



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

EFFECTOS DE LA ADICIÓN DE CONCRETO RECICLADO
EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS SUELOS
ARCILLOSOS DE SUBRASANTE EN EL DISTRITO DE
CARABAYLLO, CALLE 19 TRAMO: Km 0+000 - 0+720”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Jesús Elías Sagástegui Reátegui

Asesor:

Mg. Marco Antonio Cerna Vasquez

Lima - Perú

2020

CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Contextualización del problema.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Formulación del problema	¡Error! Marcador no definido.
1.3. Justificación	¡Error! Marcador no definido.
1.4. Limitaciones	¡Error! Marcador no definido.
1.4.1. Problemas específicos	¡Error! Marcador no definido.
1.5. Objetivos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5.1. Objetivo general	¡Error! Marcador no definido.
1.5.2. Objetivos específicos	¡Error! Marcador no definido.
1.6. Antecedentes Nacionales.....	¡Error! Marcador no definido.
1.7. Antecedentes Internacionales	¡Error! Marcador no definido.
1.8. Bases Teóricas	¡Error! Marcador no definido.
1.8.6. Subrasante	¡Error! Marcador no definido.
1.9. Hipótesis.....	¡Error! Marcador no definido.
1.10. Definiciones Conceptuales	¡Error! Marcador no definido.
Operacionalización de variables	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO II. METODOLOGIA	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Tipo de Investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Nivel de investigación	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2. Diseño de la Investigación	¡Error! Marcador no definido.
2.2. Métodos Empleados	¡Error! Marcador no definido.

2.2.1.	<i>Métodos de Observación</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2.	<i>Método Inductivo</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3.	<i>Método Comparativo</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.	Población y Muestra	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.	<i>Muestra</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2.	<i>Tipo de Muestreo</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.4.	Técnicas y Materiales	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1.	<i>Técnicas</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2.	<i>Materiales</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3.	<i>Procedimiento de Recolección, Tratamiento y Análisis de Datos</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.5.	Aspectos éticos	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III. RESULTADOS		¡Error! Marcador no definido.
3.1.	Resultados de los ensayos de laboratorio	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1.	<i>Ubicación del área en estudio</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2.	<i>Exploraciones de Campo</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3.	<i>Muestreo y obtención de muestras</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.1.4.	<i>Obtención de concreto reciclado</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.1.5.	<i>Interpretación de Resultados</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.1.6.	<i>Interpretación de Ensayos – Cuadros Comparativos</i>	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		¡Error! Marcador no definido.
4.1.	Limitaciones	¡Error! Marcador no definido.
4.2.	Interpretación Comparativa	¡Error! Marcador no definido.
4.3.	Implicancias	¡Error! Marcador no definido.
4.4.	Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS		9
ANEXOS		¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS		¡Error! Marcador no definido.
	<i>Ensayos de laboratorio</i>	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

tabla 1 operacionalización de variable (Independiente)	¡Error! Marcador no definido.
tabla 2 operacionalización de variable (Dependiente)	¡Error! Marcador no definido.
tabla 3 Juego de tamices	¡Error! Marcador no definido.
tabla 4 Instrumentos para levantamiento de información.....	¡Error! Marcador no definido.
tabla 5 Cuadro comparativo de clasificación de suelos	¡Error! Marcador no definido.
tabla 6 Comparación de los resultados del límite líquido.....	¡Error! Marcador no definido.
tabla 7 Comparación de los resultados del límite plástico	¡Error! Marcador no definido.
tabla 8 comparación de los resultados del índice de plasticidad.....	¡Error! Marcador no definido.
tabla 9 Comparación de los resultados de humedad	¡Error! Marcador no definido.
tabla 10 Comparación de los resultados de los ensayos de Proctor modificado	¡Error! Marcador no definido.
tabla 11 Comparación de los resultados de los ensayos de CBR	¡Error! Marcador no definido.
tabla 12 categorías de subrasante	¡Error! Marcador no definido.
tabla 13 resultados CBR	¡Error! Marcador no definido.
tabla 14 Proctor modificado.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 representación de la población	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 ubicación de la población	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3 Proctor modificado (materiales).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 criterio lógico (mecánica de suelos)	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5 resultado CBR	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6 Limites de Consistencia	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7 Registro para el muestreo de exploraciones en campo	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8 Análisis granulométrico y contenido de humedad	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9 Ensayo de límite de consistencia – límite líquido y limite plástico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10 Ensayo de Proctor modificado.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11 Ensayo de relación de soporte de california - CBR.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 12 Límites de atterberg (carta de plasticidad).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13 Sistema de clasificación AASHTO.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14 Clasificación de suelos - terreno natural.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 15 Proctor modificado – terreno natural.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 16 Ensayo de CBR – terreno natural.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 17 Ensayo de CBR – terreno natural.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 18 clasificación de suelos – terreno natural + 5% concreto reciclado	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19 Proctor modificado – terreno natural + 5% concreto reciclado.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 20 ensayo de CBR – terreno natural + 5% concreto reciclado .	¡Error! Marcador no definido.
Figura 21 Ensayo de CBR – terreno natural + 5% concreto reciclado .	¡Error! Marcador no definido.
Figura 22 Clasificación de suelos – terreno natural + 15% concreto reciclado ...	¡Error! Marcador no definido.
Figura 23 Proctor modificado – terreno natural + 15% concreto reciclado.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 24 Ensayo de CBR – terreno natural + 15% concreto reciclado	¡Error! Marcador no definido.
Figura 25 Ensayo de CBR – terreno natural + 15% concreto reciclado	¡Error! Marcador no definido.
Figura 26 Clasificación de suelos – terreno natural + 25% concreto reciclado ...	¡Error! Marcador no definido.

Figura 27 Proctor modificado – terreno natural +25% concreto reciclado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 28 Ensayo de CBR – terreno natural +25% concreto reciclado **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 29 ensayo de CBR - terreno natural +25% concreto reciclado **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 30 Clasificación de suelos – terreno natural +35% concreto reciclado **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 31 Proctor modificado – terreno natural +35% concreto reciclado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 32 Ensayo de CBR -terreno natural +35% concreto reciclado.. **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 33 Ensayo de CBR – terreno natural +35% concreto reciclado **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 34 Curva granulométrica **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 35 Contenido de humedad **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 36 Límites de consistencia – líquido y plástico **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 37 Proctor modificado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 38 califonia bearing ratio **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 39 Curva granulométrica **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 40 Contenido de humedad **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 41 límites de consistencia – líquido y plástico **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 42 Proctor modificado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 43 califonia bearing ratio **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 44 Curva granulométrica **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 45 contenido de humedad **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 46 límites de consistencia – líquido y plástico **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 47 Proctor modificado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 48 California bearing ratio..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 49 Curva granulométrica **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 50 Contenido de humedad **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 51 límites de consistencia – líquido y plástico **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 52 Proctor modificado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 53 califonia bearing ratio **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 54 curva granulométrica **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 55 contenido de humedad **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 56 límites de consistencia – líquido plástico..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 57 Proctor modificado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 58 califonia bearing ratio **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Coeficiente de uniformidad.....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 2. Coeficiente de curvatura	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 3. Contenido de humedad.....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 4. Índice de plasticidad.....	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 5. Densidad húmeda	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 6. Densidad seca	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 7. Peso unitario	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 8. Curva de saturación	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 9. Porcentaje de agua	¡Error! Marcador no definido.
Ecuación 10. porcentaje de expansión.....	¡Error! Marcador no definido.

NOTA DE ACCESO:

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Ávila Esquivel, T. (2010). *Evaluación de las Propiedades de la cal Como Material Estabilizante de Suelos Plásticos para Carreteras y su Efecto en las Características del Material a Estabilizar.*
- Barek Orti, L. A. (2015). *Mejorar la Capacidad Portante de los Suelos Usando Sábila, Para la Construcción de Caminos Rurales.*
- Barrera Bucio, M. (2002). *Introducción a la Mecánica de Suelos no Saturados en Vías Terrestres.* Sanfandila.
- Bauzá Castelló, J. D. (2015). *El Tratamiento de los Suelos Arcillosos con Cal. Comportamiento Mecánico y Evolución a Largo Plazo ante Cambios de Humedad.*
- Blacio Reyes , J. A. (2018). *Diseño de Rellenos Fluidos con el Uso de los Materiales Reciclados Obtenidos de los Escombros Producidos por el Terremoto en la Provincia de Manabí, como Reemplazo de las Bases Granulares de la Estructura de las Vías.*
- Cabana Valverde, M. A. (2017). *Mejoramiento de la Relación de Soporte (CBR) al Adicionar el Estabilizante Químico CAL a la Sub – Rasante de la Carretera no Pavimentada de Bajo Tránsito Paria.*
- Calle Llactahuamaní, S. E., & Arce Huahuachampi, M. G. (2018). *Estabilización con Polímero Acrílico de la Subrasante de la Zona del Puente de Añashuayco para su uso como Base y Comparación Frente a un Pavimento Convencional.*
- Camacho Salazar, P. (2016). *Evaluación del Reciclado de Pavimentos Asfálticos (RAP) para uso en Pavimentos Expuestos.*
- Castillo Parra, B. F. (2017). *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para Utilizarlos como Subrasantes en Carreteras.*
- Contreras Quezada, K. B., & Herrera Lázaro, V. A. (2015). *Mejoramiento del Agregado Obtenido de Escombros de la Construcción para Bases y Subbases de Estructuras de Pavimento en Nuevo Chimbote.*
- Cruz García, J. A., & Velázquez Yañez, R. (2004). *Concreto Reciclado.*
- Cuestas Manzo , J. A., & Morales Bustos, K. A. (2017). *Ubicación del Suelo Ubicado en la Carrera 68 con Calle 80 con Escombros de Concreto Simple Triturado.*
- De la Cruz Gutierrez, L. M., & Salcedo Rojas, K. K. (2016). *Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Aditivos (Eco Road 2000) Para Pavimentación en Palian.*
- Del Rio Huamán, Y. A. (2017). *Optimización de la Estabilización de Suelos Arcillosos en el Sector Curva del Sum - Campiña de Moche, con Concreto Reciclado Para Pavimentación.*
- Díaz Vásquez, F. (2018). *Mejoramiento de la Subrasante mediante Ceniza de Cascara de Arroz en la Carretera Dv San Martin.*

- Gil Carbonell, E. R., & Nuñez Quintana, I. K. (2018). *Influencia de la Adición de Fibras de PET Reciclado sobre la Resistencia, Cohesión y Ángulo de Fricción Interna de Suelos Arcillosos Aplicado a la Estabilidad de Taludes.*
- Gómez Meijide, B. (2015). *Aplicación Sostenible de Residuos de Construcción y Demolición como Árido Reciclado de Mezclas Bituminosas en Frío.*
- Jara Anyaypoma, R. (2014). *Efecto de Cal como Estabilizante de una Subrasante de Suelo Arcilloso.*
- Junco del Pino, J. M., & Tejada Piusseaut, E. (2013). *Consideraciones acerca de la Actividad de las Arcillas en la Estabilización de Suelos.* Revista Arquitectura e Ingeniería, España.
- Leiva Gonzales, R. R. (2016). *Utilización de Bolsas de Polietileno para el Mejoramiento de Suelo a Nivel de la Subrasante en el Jr. Arequipa.*
- Lescano Cabrera, S. D., & Nárvaez Sánchez, L. A. (2010). *Mejoramiento de la Capacidad Portante del CBR de una Subbase Granular con Material Proveniente de la Provincia de Esmeraldas por medio de la Adición de Desechos de PVC.*
- Mamani Barriga, L. E., & Yataco Quispe, A. J. (2017). *Estabilización de Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza de Madera de Fondo, Producto de Ladrilleras Artesanales en el Departamento de Ayacucho.*
- Monje Lombo, C. A., & Rodríguez Villareal, D. J. (2016). *Carbonatación Acelerada en Agregados Reciclados de Concreto y Evaluación de su Desempeño en Mezclas de Concreto para Vías.*
- Morales Mayén, C. J. (2014). *Ensayo para uso de Concreto Reciclado para Carpetas Asfálticas, Concreto y Block Pómez para Bases y Subbases.*
- Moscoso Sarmiento, E. F. (2019). *Estudio de la Capacidad Portante Mediante el CBR, de Suelo de la Mina de Chocarsi Estabilizada con Cemento tipo MH.*
- Norma Técnica Peruana NTP 339.128. (1999 (revisada el 2014)). *Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico.*
- Norma Técnica Peruana NTP 339.145. (1999). *Métodos de Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de Suelos Compactados en el Laboratorio.*
- Norma Técnica Peruana NTP 339.129. (199). *Método de Ensayo para Determinar el Límite Líquido, Límite Plástico, e Índice de Plasticidad de Suelos.*
- Norma Técnica Peruana NTP 339.141. (1999). *Métodos de Ensayo para la Compactación del Suelo en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada (2.700kN-m/m³ (56.000 pie-lbf/pie³)).*
- Norma Técnica Peruana NTP 339.160. (2001). *Método de Prueba Normalizado para la Determinación del Contenido de Agua (humedad) del Suelo por el Método del Horno Microondas.*
- Palomino Terán, K. E. (2016). *Capacidad Portante (CBR) de un Suelo Arcilloso, con las Incorporación del Estabilizador MAXXSEAL 100.*
- Quintero Esquivel, J. M. (2017). *Suelo - Cemento con Sustitución en Franja Granulométrica con Concreto Reciclado.*
- Rabanal Pajares, J. E. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento.*

- Ramos Pereira, M. L. (2019). *Mejoramiento de la Capacidad de Soporte del Suelo a Nivel de Subrasantea través de la Utilización del Sistema Rocamix.*
- Ravines Aliaga, J. A. (2017). *Capacidad Portante de los Suelos de Fundación, Mediante los Métodos DPL y Corte Directo Para la Ciudad de José Gálvez.*
- Romero Romero, R. M., & Sañac Vilca, C. (2016). *Evaluación Comparativa Mediante la Capacidad de Soporte y Densidad Máxima de un Suelo Adicionado con Polímero Adhesivo Natural en Porcentajes de 0.5%, 1%, 2%, y 3% Frente a un Suelo Natural para Subrasante de Pavimento Rígido de la Urb. San Judas Chico.*
- Ruano López, D. R. (2012). *Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Arenas Volcánicas y Cal Viva.*
- Terzaghi, K. v. (1943). *Theoretical Soil Mechanic.* John Wiley and Sons.
- Velasquez Pacco, L. M. (2015). *Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Reciclado para Lima Metropolitana.*
- Zambrano Zambrano, W. E. (2016). *Diseño Estructural de Pavimentos.* Printed and mad.