



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON LA ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA”, CAJAMARCA 2018.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Rojas Galvez, Jeinner Ramiro

Asesor:

Ing. Manuel Rafael Urteaga Toro

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados

A mis padres Ramiro Rojas Machuca y Alis Marlene Gálvez Gálvez, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, ya que sin ellos no hubiera sido posible lograr esta meta.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho que este trabajo se realice con éxito.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme por el camino correcto y ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres y hermanas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado, además por confiar y creer en mí.

Al Ing. Iván Hildebrando Mejía Díaz por haber guiado este trabajo en su inicio y al Ing. Manuel Rafael Urteaga Toro por ayudarme a concluirlo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Objetivos	19
1.4. Hipótesis.....	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	21
2.1. Tipo de investigación	21
2.2. Población y muestra	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	22
2.4. Procedimiento.....	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS	46
3.1 Resultados para la determinación de un suelo óptimo.	46
3.2 Dosificación para la elaboración de los BTC.....	50
3.3 Resultados de los ensayos de compresión, flexión y absorción de los BTC.....	53
3.4 Incremento de las propiedades físico mecánicas de los BTC con adición emulsión asfáltica RC-250 frente a los BTC de la muestra patrón.....	65
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	67
4.1 Discusión.....	67
4.2 Conclusiones	70
REFERENCIAS	72
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Propiedades de la emulsión asfáltica	15
Tabla 2	Población y muestra	22
Tabla 3	Técnicas y guías para el análisis de datos	26
Tabla 4	Ubicación de la cantera	27
Tabla 5	Distribución del material para el ensayo de Proctor modificado	36
Tabla 6	Especificaciones, medias y porcentajes de emulsión en los BTC	39
Tabla 7	Resumen de resultados de los ensayos previos a la elaboración de BTC	46
Tabla 8	Dosificación total de agua y emulsión asfáltica (RC-250) para el ensayo de Proctor modificado	48
Tabla 9	Dosificación detallada del agua para el ensayo de Proctor modificado	49
Tabla 10	Dosificación detallada de emulsión asfáltica (RC-250) – Proctor modificado	49
Tabla 11	Resumen de ensayo de Proctor modificado con y sin adición de emulsión asfáltica (RC-250)	50
Tabla 12	Resumen de dosificación total de agua y emulsión para la elaboración de BTC	50
Tabla 13	Dosificación de agua para los BTC (30x14x10 cm) en estado natural – flexión y absorción	51
Tabla 14	Dosificación de agua para los BTC (15x14x10 cm) en estado natural - compresión	51
Tabla 15	Dosificación detallada de emulsión asfáltica para los BTC (30x14x10 cm) – flexión y absorción	52
Tabla 16	Dosificación detallada de emulsión asfáltica para los BTC (15x14x10 cm) - compresión	52
Tabla 17	Resumen de resultados del ensayo a compresión de los BTC	53
Tabla 18	Resumen de resultados del ensayo a flexión de los BTC	53
Tabla 19	Resumen de resultados del ensayo de grado de absorción de los BTC	53
Tabla 20	Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC – muestra patrón	54
Tabla 21	Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC - 2% E.A	54
Tabla 22	Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC – 3% E.A	55
Tabla 23	Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC – 4% E.A	55
Tabla 24	Resumen general del ensayo de resistencia a compresión de los BTC	56
Tabla 25	Resumen general del módulo de Young para los BTC sometidos a compresión	57
Tabla 26	Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a compresión	58

Tabla 27 Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC – muestra patrón.....	59
Tabla 28 Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC – 2% E.A.....	59
Tabla 29 Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC -3% E.A.....	60
Tabla 30 Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC – 4% E.A.....	60
Tabla 31 Resumen general del ensayo de resistencia a flexión de los BTC	61
Tabla 32 Resumen general del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión	62
Tabla 33 Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión	63
Tabla 34 Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – muestra patrón	63
Tabla 35 Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – 2% E.A.....	64
Tabla 36 Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – 3% E.A.....	64
Tabla 37 Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – 4% E.A.....	64
Tabla 38 Incremento en la resistencia a compresión de los BTC.....	65
Tabla 39 Incremento en la resistencia a flexión de los BTC.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Protocolo ensayo resistencia a la compresión para los BTC.	23
Figura 2: Protocolo ensayo resistencia a la flexión para los BTC.....	24
Figura 3: Protocolo ensayo de absorción para los BTC	25
Figura 4: Cantera donde se extrajo el material (Santa Bárbara).....	27
Figura 5: Ensayo contenido de humedad de la materia prima.....	29
Figura 6: Ensayo granulométrico de la materia prima.	30
Figura 7: Ensayo granulométrico por sifonaje de la materia prima.	32
Figura 8: Ensayo límite líquido de la materia prima.	34
Figura 9: Ensayo límite plástico de la materia prima.	35
Figura 10: Ensayo de Proctor modificado para la muestra patrón	38
Figura 11: Ensayo de Proctor modificado con emulsión asfáltica (RC-250).....	38
Figura 12: Elaboración de los BTC en la máquina CINVA RAM.....	40
Figura 13: BTC en estado natural y con adición de emulsión asfáltica (RC-250)	41
Figura 14: Ensayo de resistencia a la compresión de los BTC.....	42
Figura 15: Ensayo de resistencia a la flexión de los BTC.....	43
Figura 16: Ensayo de grado de absorción de los BTC.	44
Figura 17: Clasificación de suelos – normativa SUCS	47
Figura 18: Clasificación por carta de plasticidad.	48
Figura 19: Resumen general ensayo a la compresión de los BTC.	56
Figura 20: Resumen general del modulo de Young para los BTC sometidos a compresión.	57
Figura 21: Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a compresión.....	58
Figura 22: Resumen general ensayo a la flexión de los BTC.....	61
Figura 23: Resumen general del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión.....	62
Figura 24: Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión.	63
Figura 25: Incremento en resistencia a la compresión de los BTC.	65
Figura 26: Incremento en resistencia a la flexión de los BTC.	66

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 : Contenido de humedad	28
Ecuación 2: Porcentajes retenidos, gradación del suelo.	30
Ecuación 3: Porcentaje retenidos, acumulados.....	30
Ecuación 4: Porcentaje de material pasante.	30
Ecuación 5: Porcentajes retenidos, gradación del suelo.	32
Ecuación 6: Porcentaje retenidos, acumulados.....	32
Ecuación 7: Porcentaje de material pasante.	32
Ecuación 8: Índice de plasticidad del suelo.....	35
Ecuación 9: Densidad Seca	37
Ecuación 10: Densidad húmeda.	37
Ecuación 11: Esfuerzo a la Compresión axial del BTC.	42
Ecuación 12: Esfuerzo a la flexión del BTC.	43
Ecuación 13 : Grado de Absorción del bloque de tierra comprimida.	44

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal determinar en qué medida influye la adición de emulsión asfáltica (RC-250) en las propiedades físico mecánicas de resistencia a la compresión, flexión y grado de absorción, de bloques de tierra comprimida y compararlos con bloques de tierra comprimida en estado natural; para determinar el incremento de la resistencia a la compresión, flexión y grado de absorción. Se elaboraron bloques de tierra comprimida con suelo natural y bloques de tierra comprimida adicionando emulsión asfáltica (RC -250) en porcentajes de 2.0%, 3.0% y 4%; estos bloques tienen dimensiones de: 15x15x10 cm (ensayo a la compresión) y 30x15x10 cm. (ensayo a la flexión y grado de absorción). Luego de realizados los ensayos se obtuvo que el bloque de tierra comprimida con adición de emulsión asfáltica al 4% tiene los mejores resultados siendo los siguientes: en resistencia a la compresión 38.85 kg/cm² el cual supera en 126.51% a los bloques en condición natural, en resistencia a la flexión 10.33 kg/cm², el cual supera en 44.90% a los bloques de tierra comprimida en condición natural y con respecto al ensayo de grado de absorción, las unidades de estudio no resistieron ser sumergidas veinticuatro horas en agua, por lo que los resultados son parcialmente satisfactorios.

Palabras clave: Bloques de tierra comprimida, Emulsión asfáltica, Resistencia a la compresión, Resistencia a la flexión y Grado de absorción.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La tierra es uno de los primeros materiales utilizados en la construcción de viviendas a nivel mundial. La utilización de este material predomina en todas las regiones y climas del mundo por su fácil acceso. En la actualidad, millones de personas optan por vivir en viviendas de tierra y en algunos países en vía de desarrollo representan más de la mitad de las construcciones, lo cual incita al estudio particular de este material. (Minke, 2005).

“Los bloques de tierra comprimida (BTC) están actualmente siendo estudiados en gran parte del mundo con diferentes estabilizantes para mejorar diversas de sus características. Esta situación es debida a la importancia que la tierra cruda tiene en el planeta como material de construcción. Su fácil disponibilidad e inercia térmica hacen de la tierra una materia prima fundamental para las viviendas de ciertas poblaciones en el mundo.” (Carcedo Fernández, 2012, pág. i)

En los países andinos la utilización del adobe para la construcción de viviendas es común. Por ejemplo, el INEI en el año 2017 realizó un censo nacional, el cual reveló que en el Perú existen 2 millones 148 mil 494 de viviendas (27.9%) hechas de adobe o tapial; además es importante mencionar que solo en la ciudad de Cajamarca se alberga al 10.9% (303 mil 183) de viviendas construidas de adobe en todo el territorio nacional. Esto indica que existe un importante número de la población que construye sus viviendas con este material; por lo que es recomendable mejorar la calidad de los adobes en su resistencia y elaboración. Debido a lo mencionado, esta investigación

pretende mejorar la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y grado de absorción adicionando emulsión asfáltica (RC-250) a los BTC.

Arteaga Paucar y Loja Saula (2018). En su investigación, "Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica". Describe como elaborar un adobe estabilizado con emulsión asfáltica mejorando sus propiedades mecánicas. Los resultados indican que el BTC sin estabilizar obtuvo una resistencia a compresión de 1.42 MPa a 28 días de secado, en cuanto a los BTC estabilizados al 2,5%, 5%, 7.5% y 10% tienen como resultados valores de 1.44, 1.53, 1.55 y 1.63 MPa respectivamente, evidenciando que el ultimo valor es el que resiste más, representado un incremento del 140.65% en comparación al BTC no estabilizado. A flexión el BTC en condición normal obtuvo un valor de 0.18 MPa y con respecto a los BTC tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica al 2.5%, 5%, 7.5% y 10% se obtuvieron resultados con valores de 0.20, 0.21, 0.25, 0.26 MPa respectivamente, siendo el ultimo valor el que tiene mayor resistencia, representado un incremento del 154.45% respecto al BTC no estabilizado. En cuanto al grado de absorción de agua el BTC normal obtuvo un valor de 1.67% y con respecto al BTC estabilizado con la dosis máxima (10%) este obtuvo un valor de 0.13% de absorción que representa una reducción del 92.31%.

Darío Cañola, Builes Jaramillo, Medina y Gonzales Castañeda (2018). En su investigación llevada a cabo en Medellín – Colombia, tiene por título "Bloques de tierra Comprimida (BTC) con aditivos bituminosos". El objetivo de esta investigación es la reducción del coeficiente de absorción capilar e incremento de la resistencia a la penetración de agua en bloques de tierra comprimida, adicionando emulsión asfáltica en frío en proporciones de 0%, 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, respecto al peso del agua. Los

mejores resultados se obtienen con una adición del 5%, 7% y 10% de emulsión asfáltica.

Ríos Pérez (2010). En Santa Cruz Xoxocotlán – Oaxaca, realizó la tesis “Efecto de la Adición de Látex Natural y Jabón en la Resistencia Mecánica y Absorción del Adobe Compactado”; el objetivo es evaluar el efecto de ácidos grasos emulsificador (jabón) y de un polímero (látex natural) en la resistencia a la flexión, compresión y absorción del agua en adobes compactados elaborados con suelos arenosos. Los resultados obtenidos de la primera fase muestran que la adición de 1% de jabón en combinación con 2.0 y 3.0% de látex aumentaron la resistencia a la flexión, compresión y redujeron la absorción de agua con respecto al espécimen de referencia.

Chacón Sánchez, Romero Cuentas y Callasi Venero (2017). En su investigación, “Estudio comparativo de las propiedades físico mecánicas de las unidades de adobe tradicional frente a las unidades de adobe estabilizado con asfalto” tienen el objetivo principal de la implementación de nuevas propuestas para mejorar la calidad de unidades de adobe, de tal forma se encontró los siguientes resultados: El adobe estabilizado al 10% tienen un menor porcentaje de absorción promedio con respecto a las unidades de adobe tradicional y las unidades de adobe estabilizadas al 5% poseen una mejor resistencia a la compresión, ya que las unidades de adobe estabilizado al 5% y al 10% tienen una resistencia promedio de 14.87 kg/cm² y 17.68 kg/cm².

En la ciudad de Puno se desarrolló la tesis: “Efecto de la adición de aglomerantes en la resistencia mecánica y absorción del adobe compactado”. La cual indica que al adicionar aglomerantes aumenta la resistencia mecánica y física del adobe. Para

estabilizar dicho material se realizaron varios tipos de prueba; como la adición de cemento y asfalto RC-250, rebajando la propiedad de plasticidad y procediendo a las pruebas de resistencia mecánica y absorción, las cuales tuvieron lugar en la Universidad de Puno. Los resultados que se arrojaron fue una alta resistencia mecánica mayor a 50 kg/cm² y una baja permeabilidad de un 7% en la absorción del agua. (Pacuri Zapana, 2014)

Córdova Fernández (2017). En su investigación, "Resistencia a la compresión de ladrillos de adobe estabilizado con asfalto RC-250 en San Miguel de Utcuyacu – Catac"; el objetivo de esta tesis determinó y comparó la resistencia a la compresión de ladrillos de adobe estabilizado con asfalto RC-250, teniendo como resultados un ladrillo de adobe de alta resistencia estructural mayores a 45 kg/cm² y una baja permeabilidad del 10%.

En adición es muy importante detallar conceptos que sirvan de base para esta investigación, los cuales se exponen a continuación:

La tierra utilizada para la fabricación de BTC, es una mezcla de arcilla, limo y arena compactada en una prensa manual. Las cantidades de los componentes y en consecuencia las características y propiedades de la tierra dependen del lugar de procedencia. De acuerdo con Gernot Minke (2015), la tierra con una óptima distribución granulométrica para elaborar un BTC es aquella que contenga un 14% de arcilla, 22% de limo y 64% de arena. (Vásques Hernandez, Botero Botero, & Carvajal Arango, 2015).

Para la elaboración de adobes, la norma E.080 (2016), en el artículo 4 establece lineamientos para "la gradación del suelo que deben aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55.70% no debiéndose utilizar suelos orgánicos". También podemos destacar que dicha norma especifica que estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados.

En esta investigación, es de vital importancia la definición de emulsión asfáltica como la combinación de tres ingredientes básicos: asfalto, agua y un agente emulsificante, lo cuales por ciertos procesos mecánicos y químicos permiten combinarse. Mas allá de la complejidad química de las emulsiones asfálticas, lo importante es seleccionar la emulsión para el agregado y/o sistema constructivo utilizado. (Galván Huamaní, 2015)

Las emulsiones asfálticas tienen propiedades físicas de mayor importancia como: Adhesividad, Viscosidad, Susceptibilidad Térmica, Plasticidad y Envejecimiento.

- Adhesividad: Facilidad que presenta el betún para adherirse a la superficie de una partícula mineral. Esta característica es muy importante en mezclas asfálticas, donde el betún y áridos deben formar un conjunto homogéneo y continuo. (Arteaga Paucar & Loja Saula, 2018)
- Viscosidad: Se define como la resistencia que oponen las partículas a separarse, debido a los rozamientos internos que ocurren en el núcleo del fluido. (Arteaga Paucar & Loja Saula, 2018)
- Susceptibilidad Térmica: Indica la propensión que presenta el betún a variar ciertas propiedades reológicas especialmente la viscosidad con la temperatura. Gracias a esta propiedad pueden manejarse con facilidad a altas temperatura,

presentando una mayor estabilidad a temperatura ambiente. (Arteaga Paucar & Loja Saula, 2018)

- Plasticidad: Define el comportamiento mecánico del betún ante diferentes estados físicos y temporales de carga. (Arteaga Paucar & Loja Saula, 2018)
- Envejecimiento: Fenómeno de degradación y transformación química de los componentes de betún debido a la acción oxidante del aire y la presencia de humedad y radiaciones solares, haciendo que el betún pierda sus propiedades reológicas y adhesivas. (Arteaga Paucar & Loja Saula, 2018)

Tabla 1
Propiedades de la emulsión asfáltica.

Descripción	Emulsión Asfáltica	
Propiedades de la emulsión asfáltica RC - 250	Gravedad específica	0.90 - 0.97 gr/cm ³
	Viscosidad cinemática	250 - 500

Fuente: Ficha de datos de seguridad – Petroperú.

Antes de elaborar los bloques de tierra comprimida, cabe destacar algunos ensayos previos como el Contenido de Humedad donde Juárez Badillo y Rico Rodríguez en su libro "Fundamentos de la Mecánica de Suelos", define al contenido de humedad de un suelo, a la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. (p.54).

Para la elaboración de los (BTC) es muy importante el tamaño de agregados que constituyen esta unidad. Debido a esto algunas normativas como la (NTP 339.128, 1999), establece que el ensayo granulométrico tiene por objeto la determinación

cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo por medio de un tamizaje. Así mismo Juárez Badillo y Rico Rodríguez en su libro "Fundamentos de la Mecánica de Suelos" especifica que gracias a la técnica del cribado fue posible efectuar el trazo de curvas granulométricas, contando con agrupaciones de partículas del suelo en mayor número de tamaños diferentes. (p.98).

La granulometría por tamizaje no es suficiente y es necesario hacer un ensayo de granulometría por sifonaje, para esto hacemos uso de la normativa (ASTM D421, 2007), la cual define que este método de ensayo determina la distribución de los tamaños de partículas menores a 75 μm mediante un proceso de sedimentación.

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en conceptos de suelos finos. Este ensayo permite definir la plasticidad y la clasificación de un suelo. Por consiguiente, un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido; por ejemplo: La arcilla al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1985)

Es medular entender por compactación de suelos al mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos. La importancia de la compactación de los suelos estriba en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación del suelo. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 1985)

Un método de compactación es el ensayo de Proctor Modificado basado en la norma ASTM D1557 y abarca los procedimientos de compactación usados en laboratorio

para determinar la relación entre el contenido de agua y peso seco de los suelos.
(ASTM D-1557 & MTC E 115 - 2000, 2006)

El ensayo de Proctor Modificado proporciona 3 métodos alternativos, para esta investigación se escoge el Método A. Este método solo aplica para suelos que tienen el 20% o menos del peso del material que es retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm), tal cual como lo especifica la norma ASTM D-1557 y MTC E115.

En la elaboración de los (BTC) se utilizó la máquina CINVA-RAM, es una prensa manual que se usa para la fabricación de adobes, fue creada por el ingeniero chileno Raúl Ramírez desarrollado para el Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA). Básicamente la CINVA – RAM, tiene una palanca, la cual ejerce una fuerza que comprime al material compactándolo y endureciéndolo, obteniendo un resultado de mayor resistencia y durabilidad en las construcciones. (Lou Ma, 1981)

La resistencia a la compresión de los elementos de construcción secos hechos de tierra, como por ejemplo bloques de tierra compactada difieren generalmente de 5 a 50 kg/cm². Este depende no solo de la cantidad y tipo de arcilla sino también de la distribución granulométrica de limo arena y agregados mayores, además como el método de preparación y compactación. (Minke, 2005)

La resistencia a flexión depende fundamentalmente del contenido de arcilla y el tipo de minerales de la arcilla considerando que la resistencia esta entre 17 y 918 N/cm². (Minke, 2005) , finalmente el grado de absorción se define como la relación porcentual (% Abs) de la diferencia de la masa del espécimen saturado menos el espécimen en seco, dividido entre el espécimen en seco y multiplicado por cien. El grado de

absorción implica una alteración en las características del bloque de tierra; ya que este absorbe una cantidad de agua. (Jimenez Pose, 2014)

Al identificar las viviendas alrededor de Cajamarca y principalmente en centro histórico de esta ciudad, vemos el material adobe como uno de los más utilizados y a la vez deteriorados, estos bloques de tierra comprimida (adobe), la mayoría de veces son elaborados de forma artesanal y empírica; es decir, que no cumplen con los lineamientos básicos de la normativa, ni con el debido control de calidad; por estas razones las viviendas tienen poca resistencia y son más susceptibles al paso del tiempo. Conocidos estos problemas y sabiendo la información del censo INEI (2017), que Cajamarca alberga aproximadamente el 10.9% de viviendas de adobe de todo el país, nace la principal razón de buscar un bloque de tierra mejorado en cuanto a sus propiedades físico mecánicas.

Esta investigación buscó mejorar las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra comprimida adicionando emulsión asfáltica (RC-250), para lo cual se delimitó la investigación a la realización de los ensayos de compresión, flexión y grado de absorción; comparando una muestra patrón elaborada con suelo natural y muestras con adición de emulsión asfáltica (RC-250) al 2%, 3% y 4%, con la finalidad de determinar que muestra tiene el mejor rendimiento y así obtener un BTC de calidad que garantice su viabilidad y alto desempeño ante cualquier evento natural.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida influye la adición de emulsión asfáltica (RC-250), en las propiedades físico mecánicas de resistencia a la compresión, flexión y grado de absorción en los bloques de tierra comprimida en la ciudad de Cajamarca - 2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar en qué medida influye la adición de emulsión asfáltica (RC-250) en las propiedades físico mecánicas de resistencia a la compresión, flexión y grado de absorción en los bloques de tierra comprimida.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar si el suelo de la cantera "Flores" es óptimo para la elaboración de bloques de tierra comprimida.
- Determinar el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca, para las muestras en estado natural y para las muestras con porcentajes de 2%,3% y 4% de emulsión asfáltica (RC-250).
- Determinar la resistencia a la compresión, flexión y grado de absorción de los BTC con la adición de emulsión asfáltica (RC-250).
- Evaluar los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión y flexión de los bloques de tierra comprimida con adición de emulsión asfáltica (RC-250) frente a los bloques de tierra comprimida de la muestra patrón.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al incrementar el porcentaje de emulsión asfáltica (RC-250), en las unidades de bloques de tierra comprimida; mejoran las propiedades físico mecánicas de resistencia a la compresión, flexión en más del 50% y grado de absorción en más del 8% con respecto a la muestra patrón (BTC sin adición de emulsión asfáltica).

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Esta investigación, en función del propósito, es del tipo aplicada, debido a que se empleó conocimientos teóricos, para mejorar las propiedades de los BTC; por su nivel de profundidad es del tipo correlacional debido a que se influyó en la variable dependiente para evaluar el cambio producido; por su naturaleza de datos es del tipo cuantitativo debido a que se utilizó la recolección de datos para corroborar la hipótesis en base a la medición numérica de la resistencia de los BTC; por su diseño es del tipo experimental ya que se evalúa el cambio en la variable dependiente. Además, es del tipo transversal ya que se desarrolla en un periodo de tiempo determinado.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población.

Para esta investigación fueron elaborados un total de 68 unidades, teniendo en cuenta la norma E.080 (2016), la cual "establece un mínimo de 6 especímenes para resistencia ultima"; además la norma ASTM C-67 fija un numero de 5 unidades para el grado de absorción. La población de los BTC esta comprendido entre BCT en estado natural y BTC adicionando emulsión asfáltica (RC-250) en porcentajes de 2%,3% y 4%.

2.2.2. Muestra.

La muestra es de igual tamaño que la población pues están conformados por 68 unidades, dicho tamaño ha sido considerado a través de la norma E.080 y la ASTM C-67; para la elaboración de los BTC se ha teniendo en cuenta la disponibilidad del material.

Para la muestra se elaboró:

- Veinticuatro unidades de bloques de tierra comprimida con medidas de 15x14x10cm, para el ensayo de resistencia a la compresión.
- Veinticuatro unidades con medidas de 30x14x10cm, para el ensayo de resistencia a la flexión.
- Veinte unidades con medidas de 30x15x10cm, para el grado de absorción.


En tabla 2 se observa la población y muestra detallando el porcentaje de emulsión asfáltica (RC-250) agregada en los diferentes ensayos. El número de BTC, fue de 6 especímenes teniendo en cuenta norma NTP E.080, la cual establece que se deben ensayar un mínimo 6 especímenes para la resistencia ultima.

Tabla 2
Población y Muestra.

Descripción	% de Emulsión asfáltica (RC-250).	Ensayos			Sub total
		Resistencia. Compresión.	Resistencia. Flexión.	Grado. Absorción.	
Bloque de tierra comprimida	0%	6 Und	6 Und	5 Und	17 Und
	2%	6 Und	6 Und	5 Und	17 Und
	3%	6 Und	6 Und	5 Und	17 Und
	4%	6 Und	6 Und	5 Und	17 Und
Sub total por ensayo.		24 Und	24 Und	20 Und	68 Und

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

En esta investigación fue empleada la técnica de observación directa; la cual tiene por finalidad corroborar la hipótesis establecida; para ello se realizaron diversos ensayos de suelos que se llevaron a cabo en la Universidad Privada Del Norte Sede Cajamarca, donde los materiales e instrumentos de recolección de datos utilizados fueron guías y protocolos que establecen las diferentes normativas como la ASTM, NTP E.080 y NTP E.050.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
	ENSAYO:	ENSAYO DE GRADO DE ABSORCIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	ASTM C-87		EA-LS-UPNC:
	TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA:		TIPO DE MATERIAL:		
UBICACIÓN:		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE ENSAYO:		RESPONSABLE:		
		REVISADO POR:		

Temperatura de Secado
20 °C / 110 °C / Ambiente

ENSAYO DE ABSORCIÓN				
MUESTRA	CARACTERÍSTICA	Peso de la Unidad Seca (kg) P1	Peso de la Unidad Saturada (gr) P2	Porcentaje de Absorción %ABS
M1	Secado al Ambiente		---	---
M2	Secado al Ambiente		---	---
M3	Secado al Ambiente		---	---
M4	Secado al Ambiente		---	---
M5	Secado al Ambiente		---	---
M6	Secado al Ambiente		---	---
Promedio de Porcentaje de Absorción				---

$$(\%ABS) = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 3: Protocolo ensayo de absorción para los BTC

En la tabla 3 se muestra un resumen de las técnicas e instrumentos de recolección usados en la investigación.

Tabla 3
Técnicas y guías para el análisis de datos.

Técnicas	Guías y Protocolos	Norma
Observación directa.	Contenido de Humedad.	MTC E108 / ASTM D2216 / NTP 339.127
	Ensayo de granulometría.	ASTM D421
	Ensayo de límites de Atterberg.	ASTM D4318 / NTP E339.130 / NTP E111
	Ensayo de Proctor modificado.	ASTM D1557 / NTP 339.141 / MTC E115
	Resistencia a la compresión.	E.080 / ASTM C67
	Resistencia a la flexión.	NTP 339.078
	Ensayo de grado de absorción.	ASTM C-67
Uso del Software Microsoft Excel.	Análisis de datos y comparación de resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad Privada Del Norte.	-

2.4. Procedimiento

A. Adquisición del material para los ensayos y elaboración de los BTC.

- **Obtención de la materia prima.**

En primera instancia, se visitó la cantera del Sr. Luis Flores ubicada en Santa Bárbara – Baños del Inca – Cajamarca (Anexo N°3 – Plano de ubicación), y se llevó a cabo la extracción de 60 kilogramos de suelo (materia prima), los cuales fueron depositados en sacos para ser transportados al laboratorio de la Universidad Privada Del Norte, sede Cajamarca.

Tabla 4
Ubicación de la cantera

Departamento:	Cajamarca.
Provincia:	Cajamarca.
Distrito:	Baños Del Inca.
Centro Poblado:	Santa Bárbara.
Coordenadas:	E.775437.200, N.9212625.180
Datum:	WGS84



Figura 4: Cantera donde se extrajo el material (Santa Bárbara).

- **Obtención de emulsión asfáltica (RC-250) o asfalto líquido (RC-250).**

Para la compra del asfalto líquido (RC-250), se contactó con la empresa llamada "Industrias A&S SAC", ubicada en la provincia constitucional del Callao – Lima, y se adquirió 4 galones de dicho material; en el anexo N°4, identificamos una ficha técnica de la emulsión asfáltica (RC-250) establecida por Petro Perú.

B. Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

- **Contenido de humedad (NTP 399.127/ASTM D2216/MTC E 108).**

Para realizar este ensayo se hizo uso de la normativa NTP 399.127, la cual establece ciertos materiales y procedimientos especificados a continuación:

Materiales:

- Horno o estufa.
- Taras o recipientes.
- Balanza.

Procedimiento:

Como primer paso por medio del cuarteo se separó una muestra de dos kilogramos de suelo en estado natural; de las cuatro partes del cuarteo elegimos dos extremos y obtenemos 3 muestras de 28.40 gr, 28.20gr y 39.20gr, las cuales fueron depositadas en recipientes para luego llevarlas al horno por un tiempo de veinticuatro horas; pasado este periodo de tiempo se procedió a pesar los recipientes con el material seco y finalmente calcularlo mediante la siguiente formula.

Ecuación 1 : Contenido de humedad

$$W (\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W = Contenido de agua o humedad, (%)

Ww = peso de agua presente en la masa de suelos, (gr)

Ws = peso de la muestra seca, (gr)



Figura 5: Ensayo contenido de humedad de la materia prima.

- **Análisis granulométrico (NTP 339.128).**

La normativa NTP 339.128 establece materiales y procedimientos para la determinación cuantitativa de tamaños de partículas de suelo que estableceremos a continuación:

Materiales:

- Tamices.
- Balanza.
- Taras o recipientes.

Procedimiento:

Para realizar este ensayo, el material estuvo totalmente seco y se tomó aproximadamente 5 kilogramos de muestra, de los cuales por medio del cuarteo seleccionamos aproximadamente un kilogramo. Esta muestra es tamizada por las mallas N°4, N°10, N°20, N°30, N°40, N°60, N°100 y N°200; la muestra

retenida en la malla N°200 fue lavada y luego depositada en un recipiente para después colocarla al horno por un promedio de veinticuatro horas. Finalmente, el material se pesó y se obtuvo los porcentajes retenidos y acumulados para el cálculo de gradación del suelo.

Ecuación 2: *Porcentajes retenidos, gradación del suelo.*

$$\%RP = \frac{PR}{W_s} * 100$$

Ecuación 3: *Porcentaje retenidos, acumulados.*

$$\%RA = \%PR1 + \%PR2 + \dots + \%PRn$$

Ecuación 4: *Porcentaje de material pasante.*

$$\%Q'Pasa = 100\% - \%RA$$

Donde:

%PR= Porcentaje del peso retenido.

PR=Peso retenido en el tamiz.

Ws= Peso total de la muestra.

%RA= Porcentaje retenido acumulado.



Figura 6: *Ensayo granulométrico de la materia prima.*

- **Análisis granulométrico por sifonaje (ASTM D421)**

La normativa ASTM D421 establece materiales y procedimientos para determinar la distribución de los tamaños de partículas menores a 75 μm mediante un proceso de sedimentación que describiremos a continuación:

Materiales

- Agitador mecánico.
- Probeta de 5ml.
- Glicerina.
- Probeta de 100 ml.
- Disco metálico o vástago.
- Manguera.
- Estufa o horno.

Procedimiento

Para realizar este ensayo el material estuvo totalmente seco y se tomó una muestra de 80 gramos, luego se separó el material por medio de los tamices N°40 y N°200 y se procedió a pesarlos. El material que pasa la malla N°200 es denominado limo y arcilla, a este material se lo colocó en una capsula de porcelana, se le agrego 5ml de glicerina y se procedió a mezclar en un agitador mecánico por un periodo de quince minutos, luego se vacía la mezcla a una probeta de 1000 ml y se agrega agua hasta una altura de 20 cm dejándola reposar durante un periodo de 15 minutos; como siguiente paso se colocó un disco metálico en la probeta hasta donde se encontraba el material sedimentado y se procedió a sifonear el agua con una manguera quedando el material en suspensión, este fue depositado en un recipiente y llevado al horno por un

promedio de 24 horas. El material seco es denominado limo y el material que se extrajo mediante la manguera es arcilla.

Ecuación 5: *Porcentajes retenidos, gradación del suelo.*

$$\%RP = \frac{PR}{W_s} * 100$$

Ecuación 6: *Porcentaje retenidos, acumulados.*

$$\%RA = \%PR1 + \%PR2 + \dots + \%RPn$$

Ecuación 7: *Porcentaje de material pasante.*

$$\%Q'Pasa = 100\% - \%RA$$



Figura 7: Ensayo granulométrico por sifonaje de la materia prima.

- **Límites de Atterberg (NTP 339.129).**

La normativa NTP 339.129, establece materiales y procedimientos para la adecuada clasificación del suelo que especificaremos a continuación:

Límite líquido (LL).

Materiales

- Tamiz N°40.
- Copa Casagrande.
- Ranurador o acanalador.
- Balanza.
- Horno o estufa.
- Probeta.
- Capsula de porcelana o mortero.
- Taras o recipientes.

Procedimiento

Como primer requisito para este ensayo se empleó 500 gr de material que paso por la malla N°40, este material se colocó en un mortero de porcelana y se agregó agua para ser mezclado con ayuda de una espátula hasta crear una mezcla uniforme; luego la mezcla fue colocada en la Copa Casagrande y mediante un ranurador se separó la mezcla; siguiendo con el ensayo se procede a elevar y dejar caer la Copa Casagrande contando el número de golpes hasta que la muestra se una. Finalmente se extrae una pequeña parte de la muestra y se la coloca en un recipiente, esta se la lleva al horno por un promedio de 24 horas de tal forma de que al pesarlo es obtenido el contenido de humedad.



Figura 8: Ensayo límite líquido de la materia prima.

Límite plástico (LP).

- Materiales.
- Balanza.
- Estufa o Horno.
- Espátula
- Capsula de porcelana o mortero.
- Placa de vidrio.
- Taras o recipientes.

Procedimiento.

Para este ensayo, se utilizó una porción restante de mezcla utilizada del ensayo de límite líquido. Esta mezcla la colocamos sobre una placa de vidrio en la cual se elaboraron rollos de suelo entre 3 mm y 4mm de diámetro, los cuales fueron

depositados en recipientes y llevados al horno por un promedio de veinticuatro horas. Finalmente fueron pesados para obtener el contenido de humedad.

Ecuación 8: *Índice de plasticidad del suelo.*

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice de plasticidad

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico



Figura 9: Ensayo límite plástico de la materia prima.

- **Proctor modificado – método A (NTP 339.142/MTC E 115/ ASTM D 1557)**

Este ensayo se llevó a cabo en la Universidad Privada del Norte, Sede Cajamarca y se hizo uso de la normativa NTP 339.142, la cual establece los materiales y procedimientos que se describen a continuación.

Materiales:

- El equipo de Proctor modificado comprende un molde cilíndrico, una placa base y un anillo de extensión.
- Pistón o Martillo para Proctor modificado.
- Balanza.
- Estufa o Horno.
- Recipientes o Taras.
- Tamiz N°4.

Procedimiento:

Para el ensayo de Proctor modificado método A, se utilizó 40 kilogramos de suelo tamizado por la malla N°4 y se distribuyó tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5
Distribución del material para el ensayo de Proctor modificado

Ensayo	Tipo de Muestra	Capsula o Molde	Capas en el Molde	Peso material	Dosificación de agua	Dosificación de emulsión asfáltica (RC-250).
Proctor Modificado Método A	Muestra Patrón.	Molde 1	5 capas	2.5 kg	75 ml	0 ml
		Molde 2	5 capas	2.5 kg	125 ml	0 ml
		Molde 3	5 capas	2.5 kg	175 ml	0 ml
		Molde 4	5 capas	2.5 kg	225 ml	0 ml
	Muestra 2% de emulsión.	Molde 1	5 capas	2.5 kg	75 ml	50 ml
		Molde 2	5 capas	2.5 kg	125 ml	50 ml
		Molde 3	5 capas	2.5 kg	175 ml	50 ml
		Molde 4	5 capas	2.5 kg	225 ml	50 ml
	Muestra 3% de emulsión.	Molde 1	5 capas	2.5 kg	75 ml	75 ml
		Molde 2	5 capas	2.5 kg	125 ml	75 ml
		Molde 3	5 capas	2.5 kg	175 ml	75 ml
		Molde 4	5 capas	2.5 kg	225 ml	75 ml
	Muestra 4% de emulsión.	Molde 1	5 capas	2.5 kg	75 ml	100 ml
		Molde 2	5 capas	2.5 kg	125 ml	100 ml
		Molde 3	5 capas	2.5 kg	175 ml	100 ml
		Molde 4	5 capas	2.5 kg	225 ml	100 ml

En la tabla N°5 podemos identificar que para la muestra patrón se utilizó 2.5 kilogramos de material por molde. Estos 2.5 kilogramos fueron divididos en 5 muestras de suelo de 500 gramos cada una, luego se le colocó una cantidad de agua determinada y se procedió a colocar la muestra en el molde, con ayuda de un pistón la muestra fue compactada en 5 capas con 25 golpes en cada una, al finalizar el apisonado se procedió a enraizar la muestra con una espátula, luego se tomó una muestra inferior y superior para llevarlas al horno y poder determinar el contenido de humedad y la máxima densidad seca.

De la misma manera se procede a realizar el ensayo para la muestra con emulsión asfáltica (RC-250) en diferentes porcentajes y mediante las siguientes expresiones se calculó la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

Ecuación 9: *Densidad Seca*

$$D_s = \frac{D_h}{\left(1 + \frac{W\%}{100}\right)} * 100$$

Donde:

D_s = Densidad seca

D_h = Densidad húmeda

$W\%$ = Contenido de humedad de la muestra compactada

Ecuación 10: *Densidad húmeda.*

$$D_h = \frac{(M_t - M_{md})}{1000 * V}$$

Donde:

D_h = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m^3)

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m^3)



Figura 10: Ensayo de Proctor modificado para la muestra patrón



Figura 11: Ensayo de Proctor modificado con emulsión asfáltica (RC-250).

- **Elaboración de los bloques de tierra comprimida en estado natural y con adición de emulsión asfáltica (RC-250).**

Para la elaboración de estas unidades se tuvo en cuenta la Norma NTP E.080; la cual especifica el número mínimo de especímenes que deben ser ensayados. A continuación, se presenta una tabla con la cantidad de unidades, descripción, medidas y porcentaje de emulsión asfáltica.

Tabla 6

Especificaciones, medidas y porcentajes de emulsión asfáltica (RC-250) en los BTC.

Cantidad	Descripción	Medidas	% Adición de emulsión asfáltica
Unidades ensayo resistencia a compresión			
6	Bloques de Tierra Comprimida	15x14x10	0%
6	Bloques de Tierra Comprimida	15x14x10	2%
6	Bloques de Tierra Comprimida	15x14x10	3%
6	Bloques de Tierra Comprimida	15x14x10	4%
Unidades ensayo resistencia a flexión			
6	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	0%
6	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	2%
6	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	3%
6	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	4%
Unidades ensayo grado de absorción			
5	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	0%
5	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	2%
5	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	3%
5	Bloques de Tierra Comprimida	30x14x10	4%

La elaboración de los bloques de tierra comprimida en condición normal y adicionando emulsión asfáltica (RC-250), se realizó de la siguiente manera.

- Como primer paso se recolecto el material de la cantera del Sr. Luis Flores ubicada en Santa Bárbara, el material fue cernido con el propósito de eliminar piedras de gran tamaño e impurezas que afecten a nuestra unidad.

- Como segundo paso se aplicó la dosificación (porcentaje de humedad) obtenido en el ensayo de Proctor modificado y se procedió a calcular la cantidad de material que ingresó a la maquina CINVA RAM.
- Luego se llevó a cabo el proceso de prensado de las unidades y finalmente estas se apilaron bajo techo por un periodo de 28 días.
- Para la elaboración de los bloques de tierra con emulsión asfáltica en diferentes porcentajes, se siguió el mismo procedimiento, pero para este se tuvo en cuenta la dosificación de emulsión asfáltica de acuerdo al peso de bloque de tierra comprimida.



Figura 12: Elaboración de los BTC en la máquina CINVA RAM.



Figura 13: BTC en estado natural y con adición de emulsión asfáltica (RC-250)

- **Ensayo de resistencia a la compresión axial de los BTC.**

Este ensayo se realizó en la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca y se hizo uso de la normativa ASTM C67, la cual especifica procedimientos que describiremos a continuación.

En este ensayo se utilizaron los bloques de tierra comprimida con dimensiones de 15x14x10cm, los cuales fueron colocados en una prensa hidráulica, que ejerció una carga actuante sobre estos hasta producir la falla; finalizado el ensayo se tomó la lectura de la carga última sobre el BTC y además se tuvo en cuenta la deformación de este durante todo el ensayo. Finalmente, mediante la siguiente expresión calcularemos la resistencia a compresión de los bloques.

Ecuación 11: *Esfuerzo a la Compresión axial del BTC.*

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde:

σ = Resistencia a la compresión (Kg/cm²).

P = Carga máxima de rotura (kg).

A = Área bruta (cm²).



Figura 14: *Ensayo de resistencia a la compresión de los BTC.*

- **Ensayo de resistencia a la flexión de los BTC.**

Este ensayo se realizó en la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca y se hizo uso de la normativa NTP 339.078, la cual especifica procedimientos que describiremos a continuación:

En este ensayo se utilizaron los bloques de tierra comprimida con dimensiones de 30x14x10cm, los cuales fueron colocados en una prensa hidráulica, luego se colocó dos elementos de fierro liso de ½” cuya distancia entre ellos es de

aproximadamente 17cm en la parte inferior del BTC como elementos de apoyo. Se procedió al ensayo mediante la aplicación de una carga actuante con la prensa hidráulica sobre los BTC hasta producir la falla; finalizado el ensayo se tomó la lectura de la carga actuante última aplicada al BTC y además se tuvo en cuenta la deformación de este durante todo el ensayo. Finalmente, mediante la siguiente expresión calcularemos la resistencia a flexión de los bloques.

Ecuación 12: *Esfuerzo a la flexión del BTC.*

$$\sigma = \frac{3 \times P \times D.A}{2 \times L \times H^2}$$

Donde:

σ = Esfuerzo a la flexión en Kg/cm²

P = Carga actuante en Kg.

D.A = Distancia entre apoyos en cm.

L = Lado del espécimen en cm.

H = Altura del espécimen en cm.



Figura 15: *Ensayo de resistencia a la flexión de los BTC.*

- **Ensayo de grado de absorción de los BTC.**

Este ensayo se realizó en la Universidad Privada del Norte, Sede Cajamarca y se hizo uso de la normativa ASTM C67, la cual especifica procedimientos que describiremos a continuación:

Este ensayo consistió en pesar el bloque de tierra con ayuda de una balanza, luego este se sumergió en una tina con agua hasta quedar totalmente cubierto por un periodo de veinticuatro horas. Finalmente, al pasar el tiempo establecido, el bloque de tierra comprimida fue retirado y pesado con el fin de determinar el grado de absorción mediante la siguiente expresión.

Ecuación 13 : *Grado de Absorción del bloque de tierra comprimida.*

$$A = \frac{P_{sat} - P_{sec}}{P_{sec}} * 100$$

Donde:

A= Absorción (%).

P_{sat} = Peso saturado (gr).

P_{sec} = Peso seco (gr).



Figura 16: Ensayo de grado de absorción de los BTC.

2.5. Aspectos éticos

En esta investigación, para salvaguardar la propiedad intelectual de los autores cuyas investigaciones y teorías sirvieron de insumo para ésta, se los ha citado apropiadamente de acuerdo a la norma APA y también se han precisado las fuentes bibliográficas. A si mismo los datos obtenidos de cada uno de los ensayos realizados son veraces y no han sido manipulados en beneficio propio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Resultados para la determinación de un suelo óptimo.

Para determinar que el suelo de la cantera "Flores" sea óptimo se realizaron distintos ensayos en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca, además se contó con guías, protocolos y normativas que rigen a estos. En la tabla 7 se muestran los ensayos, normativa y resultados satisfactorios para la elaboración de los BTC.

Tabla 7

Resumen de resultados de los ensayos de la materia prima (suelo) previos a la elaboración de BTC.

Ensayos	Norma	Resultado	Anexo - Código
Contenido de humedad.	NTP 399.127 ASTM D2216 MTC E 108	12.89%	Ver anexo N°2 CH-LS-UPNC
Análisis granulométrico por lavado.	NTP 339.128	N°4 = 99.00% N°200 = 25.42%	Ver anexo N°2 AGGF-LC-UPNC
Análisis granulométrico por sifojane.	ASTM D421	N°40 = 38.13 % N°200 = 22.00 % Limo = 13.38% Arcilla = 16.50 %	Ver anexo N°2 AGTSF-LS- UPNC
Límite líquido.	NTP 339.129	L.L = 29.49	Ver anexo N°2 LP-LS-UPNC
Límite plástico.	NTP 339.129	L.P = 19.52	Ver anexo N°2 LP-LS-UPNC
Índice plástico.	NTP 339.129	I.P = 9.97	Ver anexo N°2 LP-LS-UPNC

Realizados los ensayos cuyos resultados se muestran en la tabla 7, se procedió a clasificar el suelo mediante la figura 17 y 18. En la figura 17 se observa las divisiones principales como: suelos de grano grueso, pasamos a las arenas, luego a las arenas con finos la cual cuenta con un símbolo SC que es típico de una arena arcillosa o mezcla de arena- arcilla. En la figura 18 se clasificó el suelo mediante la carta de plasticidad,

en la cual se empleó los datos del límite líquido y límite plástico interceptando estos dos y clasificando el suelo.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "S.U.C.S"			
Divisiones Principales		Símbolos del grupo	Nombres Típicos
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
			GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50		ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
			CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
			OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50		MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
			CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
			OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

Figura 17: Clasificación de suelos – normativa SUCS

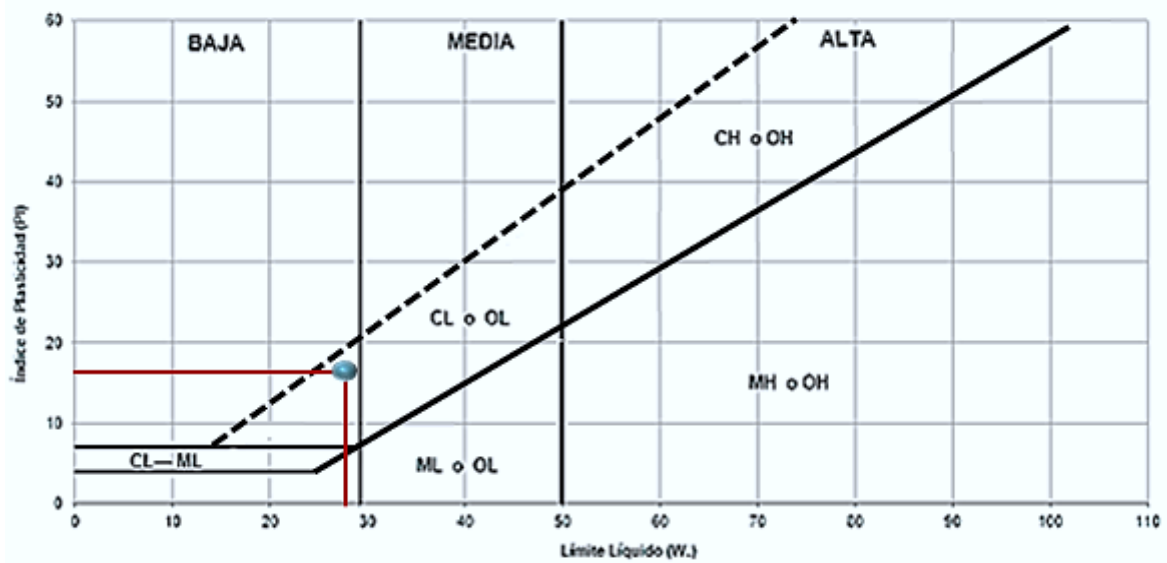


Figura 18: Clasificación por carta de plasticidad.

Antes de realizar el ensayo de Proctor modificado se realizó una dosificación tentativa, la cual nos permite modificar el contenido de agua del suelo; en la tabla 8 y tabla 9 se muestra la dosificación de agua que se empleó, además del porcentaje que esta representa en el ensayo.

Tabla 8

Dosificación total de agua y emulsión asfáltica (RC-250) para el ensayo de Proctor modificado.

Dosificación	Cantidad de agua.
Dosificación de agua	Molde 1 = 75 mL.
Proctor Modificado	Molde 2 = 125 mL.
Muestra Patrón.	Molde 3 = 175 mL.
	Molde 4 = 225 mL.
Dosificación de agua para Emulsión Asfáltica (RC-250)	Muestra Patrón = 0 mL.
	Muestra 2% E.A = 200 mL.
	Muestra 3% E.A = 300 mL.
	Muestra 4% E.A = 400 mL.

Tabla 9
Dosificación detallada de agua para el ensayo de Proctor modificado.

% de H ₂ O	Tierra		Cantidad de H ₂ O
3.00%	Molde 1	2500 gr	75 mL
5.00%	Molde 2	2500 gr	125 mL
7.00%	Molde 3	2500 gr	175 mL
9.00%	Molde 4	2500 gr	225 mL
Total, de Agua para una muestra			600 mL
Total, de Agua para los 4 porcentajes			2400 mL

La tabla 10, muestra la dosificación de la emulsión asfáltica, la cual está en función del peso del material que va ha ser empleado en el ensayo de Proctor modificado.

Tabla 10
Dosificación detallada de emulsión asfáltica (RC-250) - Proctor modificado.

% de Emulsión	Molde	Peso del material	Cantidad de emulsión
0%	Molde 1	2500 gr	0 mL
0%	Molde 2	2500 gr	0 mL
0%	Molde 3	2500 gr	0 mL
0%	Molde 4	2500 gr	0 mL
Total, de emulsión asfáltica (RC-250) al 0%			0 mL
2%	Molde 1	2500 gr	50 mL
2%	Molde 2	2500 gr	50 mL
2%	Molde 3	2500 gr	50 mL
2%	Molde 4	2500 gr	50 mL
Total, de emulsión asfáltica (RC-250) al 2%			200 mL
3%	Molde 1	2500 gr	75 mL
3%	Molde 2	2500 gr	75 mL
3%	Molde 3	2500 gr	75 mL
3%	Molde 4	2500 gr	75 mL
Total, de emulsión asfáltica (RC-250) al 3%			300 mL
4%	Molde 1	2500 gr	100 mL
4%	Molde 2	2500 gr	100 mL
4%	Molde 3	2500 gr	100 mL
4%	Molde 4	2500 gr	100 mL
Total, de emulsión asfáltica (RC-250) al 4%			400 mL

Para determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca, se realizó el ensayo de Proctor modificado (Método A) para la muestra patrón y para la muestra con diferentes porcentajes de emulsión asfáltica (RC-250). A continuación, en la tabla 11 se muestran los resultados de este ensayo.

Tabla 11
Resumen de ensayo de Proctor modificado con y sin adición de emulsión asfáltica (RC-250).

Ensayos	Norma	Resultado	Anexo - Código
Proctor modificado Muestra patrón.	NTP 339.142 MTC E115 ASTM D1557	DS máx. = 2.20 gr/cm ³ Hu.Opt = 9.35 %	Ver Anexo N°2 CPM-LS-UPNC
Proctor modificado Muestra 2% E.A (RC-250).	NTP 339.142 MTC E115 ASTM D1557	DS máx. = 2.38 gr/cm ³ Hu.Opt = 8.95 %	Ver Anexo N°2 CPM-LS-UPNC
Proctor modificado Muestra 3% E.A (RC-250).	NTP 339.142 MTC E115 ASTM D1557	DS máx. = 2.33 gr/cm ³ Hu.Opt = 10.35 %	Ver Anexo N°2 CPM-LS-UPNC
Proctor modificado Muestra 4% E.A (RC-250).	NTP 339.142 MTC E115 ASTM D1557	DS máx. = 2.26 gr/cm ³ Hu.Opt = 9.52 %	Ver Anexo N°2 CPM-LS-UPNC

3.2 Dosificación para la elaboración de los BTC.

En la tabla 12, se muestra el total de agua y el total de emulsión que fueron empleados para la elaboración de BTC con dimensiones de 30x14x10 y 15x14x10 en los ensayos de resistencia a la compresión, flexión y grado de absorción.

Tabla 12
Resumen de dosificación total de agua y emulsión para la elaboración de BTC.

Dosificación de agua y emulsión	N° de BTC	Cantidad de agua.
BTC (30x14x10 cm)	44 und	41.99 Lts de agua.
BTC (15x14x10 cm)	24 und	11.45 Lts de agua.
BTC (30x14x10 cm)	44 und	9.90 Lts de E. A
BTC (15x14x10 cm)	24 und	2.70 Lts E.A.

A continuación, en la tabla 13, se muestra la dosificación de agua, la cual toma el óptimo contenido de humedad y lo relaciona con el peso del BTC con medidas de 30x14x10, calculando así la cantidad de agua que tendrá cada BTC en los ensayos de resistencia a la flexión y absorción.

Tabla 13
Dosificación de agua para los BTC (30x14x10 cm) en estado natural –flexión y absorción.

% de H₂O	O.C.H	Peso T.	Cantidad de H₂O
Muestra Patrón	9.35%	110000 gr	10.29 L
Muestra E.A 2%	8.95%	110000 gr	9.85 L
Muestra E.A 3%	10.35%	110000 gr	11.39 L
Muestra E.A 4%	9.52%	110000 gr	10.47 L
Total, de Agua			41.99 L

En la tabla 14, se muestra la dosificación de agua, la cual toma el óptimo contenido de humedad y lo relaciona con el peso del BTC con medidas de 15x14x10, calculando así la cantidad de agua que tendrá cada BTC en los ensayos de resistencia a la compresión.

Tabla 14
Dosificación de agua para los BTC (15x14x10 cm) en estado natural – compresión.

% de H₂O	O.C.H	Peso T.	Cantidad de H₂O
Muestra Patrón	9.35%	30000 gr	2.81 L
Muestra E.A 2%	8.95%	30000 gr	2.69 L
Muestra E.A 3%	10.35%	30000 gr	3.11 L
Muestra E.A 4%	9.52%	30000 gr	2.86 L
Total, de Agua			11.45 L

En la tabla 15, se muestra la dosificación de emulsión asfáltica (RC-250), la cual toma cada porcentaje de adición y lo relaciona con el peso del BTC con medidas de 30x14x10, calculando así la cantidad de emulsión asfáltica que tendrá cada BTC en los ensayos de resistencia a la flexión y absorción.

Tabla 15
Dosificación detallada de emulsión asfáltica para los BTC (30x14x10 cm) – flexión y absorción.

% de emulsión asfáltica (RC-250)	Peso Total.	Cantidad de emulsión
0%	110000 gr	0.00 L
2%	110000 gr	2.20 L
3%	110000 gr	3.30 L
4%	110000 gr	4.40 L
Total, de Emulsión Asfáltica		9.90 L

La tabla 16, muestra la dosificación de emulsión asfáltica (RC-250), la cual toma cada porcentaje de adición y lo relaciona con el peso del BTC con medidas de 15x14x10, calculando así la cantidad de emulsión asfáltica que tendrá cada BTC en los ensayos de resistencia a la compresión.

Tabla 16
Dosificación detallada de emulsión asfáltica para los BTC (15x14x10 cm) compresión.

% de emulsión asfáltica (RC-250)	Peso Total.	Cantidad de emulsión
0%	30000 gr	0.00 L
2%	30000 gr	0.60 L
3%	30000 gr	0.90 L
4%	30000 gr	1.20 L
Total, de Emulsión Asfáltica		2.70 L

3.3 Resultados de los ensayos de compresión, flexión y absorción de los BTC.

A continuación, en las tablas 17, 18 y 19, se muestra el resultado promedio de la resistencia a la compresión, flexión y grado de absorción de los BTC en estado natural y con adición de emulsión asfáltica RC-250 en los porcentajes de 2%, 3% y 4%.

Tabla 17

Resumen de resultados del ensayo a compresión de los BTC.

Ensayos	Norma	Resultado
Resistencia a la compresión.	ASTM C67 NTP E.080	BTC- E.A 0% = 17.15 kgf/cm ²
		BTC – E.A 2% = 20.06 kgf/cm ²
		BTC – E.A 3% = 26.85 kgf/cm ²
		BTC – E.A 4% = 38.85 kgf/cm ²

Tabla 18

Resumen de resultados del ensayo a flexión de los BTC.

Ensayos	Norma	Resultado
Resistencia a la flexión.	NTP 339.078	BTC- E.A 0% = 7.13 kgf/cm ²
		BTC – E.A 2% = 8.08 kgf/cm ²
		BTC – E.A 3% = 9.27 kgf/cm ²
		BTC – E.A 4% = 10.33 kgf/cm ²

Tabla 19

Resumen de resultados del ensayo de grado de absorción de los BTC.

Ensayos	Norma	Resultado
Grado de absorción.	ASTM C67	BTC- E.A 0% = Nc.
		BTC – E.A 2% = Nc.
		BTC – E.A 3% = Nc.
		BTC – E.A 4% = Nc.

En las tablas 20,21,22 y 23, se muestra el resumen detallado de la resistencia a la compresión de cada una de las unidades de los BTC sin adición y con adición de emulsión asfáltica (RC-250), en porcentajes del 2%, 3% y 4% respectivamente.

Tabla 20

Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC – muestra patrón.

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Módulo de Young (kgf/cm²)
M.P - 1	3941	0.129	17.86	172.77
M.P - 2	3878	0.141	17.37	91.23
M.P - 3	3690	0.141	16.26	148.25
M.P - 4	3581	0.161	16.91	171.06
M.P - 5	3354	0.132	14.99	86.17
M.P - 6	4132	0.127	19.52	171.91
Promedio	3762.67	0.14	17.15	140.23
Desv. Est.	278.14	0.01	1.53	40.99

Tabla 21

Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC – 2% E.A.

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Módulo de Young (kgf/cm²)
E.A 2%- 1	4888	0.186	21.41	190.08
E.A 2%- 2	4659	0.172	20.68	271.18
E.A 2%- 3	4563	0.164	20.96	217.17
E.A 2%- 4	4426	0.190	19.60	191.40
E.A 2%- 5	4253	0.184	18.72	133.90
E.A 2%- 6	4132	0.172	18.99	173.22
Promedio	4486.83	0.18	20.06	196.16
Desv. Est.	275.92	0.01	1.11	45.89

Tabla 22
Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC – 3% E.A.

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Módulo de Young (kgf/cm ²)
E.A 3%- 1	6254	0.249	28.83	242.02
E.A 3%- 2	6059	0.239	27.63	239.48
E.A 3%- 3	5818	0.234	26.75	185.12
E.A 3%- 4	5795	0.257	27.15	189.18
E.A 3%- 5	5742	0.223	26.24	194.50
E.A 3%- 6	5229	0.230	24.49	142.15
Promedio	5816.17	0.24	26.85	198.74
Desv. Est.	346.81	0.01	1.45	37.50

Tabla 23
Resumen detallado de la resistencia a compresión de los BTC – 4% E.A.

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm ²)	Módulo de Young (kgf/cm ²)
E.A 4%- 1	9039	0.281	40.92	313.57
E.A 4%- 2	7002	0.256	32.49	261.49
E.A 4%- 3	8574	0.290	38.32	340.60
E.A 4%- 4	8394	0.279	36.77	410.68
E.A 4%- 5	9814	0.298	43.57	381.57
E.A 4%- 6	9004	0.293	41.01	473.48
Promedio	8637.83	0.28	38.85	363.57
Desv. Est.	939.99	0.01	3.91	74.93

La tabla 24 y la figura 19, muestran el valor de la resistencia a la compresión promedio de los BTC de la muestra patrón y de los BTC con adición de emulsión asfáltica (RC-250) en porcentajes de 2%,3% y 4%, evidenciándose tanto en la tabla como en el grafico que las unidades con adición del 4% de emulsión asfáltica tienen mejor resistencia a la compresión.

Tabla 24
Resumen general del ensayo de resistencia a compresión de los BTC.

Muestra	BTC. PATRÓN (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.2% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.3% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.4% (kgf/cm ²)
M1	17.86	21.41	28.83	40.92
M2	17.37	20.68	27.63	32.49
M3	16.26	20.96	26.75	38.32
M4	16.91	19.60	27.15	36.77
M5	14.99	18.72	26.24	43.57
M6	19.52	18.99	24.49	41.01
Promedio	17.15	20.06	26.85	38.85

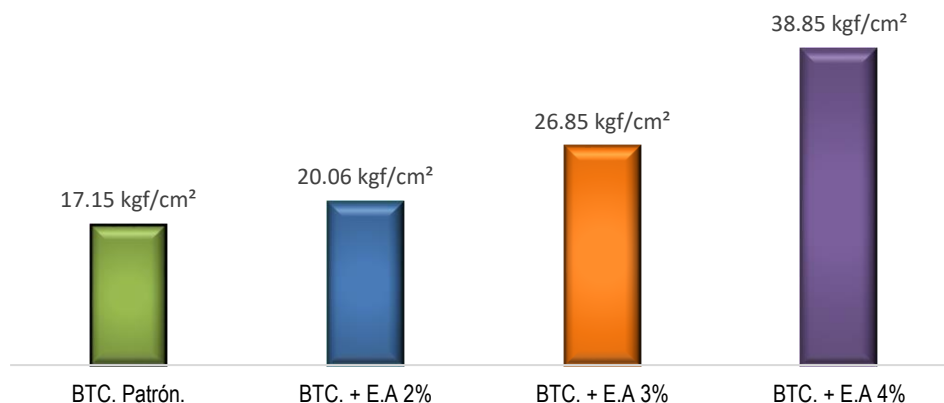


Figura 19: Resumen general ensayo a la compresión de los BTC.

La tabla 25 y la figura 20, muestran el valor promedio del módulo de Young para los BTC sometidos a compresión de la muestra patrón y de los BTC con adición de emulsión asfáltica (RC-250) en porcentajes de 2%,3% y 4%, evidenciándose que la adición del 4% mejora la elasticidad del BTC.

Tabla 25

Resumen general del módulo de Young para los BTC sometidos a compresión.

M.	Módulo de Young Muestra Patrón (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 2% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 3% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 4% (kgf/cm ²)
M1	172.77	190.082	242.02	313.57
M2	91.23	271.178	239.48	261.49
M3	148.25	217.168	185.12	340.60
M4	171.06	191.402	189.18	410.68
M5	86.17	133.896	194.50	381.57
M6	171.91	173.225	142.15	473.48
Promedio	140.23	196.158	198.74	363.57

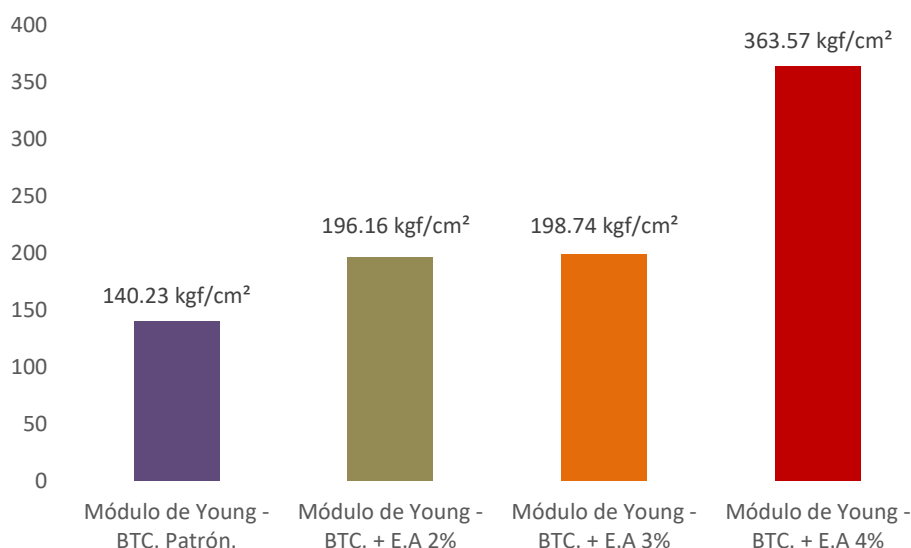


Figura 20: Resumen general del modulo de Young para los BTC sometidos a compresión.

La tabla 26 y la figura 21, muestran el incremento del módulo de Young, para los BTC en condición normal y con adición de emulsión asfáltica RC-250 en porcentajes de 2%, 3% y 4%; de los resultados obtenidos, el 4% tiene una mejora del 159.26%.

Tabla 26

Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a compresión.

Muestras	Módulo de Young Muestra Patrón (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 2% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 3% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 4% (kgf/cm ²)
Promedio	140.23	196.16	198.74	363.57
% de mejora	0%	39.88%	41.72%	159.26%

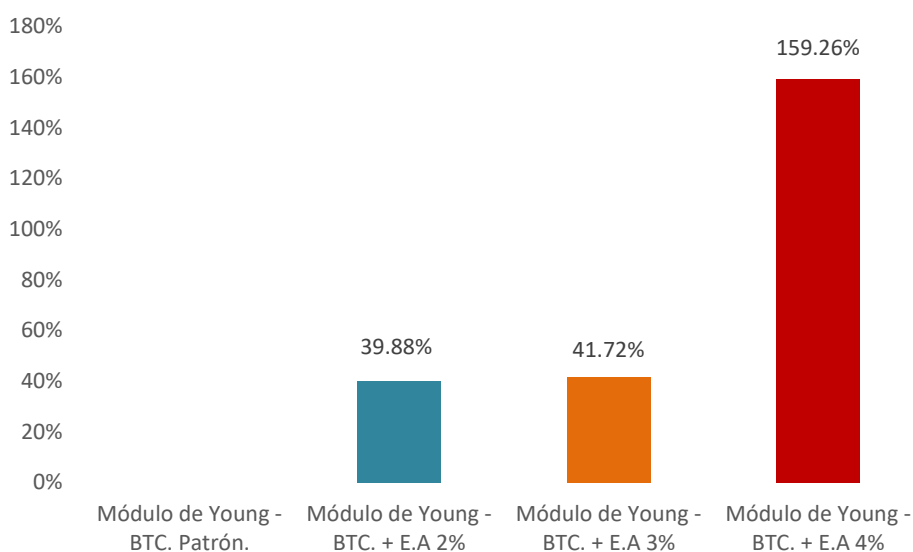


Figura 21: Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a compresión

En las tablas 27,28,29 y 30, se muestra el resumen detallado de la resistencia a la flexión de cada una de las unidades de los BTC sin adición y con adición de emulsión asfáltica (RC-250), en porcentajes del 2%, 3% y 4% respectivamente.

Tabla 27

Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC – muestra patrón.

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Módulo de Young (kgf/cm²)
M.P - 1	442	0.107	6.69	59.47
M.P - 2	453	0.109	7.28	69.06
M.P - 3	433	0.114	7.14	74.37
M.P - 4	416	0.115	6.92	62.95
M.P - 5	446	0.133	7.70	66.61
M.P - 6	422	0.092	7.05	84.36
Promedio	435.33	0.11	7.13	69.47
Desv. Est.	14.33	0.01	0.35	8.91

Tabla 28

Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC – 2% E.A.

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Módulo de Young (kgf/cm²)
E.A 2%- 1	547	0.077	8.53	205.03
E.A 2%- 2	498	0.072	8.06	196.27
E.A 2%- 3	504	0.082	7.01	194.85
E.A 2%- 4	522	0.101	8.33	159.79
E.A 2%- 5	531	0.106	8.72	153.50
E.A 2%- 6	528	0.081	7.80	133.18
Promedio	521.67	0.09	8.08	173.77
Desv. Est.	18.12	0.01	0.62	28.92

Tabla 29
Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC – 3% E.A.

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Módulo de Young (kgf/cm²)
E.A 3%- 1	543	0.057	8.97	253.21
E.A 3%- 2	576	0.097	9.79	148.84
E.A 3%- 3	596	0.072	9.11	212.97
E.A 3%- 4	550	0.080	9.44	302.34
E.A 3%- 5	568	0.087	9.66	248.07
E.A 3%- 6	611	0.119	8.67	181.09
Promedio	574.00	0.09	9.27	224.42
Desv. Est.	26.19	0.02	0.43	55.10

Tabla 30
Resumen detallado de la resistencia a flexión de los BTC – 4% E.A

Código	Carga (kgf)	Def. Unitaria (mm)	Esfuerzo (kgf/cm²)	Módulo de Young (kgf/cm²)
E.A 4%- 1	616	0.061	9.84	185.36
E.A 4%- 2	579	0.058	10.63	182.52
E.A 4%- 3	614	0.063	9.80	277.71
E.A 4%- 4	622	0.059	9.91	332.58
E.A 4%- 5	603	0.066	11.11	240.41
E.A 4%- 6	631	0.080	10.70	186.31
Promedio	610.83	0.06	10.33	234.15
Desv. Est.	18.13	0.01	0.55	61.58

La tabla 29 y la figura 20, muestran el valor de la resistencia a la flexión promedio de los BTC de la muestra patrón y de los BTC con adición de emulsión asfáltica (RC-250) en porcentajes de 2%,3% y 4%, evidenciándose tanto en la tabla como en el grafico que las unidades con adición del 4% de emulsión asfáltica tienen mejor resistencia a la compresión.

Tabla 31
Resumen general del ensayo de resistencia a flexión de los BTC.

Muestra	BTC. PATRÓN (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.2% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.3% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.4% (kgf/cm ²)
M1	6.69	8.53	8.97	9.84
M2	7.28	8.06	9.79	10.63
M3	7.14	7.01	9.11	9.80
M4	6.92	8.33	9.44	9.91
M5	7.70	8.72	9.66	11.11
M6	7.05	7.80	8.67	10.70
Promedio	7.13	8.08	9.27	10.33

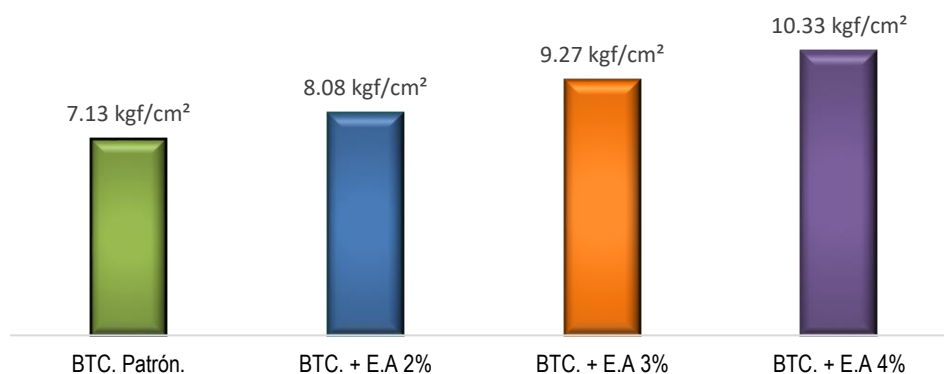


Figura 22: Resumen general ensayo a la flexión de los BTC.

La tabla 32 y la figura 23, muestran el valor promedio del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión de la muestra patrón y de los BTC con adición de emulsión asfáltica (RC-250) en porcentajes de 2%,3% y 4%, evidenciándose que la adición del 4% mejora la elasticidad del BTC.

Tabla 32

Resumen general del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión.

M.	Módulo de Young Muestra Patrón (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 2% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 3% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 4% (kgf/cm ²)
M1	59.47	205.032	253.21	185.36
M2	69.06	196.272	148.84	182.52
M3	74.37	194.851	212.97	277.71
M4	62.95	159.790	302.34	332.58
M5	66.61	153.498	248.07	240.41
M6	84.36	133.182	181.09	186.31
Promedio	69.47	173.771	224.42	234.15

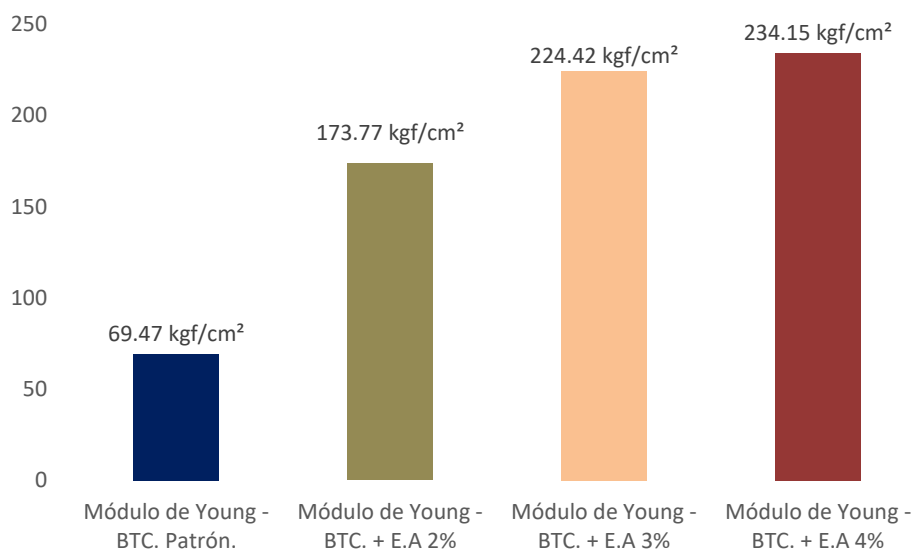


Figura 23: Resumen general del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión.

La tabla 33 y la figura 24, muestran el incremento del módulo de Young, para los BTC en condición normal y con adición de emulsión asfáltica RC-250 en porcentajes de 2%, 3% y 4%; de los resultados obtenidos, el 4% tiene una mejora del 237.05%.

Tabla 33
Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión.

Muestras	Módulo de Young Muestra Patrón (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 2% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 3% (kgf/cm ²)	Módulo de Young Muestra E.A 4% (kgf/cm ²)
Promedio	69.47	173.77	224.42	234.15
% de mejora	0%	150.14%	223.05%	237.05%

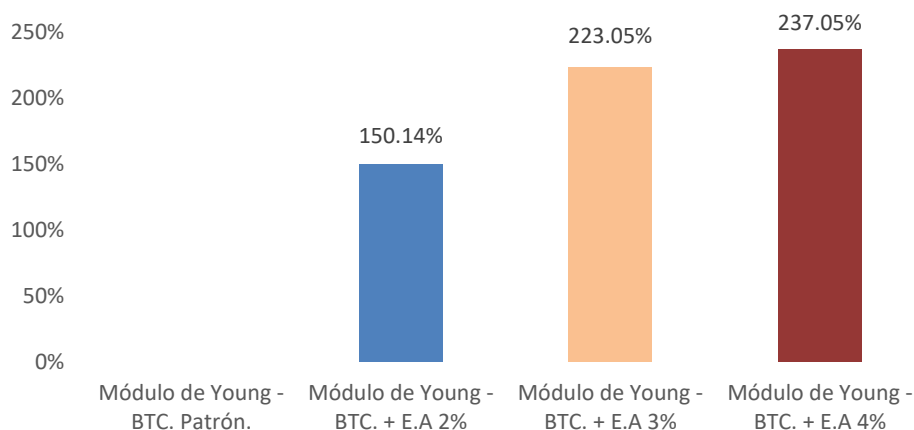


Figura 24: Incremento del módulo de Young para los BTC sometidos a flexión.

En las tablas 34,35,36 y 37, se muestra el peso seco de los BTC, mas no se muestra peso saturado ya que los especímenes se destruyeron durante el ensayo de grado de absorción.

Tabla 34
Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – muestra patrón

Código	Característica	Peso kg	Peso Saturado kg	% Abs
Patrón 1	Secado al ambiente	8.854	-	No cumple
Patrón 2	Secado al ambiente	8.609	-	No cumple
Patrón 3	Secado al ambiente	8.757	-	No cumple
Patrón 4	Secado al ambiente	8.609	-	No cumple
Patrón 5	Secado al ambiente	8.651	-	No cumple

Tabla 35
Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – 2% E.A

Código	Característica	Peso kg	Peso Saturado kg	% Abs
E.A 2% - 1	Secado al ambiente	8.315	-	No cumple
E.A 2% - 2	Secado al ambiente	9.538	-	No cumple
E.A 2% - 3	Secado al ambiente	8.222	-	No cumple
E.A 2% - 4	Secado al ambiente	9.536	-	No cumple
E.A 2% - 5	Secado al ambiente	9.921	-	No cumple

Tabla 36
Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – 3% E.A

Código	Característica	Peso kg	Peso Saturado kg	% Abs
E.A 3% - 1	Secado al ambiente	8.411	-	No cumple
E.A 3% - 2	Secado al ambiente	8.632	-	No cumple
E.A 3% - 3	Secado al ambiente	8.587	-	No cumple
E.A 3% - 4	Secado al ambiente	8.642	-	No cumple
E.A 3% - 5	Secado al ambiente	8.313	-	No cumple

Tabla 37
Resumen detallado del ensayo de grado de absorción – 4% E.A

Código	Característica	Peso kg	Peso Saturado kg	% Abs
E.A 4% - 1	Secado al ambiente	9.225	-	No cumple
E.A 4% - 2	Secado al ambiente	8.315	-	No cumple
E.A 4% - 3	Secado al ambiente	9.345	-	No cumple
E.A 4% - 4	Secado al ambiente	9.920	-	No cumple
E.A 4% - 5	Secado al ambiente	8.760	-	No cumple

3.4 Incremento de la resistencia a la compresión y flexión de los BTC con adición de emulsión asfáltica RC-250 frente a los BTC de la muestra patrón.

En la tabla 34 y en la figura 21, se puede evidenciar el incremento de la resistencia a la compresión de los BTC con adición de emulsión asfáltica (RC-250) en los porcentajes de 2%, 3% y 4% frente a los BTC de la muestra patrón, donde claramente el BTC con porcentaje del 4% de emulsión asfáltica tiene un incremento del 126.51% respecto al BTC de la muestra patrón.

Tabla 38

Incremento en la resistencia a la compresión de los BTC.

Muestras	BTC. PATRÓN (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.2% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.3% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.4% (kgf/cm ²)
Promedio	17.15	20.06	26.85	38.85
% de mejora	0%	16.97%	56.55%	126.51%

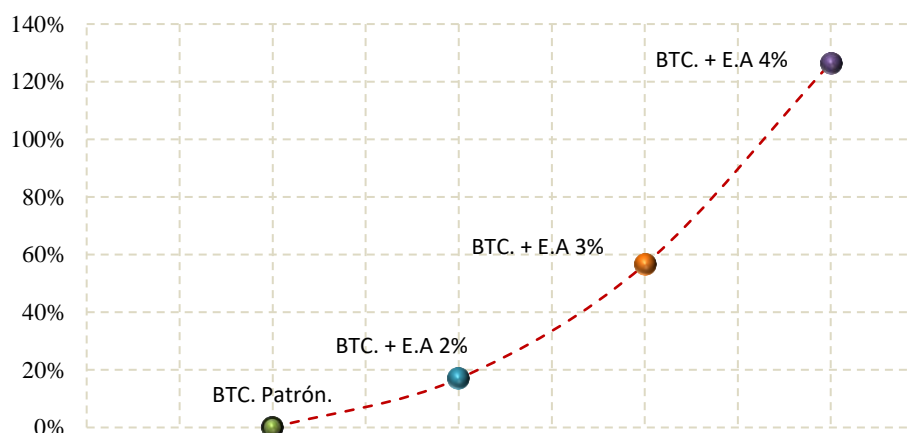


Figura 25: Incremento en resistencia a la compresión de los BTC.

En la tabla 35 y en la figura 22, se puede evidenciar el porcentaje de mejora de la resistencia a la flexión de los BTC con adición de emulsión asfáltica (RC-250) en los porcentajes de 2%, 3% y 4% frente a los BTC de la muestra patrón, donde claramente el BTC con porcentaje del 4% de emulsión asfáltica tiene un incremento del 44.90% respecto al BTC de la muestra patrón.

Tabla 39
Incremento en la resistencia a la flexión de los BTC.

Muestras	BTC. PATRÓN (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.2% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.3% (kgf/cm ²)	BTC. + E.A.4% (kgf/cm ²)
Promedio	7.13	8.08	9.27	10.33
% de mejora	0%	13.27%	30.09%	44.90%

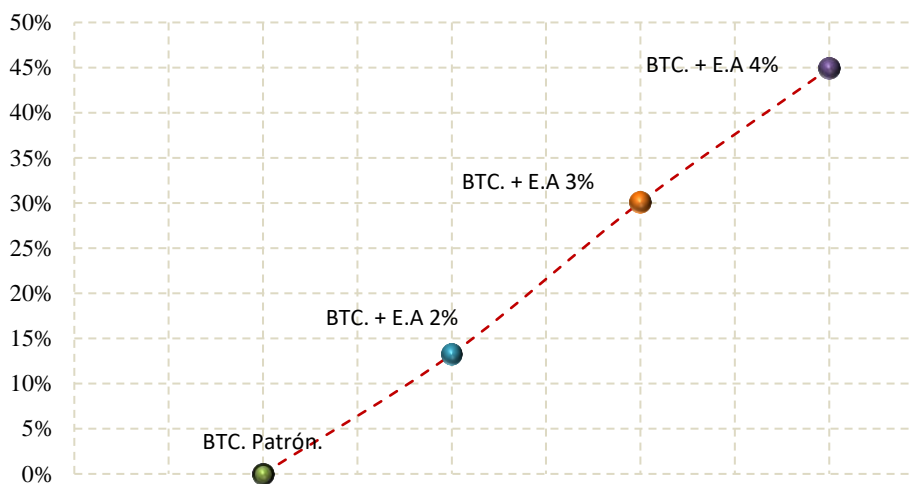


Figura 26: *Incremento en resistencia a la flexión de los BTC.*

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

4.1.1. Limitaciones.

- En esta investigación se utilizó el suelo (materia prima) de la cantera “Flores”, ubicada en Santa Bárbara – Baños del Inca – Cajamarca. Por tanto; los resultados obtenidos son válidos para esta cantera y para aquellas que cumplan características similares.

4.1.2. Interpretación comparativa.

- La norma E.080 (2016), en el artículo 4 establece lineamientos para la gradación del suelo que deben aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55.70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos; también dicha norma específica que estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. Según a los porcentajes estipulados anteriormente, el ensayo de granulometría por sifonaje nos lleva a precisar que el suelo de la cantera “Flores” es óptimo para la elaboración de los BTC, debido a que cuentan con una gradación de 16.50 % en arcilla, 23.38% en limo y 60.13% en arena.
- De acuerdo con la investigación desarrollada podemos inferir que los resultados del ensayo a compresión de los BTC con adición de emulsión asfáltica RC-250 al 4%, presentan una resistencia promedio de 38.85 kgf/cm² y los BTC sin adición solo alcanzaron una resistencia de 17.15 kgf/cm². En el ensayo de resistencia a la flexión de los BTC con adición de emulsión asfáltica RC-250 al 4%, se obtuvo una resistencia promedio de 10.33 kgf/cm² y los BTC sin adición solo llegaron a obtener una resistencia de 7.13 kgf/cm²; de acuerdo a estos resultados, se acepta la hipótesis planteada, la cual al incrementar la adición de emulsión asfáltica RC-250 en un 4%,

el BTC alcanza una mejor resistencia a la compresión y flexión en comparación al BTC sin adición de emulsión asfáltica o muestra patrón.

- Según (Arteaga Paucar & Loja Saula, 2018), en su investigación "Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica"; con respecto al ensayo a la compresión indican que el BTC estabilizado con emulsión asfáltica al 2.5%, 5%, 7.5% y 10% tienen como resultados valores de 1.44 MPa, 1.53 MPa, 1.55 MPa y 1.63 MPa respectivamente, evidenciando que el mayor porcentaje es el que resiste más, representando un incremento del 140.65%. Si comparamos la investigación antes mencionada con esta tesis podemos concluir que se tienen resultados semejantes en el incremento, ya que, en el ensayo de resistencia a la compresión, los BTC con adición de emulsión asfáltica RC-250 al 2%, 3% y 4% mostraron resultados promedios de 20.06 kgf/cm² (1.97 MPa), 26.85 kgf/cm² (2.63 MPa) y 38.85 kgf/cm² (3.81 MPa) respectivamente, donde claramente se puede observar que los BTC con adición de emulsión asfáltica RC-250 al 4% tiene la mayor resistencia, que representa un incremento del 126.51% frente a los BTC de la muestra patrón.
- En esta investigación se obtuvo un resultado promedio de resistencia a la compresión de los BTC con adición de emulsión asfáltica RC-250 al 2% de 20.06 kgf/cm² y al 4% de 38.85 kgf/cm²; si comparamos estos resultados con los obtenidos en base a la investigación de (Chacón Sánchez, Romero Cuentas, & Callasi Venero, 2017), en el cual el ensayo de resistencia a la compresión de los adobes estabilizados con asfalto al 5% obtuvo un resultado promedio de 14.87 kgf/cm² y al 10% de 17.68 kgf/cm²; esto evidencia que a mayor porcentaje de emulsión, los BTC tienen mayor resistencia a la compresión.

- Según la investigación “Bloques de tierra comprimida con aditivos bituminosos” de (Darío Cañola, Builes Jaramillo, Medina, & Gonzáles Castañeda, 2018); tiene como resultado la reducción del coeficiente de absorción capilar e incremento de la resistencia a la penetración del agua en los BTC adicionando emulsión asfáltica al 5%, 7% y 10%, además (Chacón Sánchez, Romero Cuentas, & Callasi Venero, 2017), nos dice que el adobe debe ser sometido a una prueba de succión, la cual busca determinar el índice de absorción de agua temprana en el espécimen; comparando los ensayos de las investigaciones antes mencionadas con el ensayo de absorción empleado en esta tesis, podemos inferir que son ensayos totalmente distintos, debido a que en las investigaciones de referencia, el adobe solo hizo contacto con el agua en una de sus caras; en cambio en nuestro ensayo de absorción, el BTC fue totalmente sumergido por un periodo de 24h, los cuales se destruyeron y no se obtuvo resultado alguno.

4.1.3. Implicancias.

- La principal implicancia, es que la estructura de esta investigación podrá servir como antecedente para la elaboración de investigaciones parecidas utilizando su propio radio de influencia, además de poder utilizar otro tipo de estabilizante.
- Continuar desarrollando la presente investigación realizando ensayos de pilas y muretes con unidades de BTC adicionando emulsión asfáltica RC-250, tomando como referencia la norma E.080.
- Generar nuevas investigaciones con otro tipo de estabilizantes con la finalidad de fomentar el uso de BTC en la construcción de edificaciones.
- Esta investigación obtuvo resultados favorables al incrementar la resistencia a la compresión y flexión, por lo que podrían desarrollar nuevas investigaciones

adicionando mayor porcentaje de emulsión asfáltica para evaluar las posibles mejoras con este estabilizante en los BTC.

4.2 Conclusiones

- De acuerdo a los resultados de esta investigación, se cumple parcialmente la hipótesis, debido a que los ensayos de resistencia a la compresión y flexión demostraron que al adicionar emulsión asfáltica RC-250 al 2%, 3% y 4%, las unidades de los BTC, muestran resultados favorables; sin embargo, las unidades de los BTC, en el ensayo de grado de absorción se desintegraron, por lo que no se tiene resultado alguno.
- Los resultados de los ensayos de suelos de la cantera "Flores", usado para la elaboración de los BTC, nos muestra un suelo óptimo, puesto que de acuerdo a la clasificación S.U.C.S, el material es una arena arcillosa (SC), la cual cumple con los requerimientos de la norma E.080 (2016).
- En los ensayos de Proctor modificado para la muestra patrón y para las muestras con adición de emulsión asfáltica RC-250 al 2%, 3% y 4%, se obtuvo resultados de máxima densidad seca igual a 2.19 gr/cm³, 2.38 gr/cm³, 2.33 gr/cm³ y 2.26 gr/cm³, con un óptimo contenido de humedad de 9.35%, 8.95%, 10.35% y 9.5% respectivamente.
- Los resultados de los BTC con adición de emulsión asfáltica RC-250 al 2%, 3% y 4% son: resistencia a la compresión 20.06 kgf/cm², 26.85 kgf/cm² y 38.85 kgf/cm² y resistencia a la flexión 8.08 kgf/cm², 9.27 kgf/cm² y 10.33 kgf/cm² respectivamente.

- Se evaluó el resultado de los ensayos de resistencia a la compresión y flexión, obteniéndose los mejores resultados con la adición de emulsión asfáltica al 4%, ya que esta muestra obtuvo un incremento del 126.51% de resistencia a la compresión, y 44.90% de resistencia a la flexión con respecto a la muestra patrón.

REFERENCIAS

- Arteaga Paucar, J. M., & Loja Saula, L. A. (2018). *Diseño de Adobes Estabilizados con Emulsión Asfáltica*. Cuenca.
- ASTM C67. (2019). *Métodos de ensayo estándar para el muestreo y la prueba de ladrillo y ladrillo de arcilla estructural*. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM D-1557, & MTC E 115 - 2000. (2006). Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada.
- ASTM D421. (2007). *Práctica para la Preparación en Seco de Muestras de Suelo para el Análisis del Tamaño de Partícula y la Determinación de Constantes de Suelo*.
- Carcedo Fernández, M. (2012). *Resistencia a Compresión de Bloques de Tierra Comprimida Estabilizada con Materiales de Sílices de Diferente Tamaño de Partícula*. Madrid.
- Chacón Sánchez, V., Romero Cuentas, V. I., & Callasi Venero, C. D. (2017). *Estudio Comparativo de las Propiedades Físico Mecánicas de las Unidades de Adobe Tradicional Frente a las Unidades de Adobe Estabilizado con Asfalto*. Cusco.
- Cordova Fernandez, E. L. (2017). *Resistencia a la Compresión de Ladrillos de Adobe Estabilizados con Asfalto RC-250 en San Miguel de Utcayacu-Catac*. Chimbote.
- Darío Cañola, H., Builes Jaramillo, A., Medina, C. A., & Gonzáles Castañeda, G. E. (2018). *Bloques de Tierra Comprimida con Aditivos Bituminosos*. Instituto Tecnológico Metropolitano.
- Galván Huamaní, L. M. (2015). *Criterios de Análisis y Diseño de una Mezcla Asfáltica en Frío con Pavimento Reciclado y Emulsión Asfáltica*. Lima.
- INEI, D. T. (2017). *Perfil Sociodemográfico del Perú*. Obtenido de Recuperado 11 de mayo de 2018, a partir de <https://www.inei.gov.pe/>
- Jimenez Pose, C. (2014). *Ensayo de Absorción del BTC y su Influencia en el Tipo de Juntas. Construcción con Tierra*.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (1985). *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Ciudad de Mexico.
- Lou Ma, R. (1981). *Manual para la Construcción de la CETA -RAM*.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (7 de Abril de 2017). Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. *Diario Oficial El Peruano*.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2016). *Norma técnica de edificaciones*. Obtenido de Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento Web site: https://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/TITULO_III_EDIFICACIONES/III.2%20ESTRUCTURAS/E.080%20ADOBE.pdf
- Minke, G. (2005). *Manual de Construcción en Tierra*. Fin de Siglo.
- Nieto Castañeda, F. A., Gámez Camargo, C. P., & Hilarión Plazas, D. L. (2008). Método para la Determinación de la Humedad en Suelos Granulares Utilizando Horno Microondas. *Epsilon*.
- NTP 339.613. (1999). *Ensayo de resistencia a la compresión de albañilería*. Lima : INACAL.
- NTP 339.078. (2012). *Ensayo a la Flexión*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.127. (1998). *Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339.128. (1999). *Suelos. Método de Ensayo para el Análisis Granulométrico*. Lima: INDECOPI.


- NTP 339.129. (1999). *Suelos Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad*. Lima: INDECOPI.
- NTP 339-141. (1999). *Suelos. Método de ensayo para compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2,700 kN-m/m³ (56,000pie-lbf/pie³))*. Lima: INDECOPI.
- P. Gatani, M. (2000). Ladrillos de Suelo - Cemento: Mampuesto Tradicional en Base a un Material Sostenible. *Sciense*.
- Pacuri Zapana, O. A. (2014). *Efecto de la Adición de aglomerantes en la Resistencia Mecánica y Física del Adobe*. Puno.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2017). *Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Lima: El Peruano.
- Ríos Pérez, E. Y. (2010). *Efecto de la Adición de Latex Natural y Jabón en la Resistencia Mecánica y Absorción del Adobe Compactado*. Oaxaca.
- Vásques Hernandez, A., Botero Botero, L. F., & Carvajal Arango, D. (2015). Fabricación de Bloques de Tierra Comprimida con Adición de Residuos de Construcción y Demolición Como Reemplazo del Agregado Pétreo Convencional. *SciELO*.

ANEXOS

- Anexo N°1: Matriz de consistencia

TITULO: "Propiedades Físico Mecánicas De Bloques de Tierra Comprimida con la Adición de Emulsión Asfáltica", Cajamarca 2018					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Formula
<p>1. Problema General:</p> <p>¿En que medida influye la adición de emulsión asfáltica en las propiedades físico mecánicas de los bloques de tierra comprimida?</p>	<p>1. Objetivo General:</p> <p>Determinar las propiedades físico mecánicas de bloques de tierra comprimida con la adición de emulsión asfáltica.</p>	<p>1. Hipótesis General:</p> <p>Al incrementar el porcentaje de emulsión asfáltica en las unidades de bloques de tierra comprimida; mejoran las propiedades físico mecánicas con respecto a la muestra patrón (BTC sin adición de emulsión asfáltica).</p>	<p>V. Independiente</p> <p>X. Emulsión Asfáltica (EA)</p>	<p>X.1. Emulsión Asfáltica al 2%.</p> <p>X.2. Emulsión Asfáltica al 3%.</p> <p>X.3. Emulsión Asfáltica al 4%.</p>	$EA_{2\%} = \frac{2\% * \text{Peso total del bloque}}{100}$ $EA_{3\%} = \frac{3\% * \text{Peso total del bloque}}{100}$ $EA_{4\%} = \frac{4\% * \text{Peso total del bloque}}{100}$
	<p>2. Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar los ensayos de Granulometría y Límites de Consistencia para clasificar el suelo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S), para la elaboración de bloques de tierra comprimida. Realizar el ensayo de Proctor Modificado para la muestra patrón y para la muestra con adición de emulsión asfáltica en porcentajes del 2%, 3% y 4%, determinando la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad. Comparar los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión y flexión con y sin adición de emulsión asfáltica en los bloques de tierra comprimida 	<p>2. Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Al realizar los ensayos de Granulometría y Límites de Consistencia, se identifica que este suelo es óptimo para la elaboración de bloques de tierra comprimida. Con el ensayo de Proctor Modificado, el óptimo contenido de humedad para la muestra patrón es menor al 10% y para la muestra con adición de emulsión asfáltica en distintos porcentajes el óptimo contenido de humedad es menor al 15%. Los bloques de tierra comprimida con emulsión asfáltica tienen una mejora físico mecánica en resistencia a la compresión y flexión frente a los que no cuentan con esta mezcla. 	<p>V. Dependiente:</p> <p>Y. Propiedades Físico Mecánicas de los bloques de tierra comprimida.</p>	<p>Y.1. Resistencia a la Compresión.</p> <p>Y.2. Resistencia a la Flexión.</p> <p>Y.3. Absorción.</p>	$\sigma = \frac{P}{A}$ $\sigma = \frac{3 * P * D.A}{2 * L * H^2}$ $\% = \frac{W_s - W_h}{W_s} * 100$

- Anexo N°2: Protocolos

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		CH-LS-UPNC:	
PROYECTO:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018				
CANTERA:	"Flores"	Dueño:	L.F	TIPO DE MATERIAL:	Arena - Arcilla
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo		
FECHA DE MUESTREO:	23/09/18	RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez		
FECHA DE ENSAYO:	24/09/18	REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro		

Temperatura de Secado

110 °C

Método




Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Identificación del recipiente o Tara	-	N°1	N°2	N°3	
B	Peso del Recipiente	gr	28.4	28.2	39.2	
C	Recipiente + Material Natural	gr	198.6	196.2	201	
D	Recipiente + Material Seco	gr	178.7	177.4	182.6	
E	Peso del material húmedo	gr	170.2	168.00	161.8	
	(Wmh) = C - B					
F	Peso del material Seco	gr	150.3	149.20	143.4	
	(Ws) = D - B					
W%	Porcentaje de humedad (E-F / F) * 100	%	13.24	12.60	12.83	
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	12.89			

$$(W\%) = \frac{Wmh - Ws}{Ws} * 100$$

Nota: Materia hace mención tanto al suelo como a los agregados tanto grueso como fino.

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012		
PROYECTO	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA:	"Flores"	TM:	
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TMN:	
FECHA DE MUESTRA:	23/09/18	M.F.:	
FECHA DE ENSAYO:	25/09/18	HUSO A UTILIZAR:	
RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez	REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro


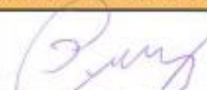
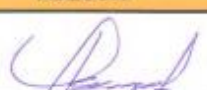
AGREGADO FINO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	N° 4	4.75	5.40	1.00	1.00	99.00	95	100
2	N° 10	2.00	15.10	2.80	3.81	96.19	80	100
3	N°20	0.84	29.00	5.38	9.19	90.81	-	-
4	N° 30	0.59	32.40	6.02	15.21	84.79	50	85
5	N° 40	0.42	83.90	15.58	30.78	69.22	25	60
6	N° 60	0.25	79.00	14.67	45.45	54.55	10	30
7	N° 100	0.15	80.20	14.89	60.34	39.66	2	10
8	N° 200	0.075	76.70	14.24	74.58	25.42	0	3
9	Bandeja	0	136.90	25.42	100.00	0.00	-	-

Nota: Para calcular el módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200, además para el cálculo utilizar la siguiente ecuación:

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:

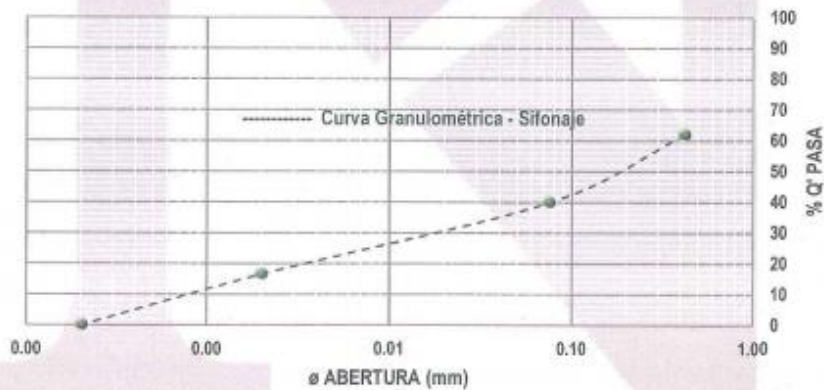
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTSF-LS-UPNC:	
	NORMA:	ASTM D421			
	TESIS:	PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018			
CANTERA:	"Flores"	Dueño:	LF	TIPO DE MATERIAL:	Arena - Arcilla
UBICACIÓN:	CAJAMARCA			COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE MUESTREO:	23/0918			RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	03/10/18			REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

Peso de muestra seca; Ws	80	gr
--------------------------	----	----

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR SIFONAJE			
Malla	Malla (mm)	P.R.P	% RP
Nº10	2,00	-	-
Nº40	0,42	30.5	38.13
Nº200	0,074	17.6	22.00
Limo	0,002	18.70	23.38
Arcilla	0,0002	13.20	16.50
Total		80.00	100.00

GRANULOMETRÍA POR SIFONAJE



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111		LP-LS-UPNC:
	TESIS:	PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	Dueño:	L.F	TIPO DE MATERIAL:
				Arena - Arcilla
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:		Marrón - Plomo
FECHA DE MUESTREO:	23/09/18	RESPONSABLE:		J. Ramiro Rojas Gálvez
FECHA DE ENSAYO:	26/09/18	REVISADO POR:		Ing. Manuel Urteaga Toro

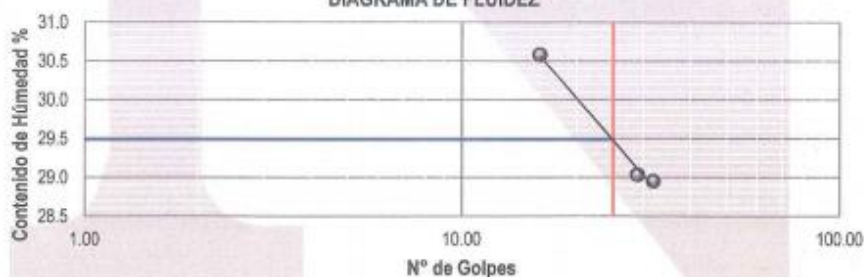
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	#13	#14	#15		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	40.40	42.80	38.20		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	37.70	39.10	36.00		
D	Peso de Recipiente	gr	28.40	27.00	28.40		
E	Peso del Agua	gr	2.70	3.70	2.20		
F	Peso Suelo Seco	gr	9.30	12.10	7.60		
G	Número de Golpes	N	29	16	32		
H	Contenido de Humedad	%	29.03	30.58	28.95		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	#11	#12			
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	48.30	38.70			
C	Suelo Seco + Tara	gr	46.90	36.70			
D	Peso de Tara	gr	39.30	27.00			
E	Peso del Agua	gr	1.40	2.00			
F	Peso Suelo Seco	gr	7.60	9.70			
G	Contenido de Humedad	%	18.42	20.62			
H	Promedio Límite Plástico		19.52				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

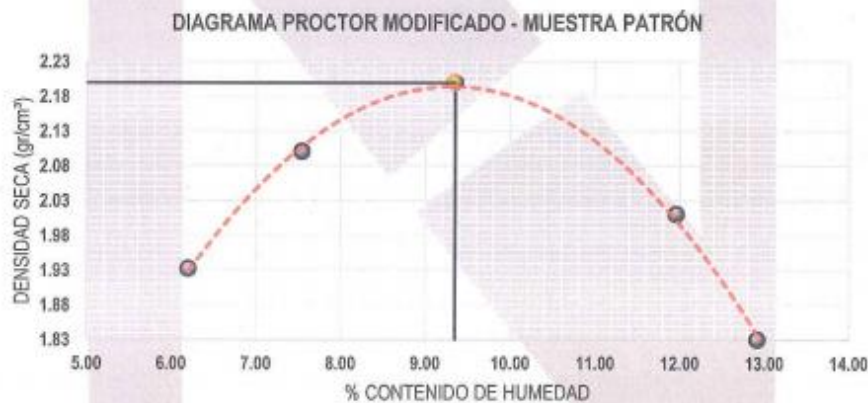


OBSERVACIONES:


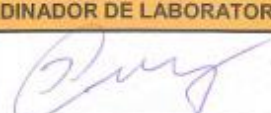

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:	
	NORMA:	MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141				
	TESIS:	PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018				
CANTERA:	"Flores"	Dueño:	L.F	TIPO DE MATERIAL:	Arena - Arcilla - Patrón	
UBICACIÓN:	"CAJAMARCA"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo			
FECHA DE MUESTREO:	23/09/18	RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez			
FECHA DE ENSAYO:	24/10/18	REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro			

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4156		4156		4156		4156	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6085		6280		9272		6099	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1929		2124		2116		1843	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	939.98		939.98		939.98		939.98	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	2.05		2.26		2.25		2.07	
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	25.8	32.8	27.6	28.2	30.4	25.4	25	27
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	163.8	172	182.1	182.9	192.6	174.1	206.25	181.9
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	155.7	163.9	171.3	172	175.3	158.2	185.5	164.2
K	Peso del Agua	gr	8.1	8.1	10.8	10.9	17.3	15.9	20.75	17.7
L	Peso Muestra seca	gr	129.9	131.1	143.7	143.8	144.9	132.8	160.5	137.2
M	Contenido de Humedad W%	%	6.24	6.18	7.52	7.58	11.94	11.97	12.93	12.90
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	6.21		7.55		11.96		12.91	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.93		2.10		2.01		1.83	



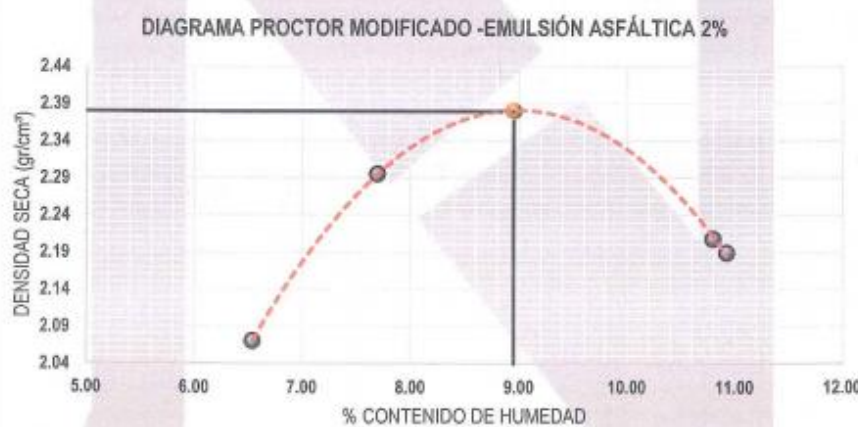
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141		CPM-LS-UPNC:	
TESIS:		PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018			
CANTERA:	"Flores"	Dueño:	LF	TIPO DE MATERIAL:	Arena - Arcilla - 2% E. A
UBICACIÓN:	"CAJAMARCA"	COLOR DE MATERIAL:		Marrón - Plomo	
FECHA DE MUESTREO:	23/09/18	RESPONSABLE:		J. Ramiro, Rojas Gálvez	
FECHA DE ENSAYO:	24/10/18	REVISADO POR:		Ing. Manuel Urteaga Toro	


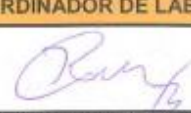

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4
A	Peso Molde	gr	4156	4156	4156	4156
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6230	6480	6456	6439
C	Peso Muestra Húmeda	gr	2074	2340	2300	2283
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	939.98	939.98	939.98	939.98
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	2.21	2.47	2.45	2.43
G	Recipiente	Nº	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	23.8	31.1	27	28
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	208.6	187.5	214.4	198.4
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	197.6	177.6	200.9	186.3
K	Peso del Agua	gr	11.00	9.9	13.5	12.1
L	Peso Muestra seca	gr	173.8	146.5	173.9	158.3
M	Contenido de Humedad W%	%	6.33	6.76	7.76	7.64
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	6.54		7.70	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	2.07		2.30	

DIAGRAMA PROCTOR MODIFICADO -EMULSIÓN ASFÁTICA 2%



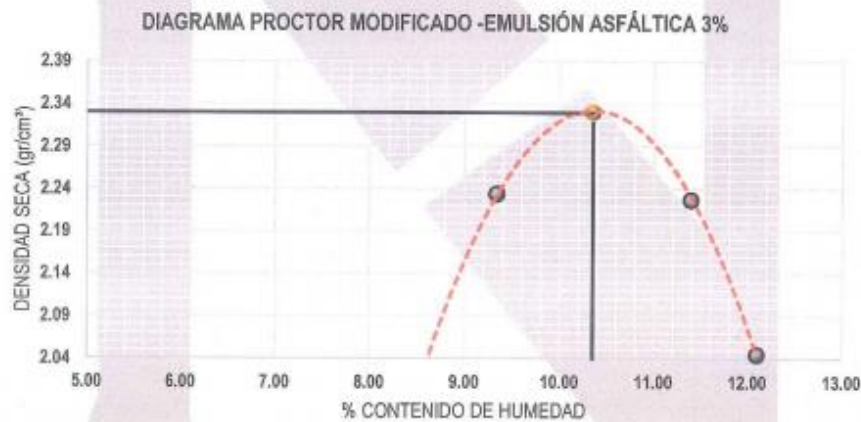
Densidad Máxima Seca :	2.38
Humedad Óptima :	8.95

OBSERVACIONES:




RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CPM-LS-UPNC:	
	NORMA: MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141				
	TESIS: PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018				
CANTERA:	"Flores"	Dueño:	L.F.	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 3% E. A
UBICACIÓN:	"CAJAMARCA"	COLOR DE MATERIAL:		Marrón - Plomo	
FECHA DE MUESTREO:	23/09/18	RESPONSABLE:		J. Ramiro, Rojas Gálvez	
FECHA DE ENSAYO:	24/10/18	REVISADO POR:		Ing. Manuel Urteaga Toro	

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4156		4156		4156		4156	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	5330		6488		6452		6311	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	1174		2332		2296		2155	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	939.98		939.98		939.98		939.98	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	1.25		2.48		2.44		2.29	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	30.4	25.4	25.8	32.8	25	27	27.6	28.2
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	113	109.2	72.3	71.1	75.3	78.5	115.1	113
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	107.3	104.2	67.4	67.3	71.5	73.6	107.1	102.5
K	Peso del Agua	gr	5.70	5.00	4.90	3.80	3.80	4.90	8.00	10.50
L	Peso Muestra seca	gr	76.9	78.8	41.60	34.50	46.50	46.60	79.50	74.30
M	Contenido de Humedad W%	%	7.41	6.35	11.78	11.01	8.17	10.52	10.06	14.13
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	6.88		11.40		9.34		12.10	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	1.17		2.23		2.23		2.05	



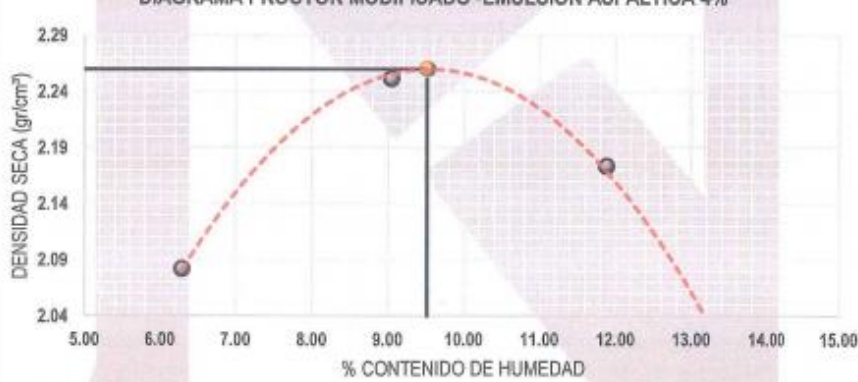
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO				CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
NORMA:		MTC E115 / ASTM D1557 / NTP 339.141				CPM-LS-UPNC:			
TESIS:		PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018							
CANTERA:	"Flores"	Dueño:	L.F	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 4% E. A				
UBICACIÓN:	"CAJAMARCA"	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo						
FECHA DE MUESTREO:	23/09/18	RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez						
FECHA DE ENSAYO:	24/10/18	REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro						


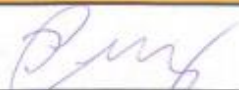

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO										
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1		2		3		4	
A	Peso Molde	gr	4156		4156		4156		4156	
B	Peso Muestra Húmeda + Molde	gr	6236		6464		6442		6268	
C	Peso Muestra Húmeda	gr	2080		2308		2286		2112	
D	Volumen Muestra húmeda	cm ³	939.98		939.98		939.98		939.98	
F	Densidad húmeda; Dh	gr/cm ³	2.21		2.46		2.43		2.25	
G	Recipiente	N°	a	b	a	b	a	b	a	b
H	Peso Recipiente	gr	25	27	27.7	28.2	25.8	32.6	30	25.4
I	Peso Muestra húmeda + Recipiente	gr	123	114.3	130.5	120.1	184.4	188.1	148.8	140.3
J	Peso Muestra Seca + Recipiente	gr	116.9	109.4	119.5	114.8	169.1	170.1	130.0	131.3
K	Peso del Agua	gr	6.10	4.90	11	5.30	15.30	18.00	18.8	9.00
L	Peso Muestra seca	gr	91.9	82.4	91.8	86.8	143.30	137.5	100	105.9
M	Contenido de Humedad W%	%	6.64	5.95	11.98	6.12	10.68	13.09	18.8	8.50
N	Promedio Contenido de humedad Óptimo	%	6.29		9.05		11.88		13.65	
O	Densidad Seca Máxima; Ds	gr/cm ³	2.08		2.25		2.17		1.98	

DIAGRAMA PROCTOR MODIFICADO -EMULSIÓN ASFÁTICA 4%



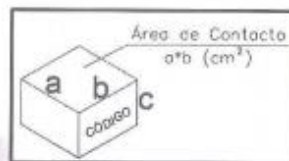
Densidad Máxima Seca :	2.26
Humedad Óptima :	9.52

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

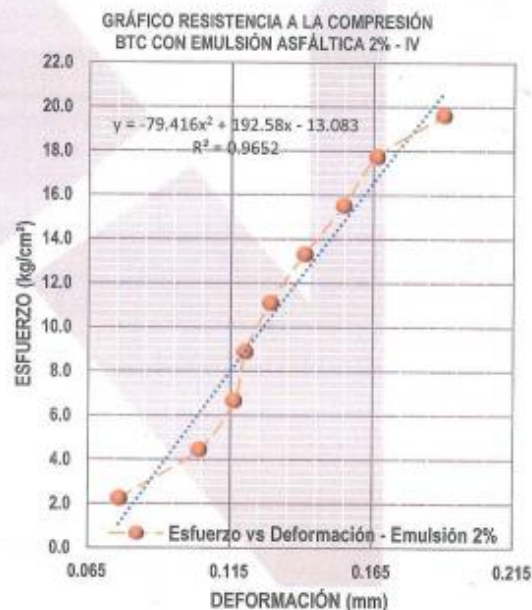
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 2% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm²)
E.A 2% - IV	15.34	14.72	10.43	225.81	4426	19.60

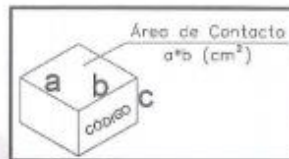
Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.21	0.77	0.074
1000	4.43	1.05	0.101
1500	6.64	1.18	0.113
2000	8.86	1.22	0.117
2500	11.07	1.31	0.126
3000	13.29	1.43	0.137
3500	15.50	1.57	0.151
4000	17.71	1.69	0.162
4426	19.60	1.93	0.185



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

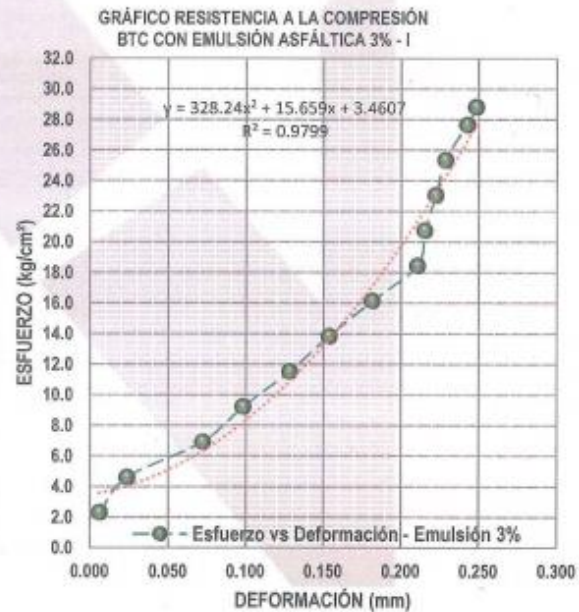
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:	-----		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 3% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm²)
E.A 3% - I	14.99	14.48	9.98	216.96	6254	28.83

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.30	0.06	0.006
1000	4.61	0.24	0.024
1500	6.91	0.72	0.072
2000	9.22	0.98	0.098
2500	11.52	1.28	0.128
3000	13.83	1.53	0.153
3500	16.13	1.81	0.181
4000	18.44	2.10	0.210
4500	20.74	2.15	0.216
5000	23.05	2.22	0.223
5500	25.35	2.28	0.229
6000	27.66	2.42	0.243
6254	28.33	2.48	0.249

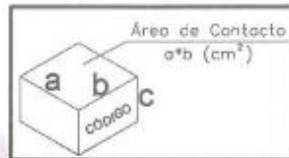


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:	-----		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 3% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

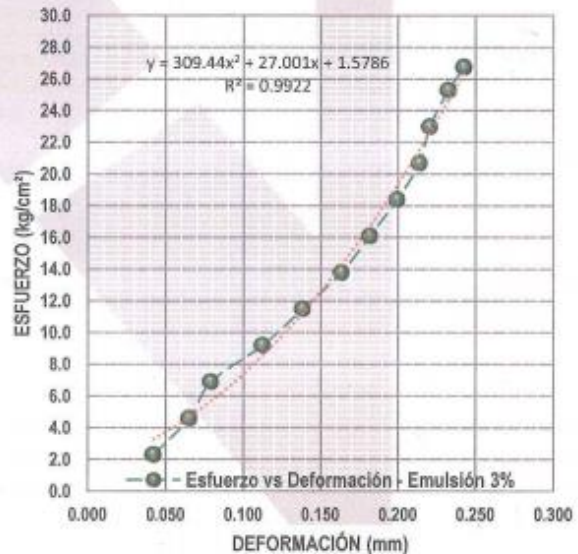
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS





CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm²)
E.A 3% - III	15.13	14.38	10.23	217.52	5818	26.75

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.30	0.42	0.041
1000	4.60	0.65	0.064
1500	6.90	0.79	0.077
2000	9.19	1.12	0.109
2500	11.49	1.38	0.135
3000	13.79	1.63	0.159
3500	16.09	1.81	0.177
4000	18.39	1.99	0.195
4500	20.69	2.13	0.208
5000	22.99	2.20	0.215
5500	25.29	2.32	0.227
5818	26.75	2.42	0.237

**GRÁFICO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
BTC CON EMULSIÓN ASFÁTICA 3% - III**

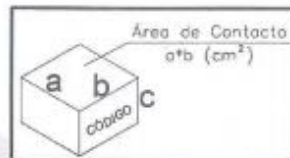


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

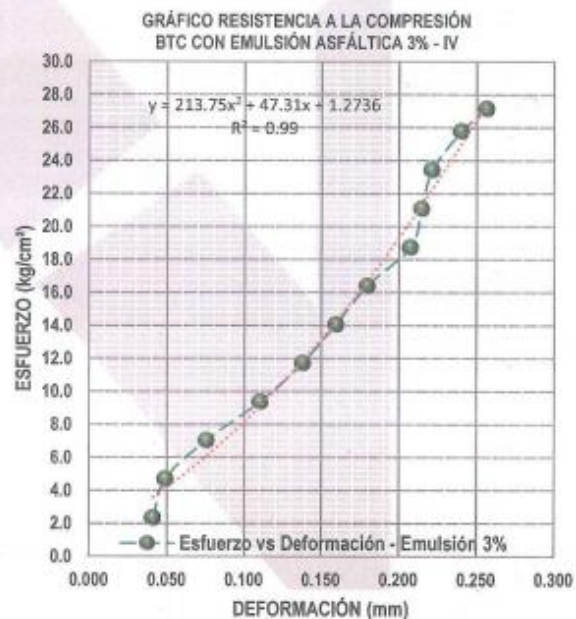
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 3% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm ²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm ²)
E.A 3% - IV	15.11	14.13	10.26	213.46	5795	27.15

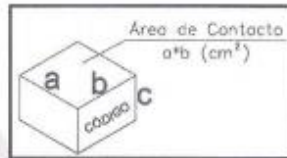
Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.34	0.41	0.040
1000	4.68	0.49	0.047
1500	7.03	0.75	0.073
2000	9.37	1.10	0.107
2500	11.71	1.37	0.134
3000	14.05	1.59	0.155
3500	16.40	1.79	0.175
4000	18.74	2.07	0.202
4500	21.08	2.14	0.209
5000	23.42	2.21	0.215
5500	25.77	2.40	0.234
5795	27.15	2.56	0.257



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

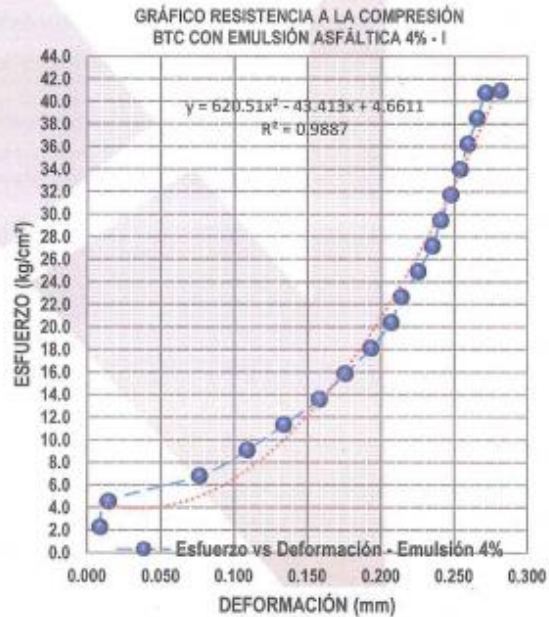
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
	NORMA:	
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 4% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS


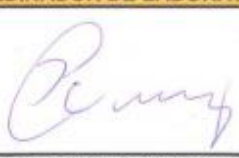
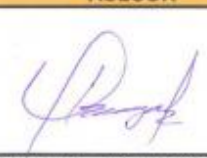


CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm²)
E.A 4% - I	15.21	14.52	10.31	220.90	9039	40.92

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.26	0.09	0.009
1000	4.53	0.15	0.015
1500	6.79	0.79	0.077
2000	9.05	1.12	0.109
2500	11.32	1.38	0.134
3000	13.58	1.63	0.158
3500	15.84	1.81	0.176
4000	18.11	1.99	0.193
4500	20.37	2.13	0.207
5000	22.63	2.20	0.213
5500	24.90	2.32	0.225
6000	27.16	2.42	0.235
6500	29.43	2.48	0.240
7000	31.69	2.55	0.247
7500	33.65	2.62	0.254
8000	36.22	2.67	0.259
8500	38.48	2.74	0.266
9000	40.74	2.80	0.271
9039	40.92	2.91	0.281

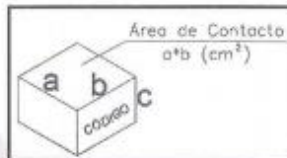


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 4% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018	RESPONSABLE:		J. Ramiro, Rojas Gálvez
	REVISADO POR:		Ing. Manuel Urteaga Toro

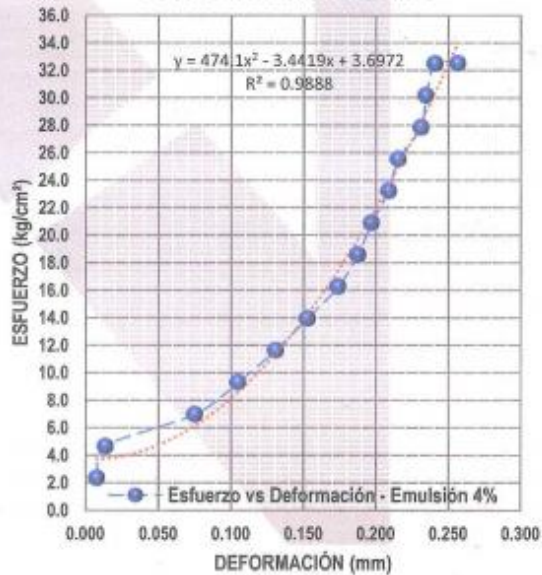
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS





CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm ²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm ²)
E.A 4% - II	15.04	14.33	9.91	215.52	7002	32.49

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.32	0.08	0.008
1000	4.64	0.14	0.014
1500	6.96	0.78	0.078
2000	9.28	1.08	0.109
2500	11.60	1.34	0.136
3000	13.92	1.57	0.159
3500	16.24	1.79	0.181
4000	18.56	1.93	0.195
4500	20.88	2.03	0.205
5000	23.20	2.15	0.217
5500	25.52	2.22	0.224
6000	27.84	2.38	0.240
6500	30.16	2.42	0.244
7000	32.48	2.48	0.250
7002	32.49	2.65	0.267

**GRÁFICO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
BTC CON EMULSIÓN ASFÁTICA 4% - II**

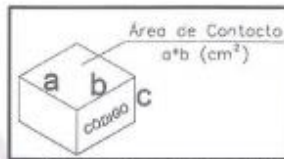


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

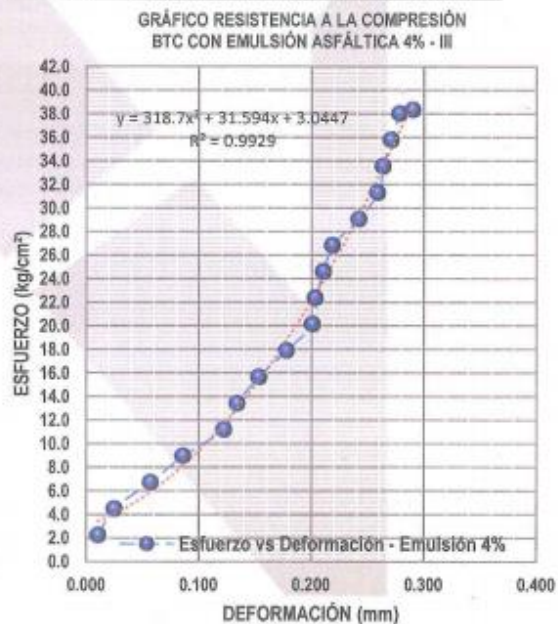
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
	NORMA:	-----	
	TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018	
CANTERA:	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 4% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro



DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS



CÓDIGO DEL ESPECIMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm ²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm ²)
E.A 4% - III	15.21	14.71	9.75	223.74	8574	38.32

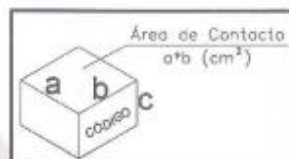
Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.23	0.11	0.011
1000	4.47	0.26	0.026
1500	6.70	0.59	0.060
2000	8.94	0.89	0.091
2500	11.17	1.26	0.129
3000	13.41	1.38	0.142
3500	15.64	1.58	0.162
4000	17.88	1.83	0.188
4500	20.11	2.07	0.213
5000	22.35	2.10	0.215
5500	24.58	2.17	0.223
6000	26.82	2.26	0.232
6500	29.05	2.49	0.256
7000	31.29	2.67	0.274
7500	33.52	2.72	0.279
8000	35.76	2.80	0.287
8500	37.99	2.87	0.295
8574	38.32	2.99	0.306



OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:	-----		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena - Arcilla - 4% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

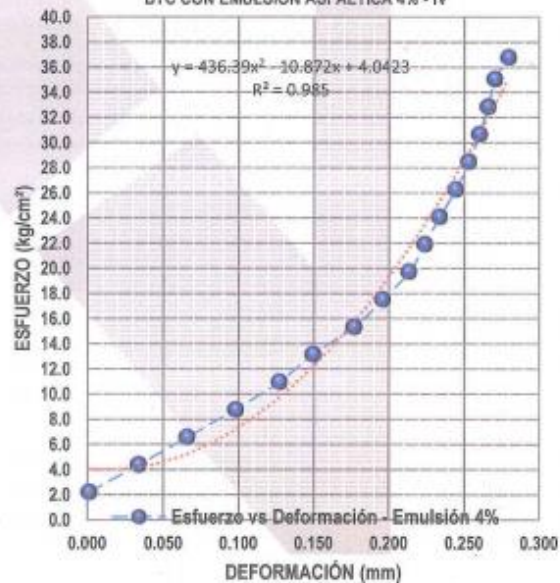
DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS





CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm²)
E.A 4% - IV	15.00	15.22	9.89	228.30	8394	36.77

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.19	0.01	0.001
1000	4.38	0.35	0.034
1500	6.57	0.68	0.66
2000	8.76	1.01	0.098
2500	10.95	1.31	0.127
3000	13.14	1.54	0.149
3500	15.33	1.82	0.176
4000	17.52	2.02	0.196
4500	19.71	2.20	0.213
5000	21.90	2.31	0.224
5500	24.09	2.41	0.234
6000	26.28	2.52	0.244
6500	28.47	2.61	0.253
7000	30.66	2.68	0.260
7500	32.85	2.74	0.266
8000	35.04	2.79	0.271
8394	36.77	2.88	0.279

GRÁFICO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
BTC CON EMULSIÓN ASFÁTICA 4% - IV

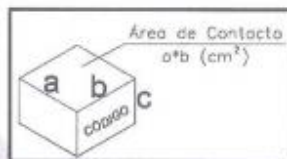


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

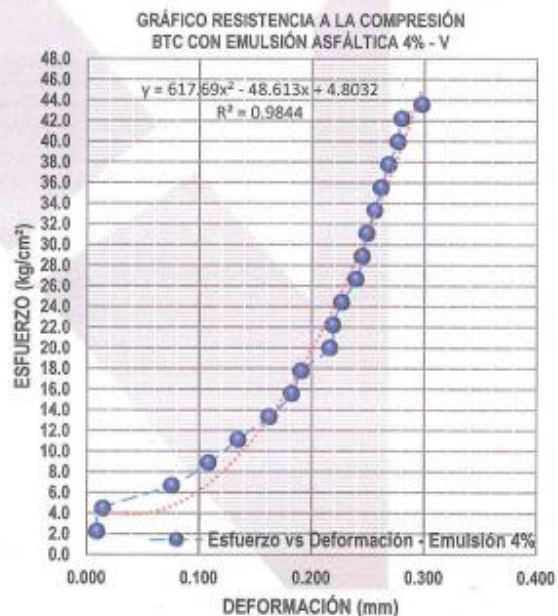
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 4% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS






CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm²)
E.A 4% - V	15.12	14.90	10.05	225.24	9814	43.57

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.22	0.09	0.009
1000	4.44	0.15	0.014
1500	6.66	0.78	0.075
2000	8.88	1.12	0.108
2500	11.10	1.39	0.134
3000	13.32	1.67	0.162
3500	15.54	1.88	0.182
4000	17.76	1.97	0.191
4500	19.98	2.23	0.216
5000	22.20	2.26	0.219
5500	24.42	2.33	0.226
6000	26.64	2.47	0.239
6500	28.86	2.52	0.245
7000	31.08	2.56	0.249
7500	33.30	2.64	0.256
8000	35.52	2.70	0.262
8500	37.74	2.77	0.268
9000	39.96	2.85	0.276
9814	43.57	3.07	0.298

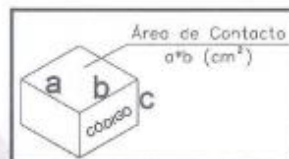


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

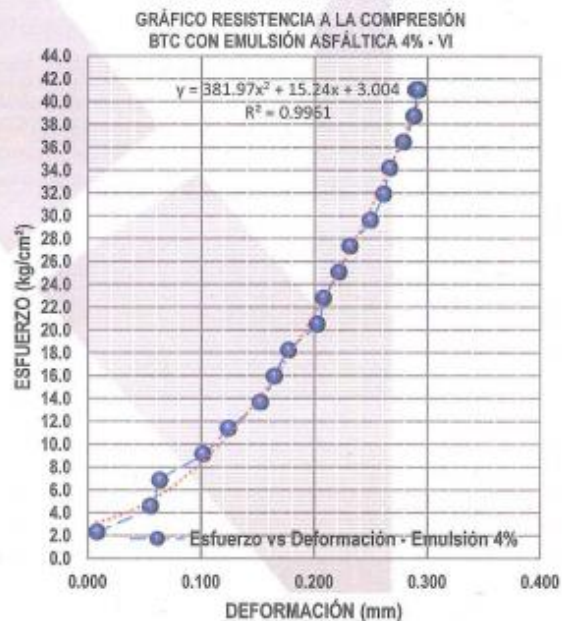
LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ROTURA DE ADOBE COMPACTADO ENSAYO A COMPRESION		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RAC-LC-UPNC:
NORMA:		
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – 4% E.A (RC-250)
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO: 22/11/2018		RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

DIBUJO A CONSIDERAR PARA MEDIDAS Y CÁLCULOS




CÓDIGO DEL ESPECÍMEN (Va en la cara Canto)	Longitud Del Tizón "a" (cm)	Longitud De la Soga "b" (cm)	Longitud Del Grueso "c" (cm)	Área de Contacto o Tabla (a * b) (cm²)	Carga Máxima Soportada (kg)	Esfuerzo de Rotura (kg/cm²)
E.A 4% - VI	15.29	14.36	9.74	219.56	9004	41.01

Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
500	2.29	0.08	0.008
1000	4.55	0.57	0.055
1500	6.83	0.65	0.063
2000	9.11	1.05	0.102
2500	11.39	1.28	0.124
3000	13.66	1.57	0.153
3500	15.94	1.70	0.164
4000	18.22	1.82	0.177
4500	20.50	2.09	0.202
5000	22.77	2.15	0.208
5500	25.05	2.28	0.221
6000	27.33	2.39	0.231
6500	29.60	2.57	0.250
7000	31.88	2.69	0.261
7500	34.16	2.75	0.266
8000	36.44	2.87	0.278
8500	38.71	2.97	0.288
9000	40.99	2.99	0.290
9004	41.01	3.02	0.293



OBSERVACIONES:


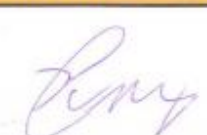

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO:	ENSAYO DE GRADO DE ABSORCIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: EA-LS-UPNC:
	NORMA:	ASTM C-67	
TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018		
CANTERA:	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – Patrón
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2018	RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

Temperatura de Secado
20 °C / 110 °C / Ambiente

ENSAYO DE ABSORCIÓN				
MUESTRA	CARACTERÍSTICA	Peso de la Unidad Seca (kg) P1	Peso de la Unidad Saturada (gr) P2	Porcentaje de Absorción %ABS
M1	Secado al Ambiente	8.854	---	---
M2	Secado al Ambiente	8.609	---	---
M3	Secado al Ambiente	8.757	---	---
M4	Secado al Ambiente	8.609	---	---
M5	Secado al Ambiente	8.651	---	---
M6	Secado al Ambiente	---	---	---
Promedio de Porcentaje de Absorción				---

$$(\%ABS) = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ENSAYO DE GRADO DE ABSORCIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: EA-LS-UPNC:
	NORMA:	ASTM C-67	
	TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018	
CANTERA:	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – Con 2% de Emulsión Asfáltica.
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2018	RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

Temperatura de Secado

20 °C / 110 °C / Ambiente

ENSAYO DE ABSORCIÓN				
MUESTRA	CARACTERÍSTICA	Peso de la Unidad Seca (kg) P1	Peso de la Unidad Saturada (gr) P2	Porcentaje de Absorción %ABS
M1	Secado al Ambiente	8.315	---	---
M2	Secado al Ambiente	9.538	---	---
M3	Secado al Ambiente	8.222	---	---
M4	Secado al Ambiente	9.536	---	---
M5	Secado al Ambiente	9.921	---	---
M6	Secado al Ambiente	---	---	---
Promedio de Porcentaje de Absorción				---

$$(\%ABS) = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:




LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ENSAYO DE GRADO DE ABSORCIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: EA-LS-UPNC:
	NORMA:	ASTM C-67	
	TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018	
CANTERA:	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena - Arcilla - Con 3% de Emulsión Asfáltica.
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2018	RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

Temperatura de Secado

20 °C / 110 °C / Ambiente

ENSAYO DE ABSORCIÓN				
MUESTRA	CARACTERÍSTICA	Peso de la Unidad Seca (kg) P1	Peso de la Unidad Saturada (gr) P2	Porcentaje de Absorción %ABS
M1	Secado al Ambiente	8.411	---	---
M2	Secado al Ambiente	8.632	---	---
M3	Secado al Ambiente	8.587	---	---
M4	Secado al Ambiente	8.642	---	---
M5	Secado al Ambiente	8.313	---	---
M6	Secado al Ambiente	---	---	---
Promedio de Porcentaje de Absorción				---

$$(\%ABS) = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$




OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ENSAYO DE GRADO DE ABSORCIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: EA-LS-UPNC:
	NORMA:	ASTM C-67	
	TESIS:	"PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁTICA", CAJAMARCA 2018	
CANTERA:	"Flores"	TIPO DE MATERIAL:	Arena – Arcilla – Con 4% de Emulsión Asfáltica.
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	COLOR DE MATERIAL:	Marrón - Plomo
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2018	RESPONSABLE:	J. Ramiro, Rojas Gálvez
		REVISADO POR:	Ing. Manuel Urteaga Toro

Temperatura de Secado
20 °C / 110 °C / Ambiente

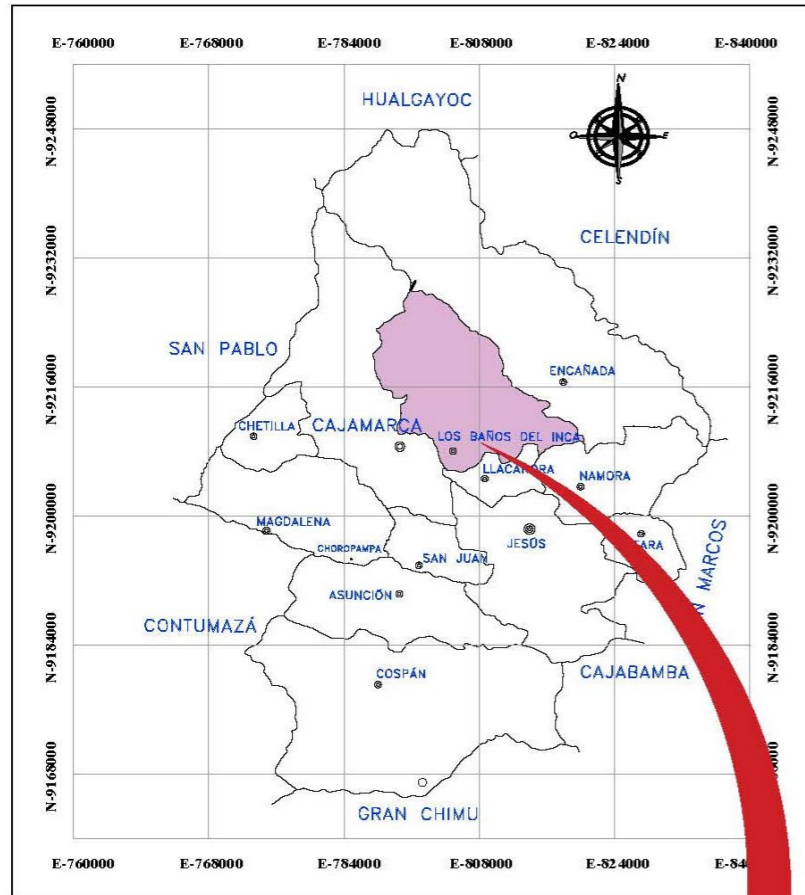
ENSAYO DE ABSORCIÓN				
MUESTRA	CARACTERÍSTICA	Peso de la Unidad Seca (kg) P1	Peso de la Unidad Saturada (gr) P2	Porcentaje de Absorción %ABS
M1	Secado al Ambiente	9.225	---	---
M2	Secado al Ambiente	8.315	---	---
M3	Secado al Ambiente	9.345	---	---
M4	Secado al Ambiente	9.920	---	---
M5	Secado al Ambiente	8.760	---	---
M6	Secado al Ambiente	---	---	---
Promedio de Porcentaje de Absorción				---

$$(\%ABS) = \frac{P2 - P1}{P1} \cdot 100$$

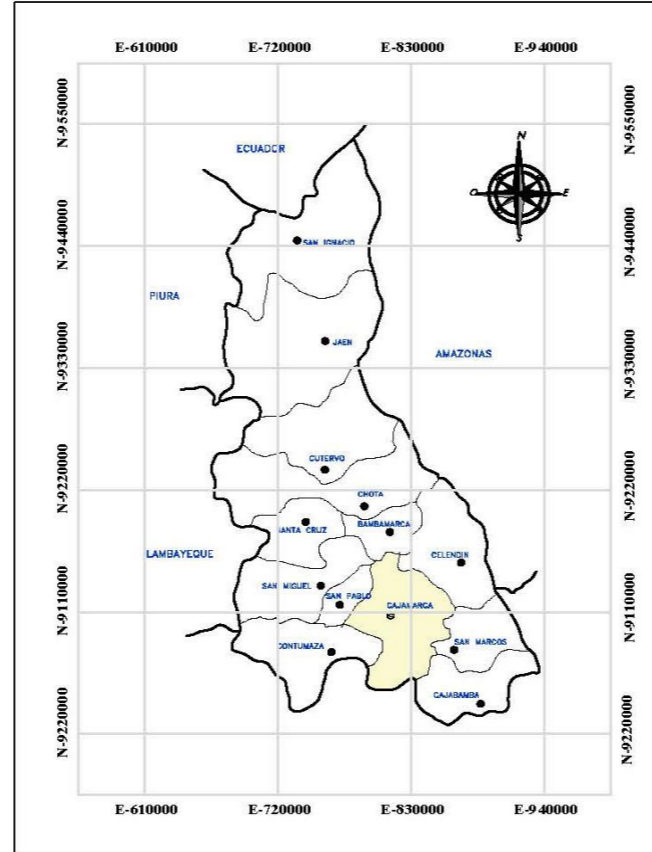
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: J. Ramiro, Rojas Gálvez	NOMBRE: Ing. Kevin Robertson Tello Casas	NOMBRE: Ing. Manuel Urteaga Toro
FECHA:	FECHA:	FECHA:

- Anexo N°3: Plano de ubicación de la cantera "Flores".

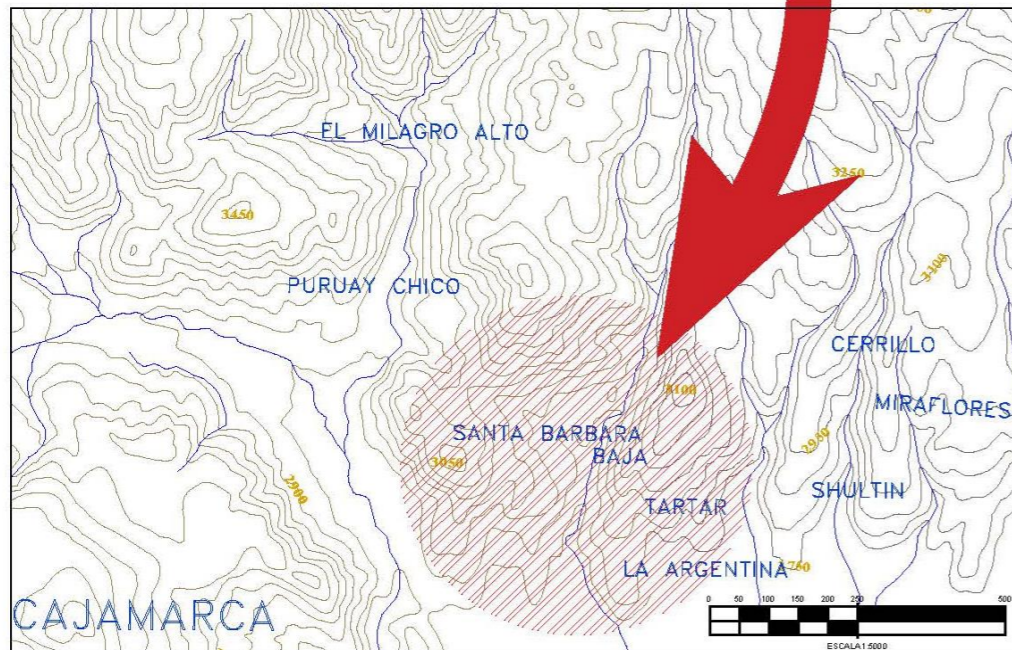
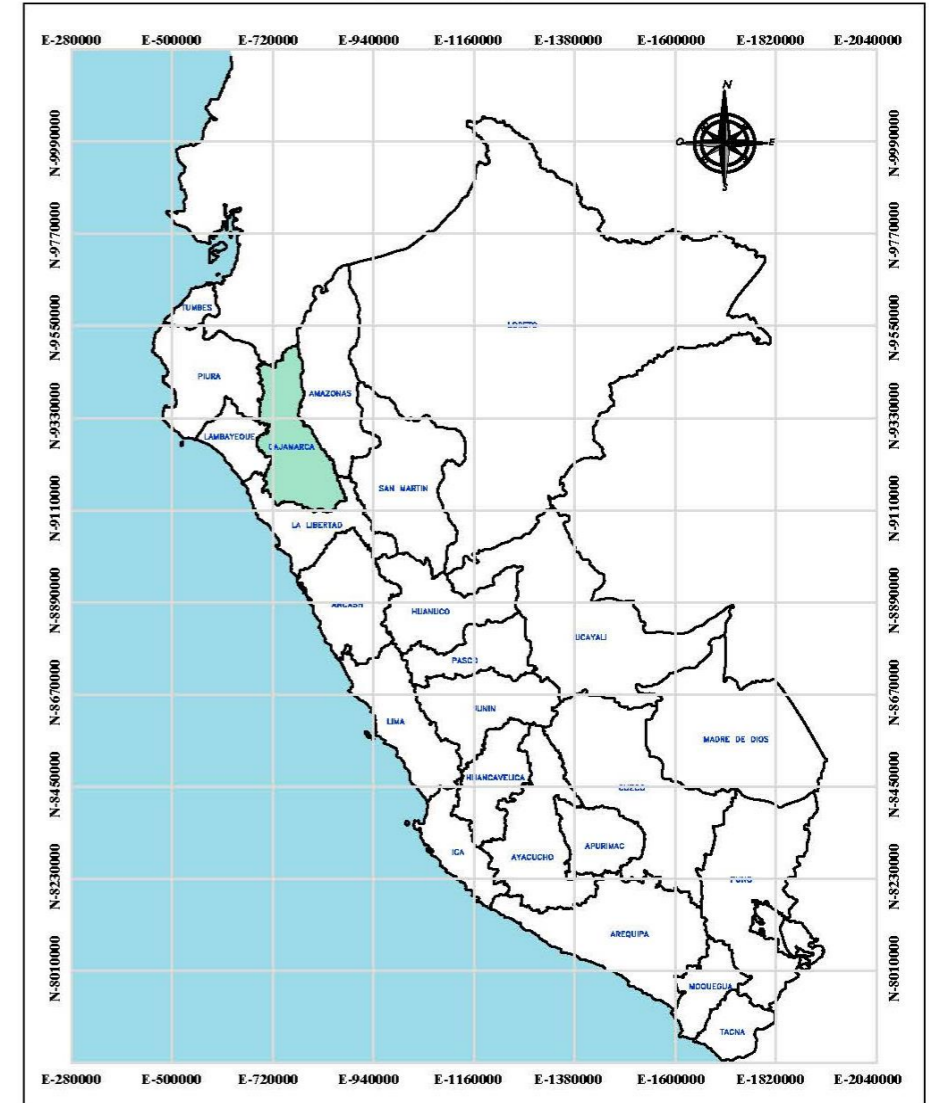
MAPA FÍSICO POLÍTICO PROVINCIA DE CAJAMARCA



MAPA DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA



MAPA DEL PERÚ



COORDENADAS "CANTERA FLORES"

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS UTM	
LATITUD	LONGITUD	NORTE (m)	ESTE (m)
-7.116°	-78.506°	9212625.18	775437.2
DATUM		UTM, WGS84	
ZONA		17-S	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA ACREDITADA DE INGENIERIA CIVIL



TESIS:
 "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA CON LA ADICIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA, CAJAMARCA 2018"

UBICACION:
 Distrito: CAJAMARCA
 Provincia: CAJAMARCA
 Región: CAJAMARCA

PLANO:
UBICACIÓN - "CANTERA FLORES"
 (Adaptado de las cartas nacionales del Perú)

LÁMINA:
U-01

BACHILLER:
 ROJAS GÁLVEZ, JEINNER RAMIRO

ESCALAS:
 INDICADAS

FECHA:
 DICIEMBRE 2020

CÓDIGO:
 HOJA 01 DE 01

- Anexo N°4: Ficha técnica – Emulsión asfáltica RC-250.



Ficha de Datos de Seguridad

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO E INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 NOMBRE DEL PRODUCTO	: ASFALTO LÍQUIDO RC-250 con emulsión
1.2 SINÓNIMOS	: Asfalto líquido curado rápido.
1.3 USO RECOMENDADO	: Construcción y tratamiento de pavimentos.
1.4 DATOS DEL PROVEEDOR	
Empresa	: Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.
Dirección	: Av. Enrique Canaval Moreyra 150, Lima 27 - Perú
Teléfonos	: (01)614-5000, (01)630-4000, (01)630-4079 0800 77 155
Portal Empresarial	: http://www.petroperu.com.pe
Correo electrónico	: servcliente@petroperu.com.pe
1.5 TELÉFONO DE EMERGENCIA	: (01) 614-5000, anexo 11444, celular 944-944-667 Horario de atención: 24 horas.

2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

2.1 CLASIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O MEZCLA

El producto es una sustancia inflamable y al incrementarse la temperatura presenta un aumento de la liberación de vapores, pudiendo formar mezclas explosivas con el aire.

2.1.1 Peligros físicos

Líquido inflamable: Categoría 3

2.1.2 Peligros para la salud

Corrosión/irritación cutánea: Categoría 2 (Irritante cutáneo)

Toxicidad para la reproducción: Categoría 2

Toxicidad específica en órganos diana: Categoría 3

Mutagenicidad: Categoría 1B

Carcinogenicidad: Categoría 1B

Toxicidad específica en determinados órganos: STOT única 3

2.1.3 Peligros para el ambiente

Peligro para el ambiente acuático: Toxicidad acuática crónica 2

2.2 ELEMENTOS DE LAS ETIQUETAS

2.2.1 Pictograma



Palabra de advertencia: Peligro

2.2.2 Códigos de indicación de peligros

Fecha de Revisión: 01.04.2018



Ficha de Datos de Seguridad

Apariencia	: Líquido muy viscoso, homogéneo y libre de agua.
Color	: Marrón oscuro a negro.
Olor	: Característico.
Umbral olfativo	: No se dispone de datos
PH	: No se dispone de datos
Punto de fusión, °C	: No se dispone de datos
Punto inicial de ebullición, °C	: 35 aprox.
Punto final de ebullición, °C	: Se destila hasta 360°C según norma
Punto de inflamación, °C	: 27 mínimo
Tasa de evaporación	: No se dispone de datos
Inflamabilidad (Sólido, gas)	: Líquido inflamable
Límites de inflamabilidad, %Vol. en aire	: Inferior: 1 Superior: 6
Presión de vapor	: No se dispone de datos
Densidad de vapor	: No se dispone de datos
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	: 0.94 – 0.97 aprox.
Solubilidad en agua	: Insignificante
Coefficiente de reparto: n-octanol/agua	: No se dispone de datos
Temperatura de autoinflamación, °C	: >232 aprox.
Temperatura de descomposición	: No se dispone de datos
Viscosidad cinemática a 60°C, cSt	: 250-500

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 REACTIVIDAD

No se dispone de datos.

10.2 ESTABILIDAD QUÍMICA

El producto es estable en las condiciones previstas para su manipulación.

10.3 POSIBILIDAD DE REACCIONES PELIGROSAS

No existen en condiciones previstas para su almacenamiento y manipulación.

10.4 CONDICIONES QUE DEBEN EVITARSE

Fuentes de ignición. No exponer los recipientes vacíos a cualquier tratamiento mecánico que generen fuentes de ignición tales como: soldadura, corte, taladrado, etc.

10.5 MATERIALES INCOMPATIBLES

Es incompatible con sustancias oxidantes.

10.6 PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN PELIGROSOS

El calentamiento del producto libera vapores del disolvente utilizado en su formulación.

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Toxicidad aguda

No disponible.

11.2 Corrosión o irritación cutánea

Provoca irritación cutánea.

Fecha de Revisión: 01.04.2018