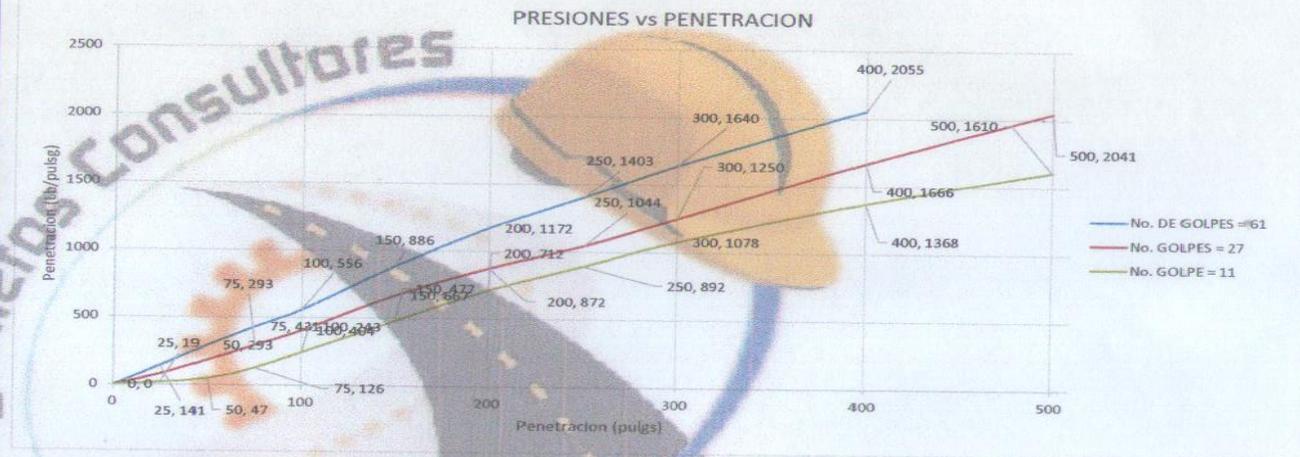
PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
 ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 2 (DERECHA)
 MUESTRA DE: CALLE PICHINCHA Y VELOZ
 SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Lcdo. Luis Torres
 FECHA DE ENSAYO: 02/05/2022
 CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
 NORMA: ASTM D 1883 -07

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRAFICA DE PRESIONES vs PENETRACION

PENETRACION pulg. x 10 ⁻³	MOLDE Nº 8	MOLDE Nº 9	MOLDE Nº 200
	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2
0	0	0	0
25	141	79	19
50	293	184	47
75	431	293	126
100	556	404	243
150	886	667	477
200	1172	872	712
250	1403	1044	892
300	1640	1250	1078
400	2055	1666	1368
500	0	2041	1610

ORDEN DE TRABAJO No. 001935



Paulina Salas
 Ing. Paulina Salas. Msc
 INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
 CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalag@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 3 (DERECHA)

MUESTRA DE: CALLE 10 DE AGOSTO Y 5 DE JUNIO

SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Lcdo. Luis Torres

02/05/2022

NORMA:

ASTM D 1883 -07

FECHA DE ENSAYO:

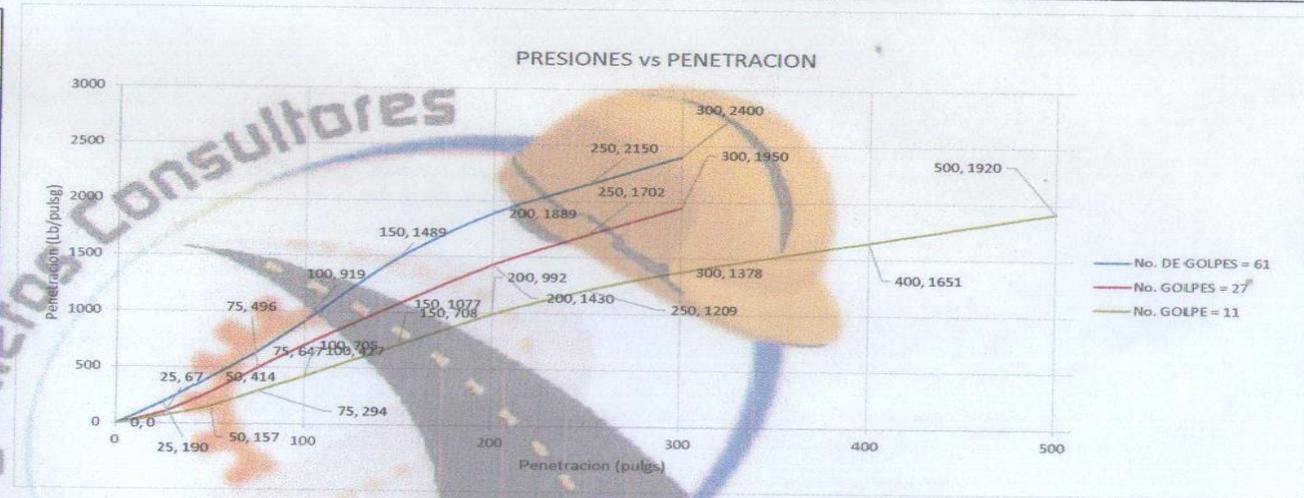
Ing. Paulina Salas G.

CALCULO:

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRAFICA DE PRESIONES vs PENETRACION

PENETRACION pulgs.x 10-3	MOLDE Nº 1	MOLDE Nº 2	MOLDE Nº 3
	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2
0	0	0	0
25	190	100	67
50	414	280	157
75	647	496	294
100	919	705	427
150	1489	1077	708
200	1889	1430	992
250	2150	1702	1209
300	2400	1950	1378
400	0	0	1651
500	0	0	1920

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935



Paulina Salas
Ing. Paulina Salas. MSc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA

ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 4 (DERECHA)

MUESTRA DE: CALLE VELOZ Y TARQUI

SOLICITADO POR: SR. CHISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Sr. Luis Torres

Sr. Luis Torres

NORMA:

ASTM D 1883 -07

FECHA DE ENSAYO: 02/05/2022

02/05/2022

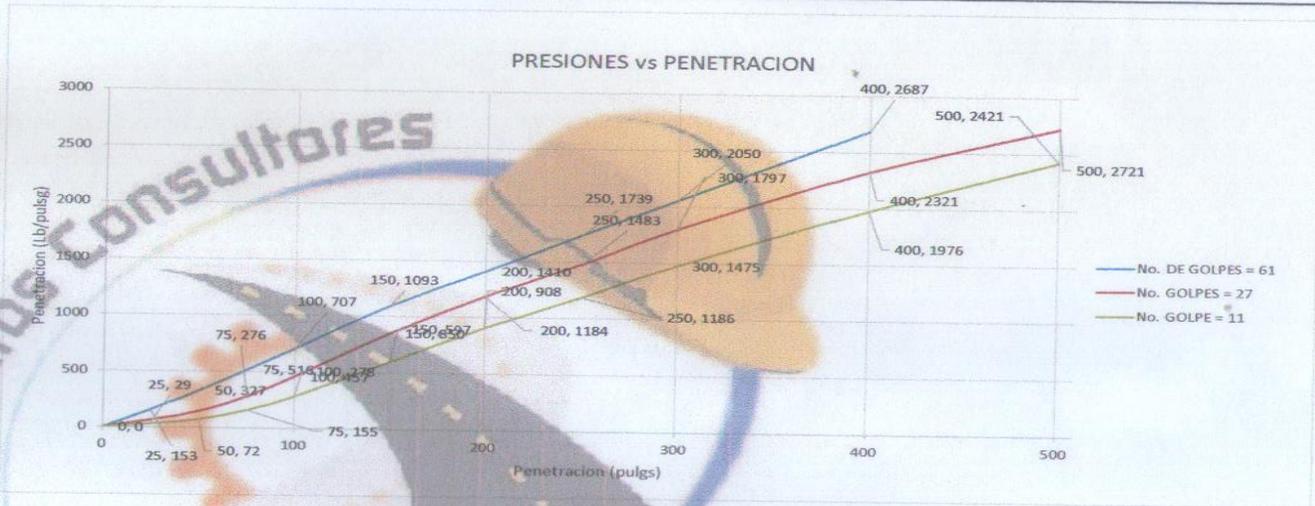
CALCULO:

Ing. Paulina Salas G.

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRAFICA DE PRESIONES vs PENETRACION

PENETRACION pulgs.x 10-3	MOLDE Nº 4	MOLDE Nº 5	MOLDE Nº 6
	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2
0	0	0	0
25	153	62	29
50	327	142	72
75	516	276	155
100	707	457	278
150	1093	850	597
200	1410	1184	908
250	1739	1483	1186
300	2050	1797	1475
400	2687	2321	1976
500	0	2721	2421

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935



Paulina Salas
Ing. Paulina Salas. Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalag@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
 ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 5 (DERECHA)
 MUESTRA DE: CALLE SEBASTIAN BENALCAZAR Y GUAYAQUIL
 SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

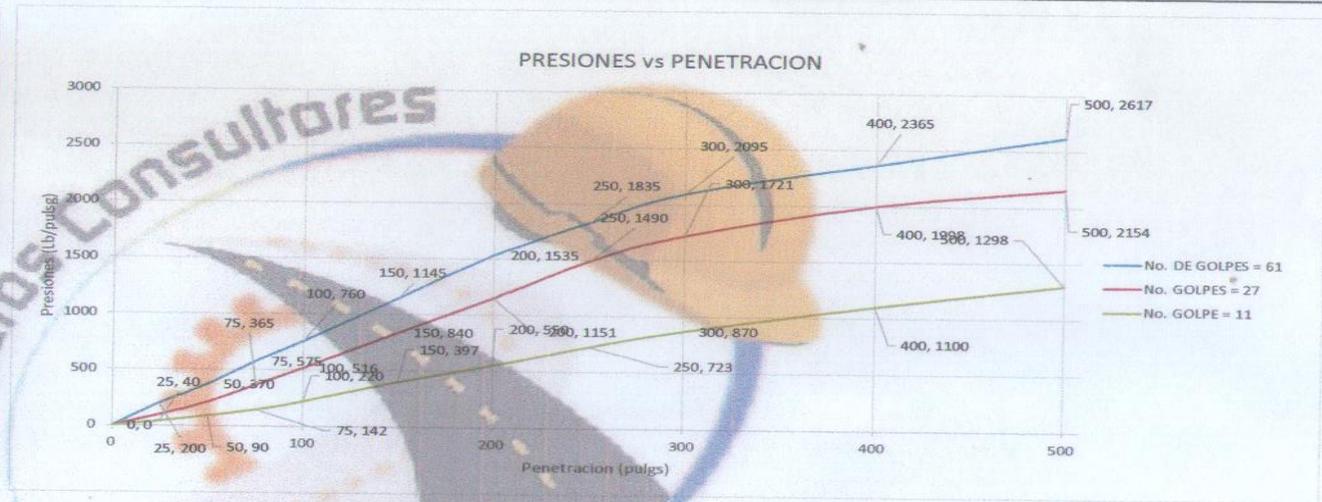
ENSAYADO POR: Tglo. Luis Torres
 FECHA DE ENSAYO: 02/05/2022
 CALCULO: Ing. Paulina Salas G.

NORMA: ASTM D 1883 -07

TABLA DE RESUMEN PARA LA GRAFICA DE PRESIONES vs PENETRACION

PENETRACION pulg.x 10-3	MOLDE Nº 14	MOLDE Nº 20	MOLDE Nº 30
	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2	PRESIONES lbs./pulg.2
0	0	0	0
25	200	96	40
50	370	210	90
75	575	365	142
100	760	516	220
150	1145	840	397
200	1535	1151	550
250	1835	1490	723
300	2095	1721	870
400	2365	1998	1100
500	2617	2154	1298

ORDEN DE TRABAJO No. 001935



Paulina Salas
 Ing. Paulina Salas, Msc
 INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
 CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalasg@yahoo.com.mx

ANEXO 10:
GRAFICAS DENSIDAD SECA VS VALORES
C.B.



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
 ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 1 (DERECHA)
 MUESTRA DE: CALLE GUAYAQUIL Y GARCIA MORENO
 SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Lcdo . Luis Torres
 FECHA DE ENSAYO: 02/05/2020
 CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
 NORMA: ASTM D 1883 -07

CBR(%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
87	2117
68	2073
41	2000



ORDEN DE TRABAJO No. 001935

VALOR C.B.R. AL 95 % DE SU MAXIMA DENSIDAD = 44.40 %

Paulina Salas
 Ing. Paulina Salas. Msc
 INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
 CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

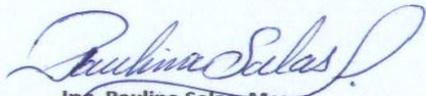
PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 2 (DERECHA)
MUESTRA DE: CALLE PICHINCHA Y VELOZ
SOLICITADO POR: SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA
ENSAYADO POR: Lcdo. Luis Torres
FECHA DE ENSAYO: 02/05/2022
CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
NORMA: ASTM D 1883 -07

CBR(%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
56	1852
40	1791
24	1729



ORDEN DE TRABAJO No. 001935

VALOR C.B.R. AL 95 % DE SU MAXIMA DENSIDAD = 30.90 %


Ing. Paulina Salas. Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
 CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA – CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 3 (DERECHA)
MUESTRA DE: CALLE 10 DE AGOSTO Y 5 DE JUNIO
SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Lcdo. Luis Torres
FECHA DE ENSAYO: 02/05/2022
CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
NORMA: ASTM D 1883 -07

CBR(%)	DENSIDAD SECA(Kg/m3)
92	2105
71	2004
43	1852



VALOR C.B.R. AL 95 % DE SU MAXIMA DENSIDAD = 61.8%

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Ing. Paulina Salas, Msc
INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
0987170820 - 032306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
 ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO, MUESTRA 4 (DERECHA)
 MUESTRA DE: CALLE VELOZ Y TARQUI
 SOLICITADO POR: SR. CHISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Sr. Luis Torres
 FECHA DE ENSAYO: 02/05/2022
 CALCULO: Ing. Paulina Salas G.

NORMA: ASTM D 1883 -07

CBR(%)	DENSIDAD SECA(Kg/m ³)
71	1994
46	1902
28	1837



VALOR C.B.R. AL 95 % DE SU MAXIMA DENSIDAD = 40.2 %

ORDEN DE TRABAJO No. 0001935

Paulina Salas
 Ing. Paulina Salas, Msc
 INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS



Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

PROYECTO: CAUSAS DEL DETERIORO DEL ADOQUINADO EXISTENTES EN EL CENTRO HISTORICO DE RIOBAMBA
 ORIGEN DEL MATERIAL: MATERIAL DE SITIO. MUESTRA 5 (DERECHA)
 MUESTRA DE: CALLE SEBASTIAN BENALCAZAR Y GUAYAQUIL
 SOLICITADO POR: SEÑOR CRISTOPHER PADILLA

ENSAYADO POR: Tglo. Luis Torres
 FECHA DE ENSAYO: 02/05/2022
 CALCULO: Ing. Paulina Salas G.
 NORMA: ASTM D 1883 -07

CBR(%)	DENSIDAD SECA(Kg/m ³)
76	1901
52	1836
22	1693



VALOR C.B.R. AL 95 % DE SU MAXIMA DENSIDAD = 44.50 %

ORDEN DE TRABAJO No. 001935



Paulina Salas
 Ing. Paulina Salas - Msc
 INGENIEROS CONSULTORES CEDICONS

CEDICONS
 CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Los Álamos 2. Leopoldo Ormaza Mz. G # 18
 RIOBAMBA - CHIMBORAZO - ECUADOR
 0987170820 - 032306621
 paulinasalasg@yahoo.com.mx