



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la Avenida
Las Torres, Lurigancho-Chosica 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Sanchez Conde Alexander Kevin (ORCID: 0000-0003-3337-4538)

Yapias Ortega Edgar Aquileo (ORCID: 0000-0002-7064-4579)

ASESOR:

Mgtr. Diaz Huiza Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado de manera especial a mis abuelos, padres y familiares, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, a través de sus consejos y motivaciones para seguir perseverando, aún en los momentos más difíciles del duro camino de la vida universitaria, como también a cada uno de los docentes por su paciencia y comprensión.

Sánchez Conde, Alexander Kevin

El presente trabajo va dedicado de manera especial a mis padres y hermanos, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional, a través de sus consejos y motivaciones para seguir perseverando en el duro camino de la vida universitaria.

Yapias Ortega, Edgar Aquileo

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios por tener vida y salud, a la vez agradecer a mis abuelos, padres y familiares por haberme apoyado a lo largo de mi vida universitaria. Finalmente agradezco a los asesores ya que con su ayuda he podido llevar a cabo la presente tesis.

Sánchez Conde, Alexander Kevin

En primer lugar, agradecemos a Dios, quien siempre me acompaña día a día brindándome salud y bienestar. En segundo lugar, agradezco a mis padres y familiares, quienes siempre me han apoyado a lo largo de mi vida universitaria, motivándome con sus consejos en las buenas y en las malas. Finalmente, agradezco a cada uno de los docentes y asesores, quienes gracias a su enseñanza y buena disposición han hecho posible el desarrollo de la presente investigación.

Yapias Ortega, Edgar Aquileo

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
I.INTRODUCCIÓN	15
II.MÉTODO	30
2.1. Tipo y Diseño de investigación	30
2.2. Operacionalización de variables	30
2.3. Población, muestra y muestreo	31
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	31
2.5. Procedimiento	32
2.6. Método de análisis de datos	37
2.7. Aspectos éticos	37
III. RESULTADOS	38
IV. DISCUSIÓN	46
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	55

Índice de tablas

Tabla N° 01: Ejes equivalentes para pavimento rígido	23
Tabla N° 02: CBR mínimo para la subbase granular	24
Tabla N° 03: Índice de serviciabilidad	25
Tabla N° 04: Niveles de confiabilidad y desviación estándar normal	25
Tabla N° 05: Valores recomendados de la resistencia del concreto	26
Tabla N° 06: Condiciones de drenaje	27
Tabla N° 07: Coeficiente de las capas granulares	27
Tabla N° 08: Valores de coeficiente de transito de carga J	27
Tabla N° 09: Operacionalización de variables	30
Tabla N° 10: Población y muestra	31
Tabla N° 11: Técnicas e instrumentos para el recojo de datos	32
Tabla N° 12: Coordenadas UTM del punto de partida	33
Tabla N° 13: Ubicación de las calicatas	33
Tabla N° 14: Puntos de estudio	33
Tabla N° 15: Características físicas de los agregados	38
Tabla N° 16: Proporción previa por el método ACI 211	38
Tabla N° 17: Peso de los insumos en estado seco para la mezcla patrón	39
Tabla N° 18: Peso de los insumos por corrección de humedad para la mezcla patrón	39
Tabla N° 19: Peso de los insumos en estado seco para la mezcla + 10% LT	39
Tabla N° 20: Peso de los insumos por corrección de humedad para la mezcla + 10% LT	39
Tabla N° 21: Peso de los insumos en estado seco para la mezcla + 20% LT	40
Tabla N° 22: Peso de los insumos por corrección de humedad para la mezcla + 20% LT	40
Tabla N° 23: Peso de los insumos en estado seco para la mezcla + 30% LT	40

Tabla N° 24: Peso de los insumos por corrección de humedad para la mezcla + 30% LT	40
Tabla N° 25: Valores de las pruebas de resistencia a la compresión	41
Tabla N° 26: Valores de las pruebas de resistencia a la flexión	42
Tabla N° 27: Resumen del estudio de suelo	43
Tabla N° 28: Numero de repeticiones de ejes equivalentes	43
Tabla N° 29: Valores obtenidos para el diseño del pavimento	43
Tabla N° 30: Valores del costo unitario de concreto para pavimento por m3	45
Tabla N° 31: Ensayo granulométrico del AFN	57
Tabla N° 32: Contenido de humedad del AFN	59
Tabla N° 33: Peso específico y porcentaje de absorción del AFN	60
Tabla N° 34: Peso unitario del AFN	61
Tabla N° 35: Ensayo granulométrico del AF (ladrillo triturado)	61
Tabla N° 36: Contenido de humedad del AF (ladrillo triturado)	63
Tabla N° 37: Peso específico y porcentaje de absorción del AF (ladrillo triturado)	64
Tabla N° 38: Peso unitario del AF (ladrillo triturado)	65
Tabla N° 39: Ensayo granulométrico del AGN	66
Tabla N° 40: Contenido de humedad del AGN	67
Tabla N° 41: Peso específico y porcentaje de absorción del AGN	68
Tabla N° 42: Peso unitario del AGN	69
Tabla N° 43: Análisis granulométrico	70
Tabla N° 44: Límites de consistencia	71
Tabla N° 45: Porcentaje de contenido de humedad	72
Tabla N° 46: Clasificación del suelo	72
Tabla N° 47: Porcentaje de CBR aproximado de cada muestra	73

Tabla N° 48: Proctor modificado para CBR	73
Tabla N° 49: Ensayo de CBR	74
Tabla N° 50: Costo unitario del pavimento rígido (patrón)	82
Tabla N° 51: Costo unitario del pavimento rígido utilizando (10% de LT)	82
Tabla N° 52: Costo unitario del pavimento rígido utilizando (20% de LT)	82
Tabla N° 53: Costo unitario del pavimento rígido utilizando (30% de LT)	82

Índice de figuras

Figura N° 01: Situación actual de la avenida Las Torres, Lurigancho – Chosica	15
Figura N° 02: Eliminación de ladrillos defectuosos	16
Figura N° 03: Planta artesanal trituradora de ladrillo	16
Figura N° 04: Obtención del ladrillo triturado	17
Figura N° 05: Ubicación de la vía	32
Figura N° 06: Ubicación de la estación de conteo vehicular	34
Figura N° 07: Esquema de fabricación de cerámico estructural	35
Figura N° 08: Proceso de trituración del ladrillo	36
Figura N° 09: Curva comparativa de las pruebas de resistencia a la compresión	41
Figura N° 10: Curva comparativa de las pruebas de resistencia a la flexión	42
Figura N° 11: Nomograma del diseño de pavimento rígido utilizando 20% de ladrillo triturado	44
Figura N° 12: Curva comparativa del costo unitario del pavimento de concreto	45
Figura N° 13: Curva granulométrica del AFN	57
Figura N° 14: Curva granulométrica del LT en remplazo del AFN	62
Figura N° 15: Curva granulométrica del AGN	66
Figura N° 16: Curva granulométrica	71
Figura N° 17: Correlación aproximado de clasificación de suelos y CBR	72
Figura N° 18: Curva de la relación humedad/densidad seca	73
Figura N° 19: Curva del porcentaje de CBR	75
Figura N° 20: Curva CBR vs Densidad seca	75
Figura N° 21: nomograma del módulo efectivo de la subrasante	76
Figura N° 22: Corrección del módulo efectivo de la subrasante	76

Figura N° 23: Levantamiento topográfico con estación total marca NIKON	134
Figura N° 24: Levantamiento topográfico progresiva 0+000	134
Figura N° 25: Levantamiento topográfico progresiva 0+750	135
Figura N° 26: Colocación del prisma en el punto E y F	135
Figura N° 27: Colocación del prisma en el punto F	136
Figura N° 28: Levantamiento topográfico tramo final	136
Figura N° 29: Calicata 01 (1.20m x 1.20m x 1.50m) - Av. Las Torres	137
Figura N° 30: Excavación de calicata C-01 – profundidad 1.00m	137
Figura N° 31: Excavación de calicata C-01 – profundidad 1.50m	138
Figura N° 32: Extracción de las muestras de la calicata 01	138
Figura N° 33: Calicata 02 (1.20m x 1.20m x 1.50m) - Av. Las Torres	139
Figura N° 34: Medida de la profundidad de la calicata 02	139
Figura N° 35: Calicata 03 (1.20m x 1.20m x 1.50m) - Av. Las Torres	140
Figura N° 36: Extracción de las muestras de la calicata 01	140
Figura N° 37: Conteo vehicular en el paradero las moras, Av. Las Torres – Turno – mañana	141
Figura N° 38: Conteo vehicular en el paradero las moras, Av. Las Torres – Turno – mañana	141
Figura N° 39: Ensayo granulométrico del agregado fino (arena gruesa)	142
Figura N° 40: Ensayo físico del agregado grueso (piedra chancada)	142
Figura N° 41: Ensayo granulométrico del agregado fino (ladrillo triturado)	143
Figura N° 42: Peso unitario de los agregados naturales (fino y grueso)	143
Figura N° 43: Peso unitario del agregado fino (ladrillo triturado)	144
Figura N° 44: Muestra del ladrillo triturado	144

Figura N° 45: Muestra de suelo para ensayo de CBR	145
Figura N° 46: Ensayo de Proctor modificado para CBR	145
Figura N° 47: Ensayo de valor de soporte de california (CBR)	146
Figura N° 48: Diseño de mezcla del concreto para pavimento	146
Figura N° 49: Probetas del diseño de mezcla patrón	147
Figura N° 50: Probetas – diseño de mezcla con ladrillo triturado 10%	147
Figura N° 51: Probetas – diseño de mezcla con ladrillo triturado 20%	148
Figura N° 52: Probetas – diseño de mezcla con ladrillo triturado 30%	148
Figura N° 53: Diseño de mezcla para muestras en vigas	149
Figura N° 54: Chuce de muestras en viga	149
Figura N° 55: Diseño de mezcla patrón y con ladrillo triturado 10% en vigas	150
Figura N° 56: Diseño de mezcla patrón y con ladrillo triturado 20% y 30% en vigas	150
Figura N° 57: Colocación de probeta en el equipo de ensayo de compresión de testigos	151
Figura N° 58: Rotura de probetas a los 7 días	151
Figura N° 59: Rotura de probetas a los 14 días	152
Figura N° 60: Rotura de probetas a los 28 días	152
Figura N° 61: Muestra de los agregados en las probetas	153
Figura N° 62: Apunte de datos de la rotura de probetas	153
Figura N° 63: Colocación de la viga para su ensayo de resistencia a flexión	154
Figura N° 64: Rotura de vigas a los 28 días	154

Resumen

El presente trabajo de desarrollo de investigación tiene el siguiente título “Utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la avenida Las Torres, Lurigancho – Chosica, 2019”, la cual tuvo como objetivo principal determinar cómo influye la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido. Se determinó las bondades de la adición de porcentajes de ladrillo triturado (LT) como sustituto del agregado fino natural (AFN) en su diseño de mezcla, dando como resultado óptimo la utilización del 20% de LT para la mejora de las propiedades del pavimento. Para ello se inició evaluando las características físicas de los agregados naturales (finos y gruesos), a la vez se determinó las propiedades físicas del ladrillo triturado con la consigna de buscar la mejora en la resistencia de la losa del pavimento para dicha avenida, luego se realizó un diseño patrón de resistencia a la compresión de 280 kg/cm² y resistencia a la flexión de 42 kg/cm² empleando el método ACI 211.

Por otro lado, se hizo el levantamiento topográfico de 1500m de la avenida Las Torres faltante a pavimentar, luego se ha considerado las características geográficas de la mencionada zona en estudio y la descripción de forma detallada de los principales estudios básicos (suelos y tráfico) necesarios para determinar la dimensión de los espesores de la estructura del pavimento rígido (base y subbase) mediante el método empírico AASHTO 93.

Palabras clave: ladrillo triturado, agregado fino, pavimento rígido.

Abstract

This research development work has the following title “Use of crushed brick in the design of rigid pavement for Las Torres avenue, Lurigancho – Chosica, 2019”, which had as its main objective to determine how the use of crushed brick influences the rigid pavement design. The benefits of adding percentages of crushed brick (CB) as a substitute for natural fine aggregate (NFA) in its mix design were determined, resulting in the optimal use of 20% of CB to improve the properties of the pavement. To do this, it began by evaluating the physical characteristics of the natural aggregates (fine and coarse), at the same time the physical properties of the crushed brick were determined with the slogan of seeking the improvement in the resistance of the pavement slab for said avenue, then performed a standard design of compressive strength of 280 kg/cm² and flexural strength of 42 kg/cm² using the ACI 211 method.

On the other hand, the 1500m topographic survey of the Las Torres avenue to be paved was made, then the geographical characteristics of the mentioned area under study were considered and the detailed description of the main basic studies (soils and traffic) necessary. To determine the dimension of the thicknesses of the rigid pavement structure (base and subbase) using the empirical method AASHTO 93.

Keywords: crushed brick, fine aggregate, rigid pavement.

I.INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde tiempos remotos se ha logrado observar las constantes mejoras que se vienen implementando en las vías de comunicación terrestre desde caminos hasta hoy en día carreteras. Medios fundamentales utilizados por el hombre para la interacción de su comunidad con otras no adyacentes, generando así su propio desarrollo. Por otro lado, para Céspedes (2001), las carreteras han evolucionado de la mano con los vehículos y haciendo uso de nuevas técnicas de trazos (p.2).

Actualmente en el mundo, la ingeniería de infraestructura vial se viene desarrollando de manera continua, sin embargo, en el Perú año tras año somos testigos de la falta de interés por parte de nuestras autoridades a un medio fundamental para el desarrollo sostenible del país y junto a ese problema la ola automotriz va creciendo a pasos agigantados en el país con el pasar de los años. Según el informe técnico de INEI (2019, p.1) el índice nacional de unidades de peaje en el mes de diciembre se incrementó en 3,9% en comparación al mismo mes del año pasado.

En la avenida Las Torres ubicado en el distrito de Lurigancho-Chosica es claro ejemplo de la serie de problemas que aqueja día a día nuestra sociedad pujante de los conos de Lima, que envuelta en su necesidad tienen que soportar la constante dejadez de sus autoridades. Muestra de ello son las deficiencias que presenta dicha zona como, por ejemplo: la falta de una red colectora de alcantarillado y mejoras en el nivel de servicio de dicha vía, causando polvareda por el flujo constante de vehículos pesados que se ha convertido un fastidio en los vecinos. Dicha vía metropolitana conecta los distritos de Ate, Lurigancho – Chosica, mediante el anillo vial con San Antonio de Jicamarca y San Juan de Lurigancho.

Figura N° 01: *Situación actual de la avenida Las Torres, Lurigancho-Chosica*



Fuente: Propia

Otro punto a tocar, es la preocupación de los profesionales por la falta de concientización ante los problemas ambientales que genera la sobre explotación de materiales de construcción, es así como nace la interrogante sobre ¿qué hacer con los residuos de ladrillos? procedente del mal manejo de control de calidad de los insumos a la hora de su elaboración como también generada por las demoliciones en el rubro de la construcción. En el país estos residuos no reciben ningún tipo de reutilización en la construcción y aunque este insumo es usado frecuentemente en la implementación de campos de tenis no basta por lo que la mayoría terminan siendo arrojados a los botaderos más cercanos.

Figura N°02: *Eliminación de ladrillos defectuosos*



Fuente: Propia

En la avenida Las Torres se encuentran algunas de las principales plantas industriales de ladrillos de Lima entre ellas están ladrillos Inca, Fortaleza, las más reconocidas y otras que se elaboran de manera artesanal todas ellas generan desechos. Es así como nace nuestro proyecto debido a la preocupación de transformar de manera continua en agregado reciclado para la elaboración de pavimento de concreto, convirtiéndolo en un nuevo material eficaz y eco amigable. Este residuo tiene un potencial importante para ser reutilizado en comparación con otros tipos de residuos inertes, ya que los residuos de ladrillo permiten la obtención de un material fragmentado.

Figura N°03: *Planta artesanal trituradora de ladrillo*



Fuente: Propia

Se planteó reutilizar los residuos del ladrillo triturado como agregado fino para el diseño de pavimento rígido con la finalidad de mejorar el nivel de servicio de la avenida Las Torres para ello se sustituyó parte del agregado natural fino por ladrillo triturado en diferentes proporciones de (0%, 10%, 20% y 30%).

Figura N°04: *Obtención del ladrillo triturado*



Fuente: Propia

1.2. Antecedentes investigados

1.2.1. Antecedentes investigados a nivel nacional

Bocanegra y Espejo (2018). En su investigación para la fabricación de morteros enlucidos sustituyendo ladrillo reciclado en 3, 6, 9, 12, 15 y 18% del volumen del agregado fino natural en una dosificación de 1:3 y relación a/c igual a 0.80, logro aumentar la resistencia a compresión de 244 kg/cm² a 310 kg/cm² utilizando un 18% del ladrillo reciclado, el porcentaje de absorción disminuyo de 7.2 a 4.7 y el coeficiente de capilaridad de 0.0006 a 0.0003 g/mm² x h^{1/2}.

Masías (2018). En su investigación utilizo ladrillo triturado con exceso de cocción procedentes de dos tipos de ladrilleras “La Huaca y Cerro Mocho” en remplazo del 5% 10% y 20% del peso del agregado grueso natural concluyendo que la resistencia a la compresión para ambos tipos aumenta con el 10% de ladrillo triturado mientras que la resistencia a la flexión aumenta en 5% para ambos tipos y por último la resistencia a la tracción en 10% para ladrillos de La Huaca y 20% para los de Cerro Mocho todo en comparación a una mezcla patrón.

Vilca (2017) en su investigación utilizó ladrillo reciclado en porcentajes de (10, 20, 30, 40 y 50) del agregado fino para la fabricación de concreto con cemento tipo MS, llegando a determinar que influye en el asentamiento, ya que disminuye de 3.5” a 1.1” como también en su peso unitario de 1875.11 kg/cm³ a 1858.65 kg/m³, según se va aumentando el porcentaje de ladrillo en las dosificaciones y por último la resistencia a la compresión aumento con el uso del 20% de ladrillo triturado de 196.54 kg/cm² a 185.27 en comparación con el concreto patrón.

Becerra (2013). En su tesis realizó una comparación técnica-económica de alternativas de pavimentación flexible y rígida a nivel de costo de inversión, llegando a las siguientes conclusiones: ambos pavimentos tienden a aumentar espesores a medida que crece el tránsito vehicular y la subrasante presenta mayor deficiencia y por último económicamente hablando el pavimento rígido es más económico para suelos con CBR de 3%, mientras que en suelos con CBR de 25% es recomendable la pavimentación flexible y para suelos intermedios de CBR 10% presentan costos similares.

1.2.1. Antecedentes investigados a nivel Internacional

Gallón, López y García (2018). En su investigación se basó en las normas técnicas colombianas para evaluar las fases cristalinas mediante Difracción rayos x (DRX) y las propiedades físicas de dos muestras de residuos de ladrillo de la industria tecnificada y dos de artesanales, de esa manera se seleccionó solo el ladrillo tecnificado para luego utilizarlo en porcentajes de 5, 10, y 20 como remplazo en peso del agregado grueso para el diseño de mezcla llegando así a la conclusión que ese peso no tiene que superar el 20%.

Pérez (2012). En su investigación analizó previamente la viabilidad del ladrillo mediante la determinación de sus propiedades químicas ya que este puede variar según su origen y calidad para luego utilizarlo en porcentajes de 10, 20 y 30% en el diseño de mezcla, logrando determinar que las propiedades mecánicas mejoran cuando el uso de este material no supere el 30%.

Solarte y Santos (2017). Nos detalla en su artículo de investigación como evaluó las propiedades mecánicas de la incorporación de hormigón asfáltico recuperado tipo “rap” en

tres proporciones mezcla de concreto hidráulico que las denomino (MR–3.8 MP, MR–4.0 MP y MR–4.2 MP a) para su posterior implementación y construcción de un pavimento rígido logrando demostrar que disminuye la densidad de las mezclas, la relación beneficio-costos (B/C) de la producción del diseño MR-3.8MPa es similar al convencional mientras que para los diseños MR-4.0MPa y MR-4.2MPa, su ahorro promedio es de \$ 30.90 por m³, es decir un porcentaje de aprovechamiento del 9% en comparación de los costos directos tradicional y por ultimo a medida que se aumenta el porcentaje del agregado la correlación MR-f^c disminuye.

Arguelles y Mora (2015). Su investigación tuvo como objetivo realizar el diseño estructural de pavimento rígido que fortalezca la resistencia a las acciones de las cargas aplicadas por el tránsito vehicular en dicha vía. La cual determino que la metodología PCA 84 es la indicada para el diseño su espesor ya cumple con los parámetros de erosión y fatiga que controla los diseños de pavimento de poco tránsito, individualmente de las clases de transferencia de cargas en las juntas transversales.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Granulometría

Es el proceso de distribución de las partículas de un árido mediante el uso graduado de tamices. Para la distribución de los tamaños se ha considerado los parámetros de la normativa NTP. 400.012.

Ec. 01: Porcentaje del peso retenido

$$\% (w) \text{ ret.} = \frac{(w) \text{ ret.}}{(w) \text{ total}} \times 100$$

(w): peso

Módulo de fineza (MF)

Según la NTP 400.011. Se conceptualiza como la sumatoria de los porcentajes retenidos en los tamices de serie estandarizados divididos entre 100 como indico en la Ec. 02.

Ec. 02: *Modulo de fineza*

$$MF = \frac{\Sigma (\%) \text{ Acum. ret. } (6'' + 3'' + 1\ 1/2'' + 3/4'' + 3/8'' + \#16 + \#30 + \#50 + \#100)}{100}$$

Contenido de humedad (CH)

Según NTP 339.185 (2013). Nos establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable incluyendo la humedad superficial y contenida en los poros en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

Ec. 03: *Contenido de humedad*

$$CH = \frac{(w) (\text{humedo} - \text{seco})}{(w) \text{ seco}} * 100$$

Peso específico y absorción de los agregados

El peso específico es un indicador de calidad de vital importancia para determinar la proporción de los agregados en un diseño de mezcla, se obtiene mediante la relación de su peso y el peso del volumen de agua libre de partículas de aire.

La absorción es la cantidad de agua que absorbe el agregado durante un tiempo de 24 horas sumergido en el agua.

Para el cálculo del peso específico y absorción del agregado fino se realizó con los parámetros indicados en la NTP 400.022 (2013).

Ec. 04: *Peso específico seco*

$$PEMS = \frac{(w) \text{ Muestra seca}}{\text{Vol. Balón} - (w) \text{ Agua}}$$

Ec. 05: *Peso específico saturado superficialmente seco*

$$PEM_{SSS} = \frac{500}{\text{Vol. Balón} - (w) \text{ Agua}}$$

Ec. 06: *Peso específico aparente*

$$PEA = \frac{(w) \text{ Muestra seca}}{\text{Vol. Balón} - (w) \text{ Agua} - (500 - (w) \text{ Muestra seca})}$$

Ec. 07: *Porcentaje de absorción*

$$\% \text{ Absorción} = \frac{500 - (w) \text{ Muestra seca}}{(w) \text{ Muestra seca}} * 100$$

Para el cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso se realizó con los parámetros indicados en la NTP 400.021 (2002).

Ec. 08: *Peso específico seco*

$$PEMS = \frac{(w) \text{ Muestra seca}}{(w) \text{ Muestra}_{SSS} - (w) \text{ Muestra saturada}}$$

Ec. 09: *Peso específico saturado superficialmente seco*

$$PEM_{SSS} = \frac{(w) \text{ Muestra}_{SSS}}{(w) \text{ Muestra}_{SSS} - (w) \text{ Muestra saturada}}$$

Ec. 10: *Peso específico aparente*

$$PEA = \frac{(w) \text{ Muestra seca}}{(w) \text{ Muestra seca} - (w) \text{ Muestra saturada}}$$

Ec. 11: *Porcentaje de absorción*

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(w) \text{ Muestra}_{SSS} - (w) \text{ Muestra seca}}{(w) \text{ muestra seca}} * 100$$

Peso unitario

Es el cociente del peso de las partículas entre el volumen de las mismas teniendo en consideración los vacíos, este valor puede variar según las condiciones intrínsecas del agregado.

Para el cálculo del peso unitario (suelto y compactado) del agregado, se realizó con los parámetros indicados en la NTP 400.017 (2011).

Ec. 12: *Peso unitario suelto*

$$PUS = \frac{(w) (\text{ Molde + Muestra suelta}) - (w) \text{ Molde}}{\text{Vol. Molde}}$$

Ec. 13: *Peso unitario compactado*

$$PUC = \frac{(w) (\text{ Molde + Muestra compactada}) - (w) \text{ Molde}}{\text{Vol. Molde}}$$

(w): peso

Diseño de Mezcla

Cuando hablamos del diseño de mezcla para concreto, es el proceso que se sigue mediante alguno de los métodos (ACI 211, Walker, Fullera y módulo de finura) para determinar una dosificación óptima que garanticen sus propiedades en estado fresco “Slump”, como también las propiedades mecánicas “resistencia a compresión y flexión” en estado endurecido.

Ensayo de resistencia a la compresión

Consiste en aplicar una carga axial a los testigos cilíndricos hasta que ocurra algún tipo de falla con la finalidad de determinar la capacidad de resistencia que tiene el concreto ante deformaciones o un esfuerzo a compresión según las indicaciones establecidas en la norma ASTM C 39.

Ensayo de resistencia a la flexión

Consiste en someter fuerzas perpendiculares en los tercios de luz de los testigos prismáticos, siguiendo las indicaciones de la norma ASTM C 78.

Pavimentos rígidos

Según el manual de carreteras del MTC (2013, p.261). Los pavimentos de concreto tienen el apelativo de rígido debido a la naturaleza de concreto que la conforma la losa la cual absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de carga de los vehículos.

Tipos de pavimentos rígidos:

- Pavimento de concreto simple con juntas.
- Pavimento de concreto reforzado con juntas.
- Pavimento de concreto continuamente reforzado.

Periodo de diseño

Según el manual de carreteras del MTC (2013). El periodo de diseño aplicado en este manual para diseño de pavimento rígido es de 20 años o ajustes del ingeniero de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo solicitado por la entidad. (p. 262).

Numero de ejes equivalentes (W 18)

Según el manual de carreteras del MTC (2013, p.78) son factores destructivos representadas por factores de equivalencia de las diferentes cargas sobre la estructura de un pavimento dependiendo del tipo de eje que conforman cada vehículo.

Tabla N°01: *Ejes equivalentes para pavimento rígido*

Tipo de ejes	EE (8.2 Tn)
Eje simple de ruedas simples	$(P / 6.6)^{4.1}$
Eje simple de rueda doble	$(P / 8.2)^{4.1}$
Eje tandem (1 eje de ruedas dobles + 1 eje de rueda simple)	$(P / 13.0)^{4.1}$
Eje tandem (2 ejes de ruedas dobles)	$(P / 13.3)^{4.1}$
Eje tridem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje rueda simple)	$(P / 16.6)^{4.0}$
Eje tridem (3 ejes de ruedas dobles)	$(P / 17.5)^{4.0}$

Fuente: Guía AASHTO 93

Ec. 14: *Numero de ejes equivalentes*

$$EE_{\text{día}} = \text{IMD}_{\text{pi}} \times F_d \times F_c \times F_{\text{vpi}} \times F_{\text{pi}}$$

Ec. 15: *Numero de repeticiones de ejes equivalentes*

$$N^{\circ}\text{rep. EE} = \sum (\text{EE} \times F_{\text{ca}} \times 365)$$

Módulo de reacción (K)

Según el manual de carreteras del MTC (2013, p.267). Este valor se obtiene mediante el ensayo AASHTO T-222, al ejercer una presión sobre una muestra de la subrasante logrando una deformación que para este caso es de 33mm sin embargo para obtener de manera directa, se usara la alternativa que nos brinda la metodología AASHTO 93, determinando el valor de k en función de la clasificación del suelo y CBR.

Tabla N°02: *CBR mínimo para la subbase granular*

Trafico	Norma	Requerimiento
Para Trafico \leq 15'000,000 Para trafico $>$ 15'000,000	MTC E 132	CBR min. (40%) CBR min. (60%)

Fuente: Manual de carreteras (MTC, 2013, p.268)

Ec. 16: *Modulo de resiliencia*

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Serviciabilidad (Δ PSI)

Según el manual de carreteras del MTC (2013). Es la suficiencia del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía, se magnifica dentro de un parámetro de 0 a 5, donde 0 representa una vía intransitable y 5 es excelente. Para pavimentos rígidos se recomienda un índice de serviciabilidad inicial igual a 4.5. (p.264)

Tabla N°03: *Índices de serviciabilidad*

Tp	EE		Pi	Pt	Δ PSI
Caminos de tráfico liviano					
0	100,000	150,000	4.10	2.00	2.10
1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
3	500,001	750,001	4.10	2.00	2.10
4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Caminos de tráfico pesado					
5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
15	> 30'000,000		4.50	3.00	1.50

Fuente: Guía AASHTO 93

Confiabilidad (R) y desviación estándar (So)

Según el manual de carreteras del MTC (2013). Este indicador se ha añadido con la finalidad de cuantificar la factibilidad propia de los materiales, proceso constructivo y supervisión que se realizan de la misma forma, pero presentan deterioros diferentes. (p.266)

Tabla N°04: *Nivel de confiabilidad y desviación estándar normal*

Tp	EE		R	ZR
Caminos de tráfico liviano				
0	100,000	150,000	65%	-0.385
1	150,001	300,000	70%	-0.524
2	300,001	500,000	75%	-0.674
3	500,001	750,001	80%	-0.842
4	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Caminos de tráfico pesado				
5	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
6	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
7	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
8	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
9	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
10	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
11	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
12	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
13	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
14	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
15	> 30'000,000		95%	-1.645

Fuente: Guía AASHTO 93

Resistencia a flexo tracción (MR)

Según el manual de carreteras del MTC (2013, p.268). El módulo de rotura está bajo la norma ASTM C – 78, este valor de vital importancia ya que los pavimentos rígidos trabajan principalmente a flexión por lo que se introduce de manera directa a la ecuación AASHTO 93.

Tabla N°05: Valores recomendados de la resistencia del concreto

Rango de trafico	MR	f'c
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm2	280 kg/cm2
> 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm2	300 kg/cm2
> 15'000,000 EE	45 kg/cm2	350 kg/cm2

Fuente: Manual de carreteras (MTC, 2013, p.269)

Módulo de elasticidad (Ec)

Según el manual de carreteras del MTC (2013, p.269). Es un parámetro importante para el dimensionamiento de concreto armado, su valor se puede obtener a partiendo de la resistencia a compresión o flexotraccion, pero sin embargo este valor puede ser de manera incierta para concretos de alto desempeño (40MPa) por lo que se recomienda el ensayo ASTM C-469 para ese tipo de concreto.

Ec. 17: Modulo elástico del concreto (psi)

$$E = 57,000 \times f'c^{0.5}$$

Coefficiente de drenaje (Cd)

Para el RNE “CE0.10 (2011). Representa las características de rentabilidad de un material granular utilizada como base o subbase, Cuyo valor depende del tiempo en que se encuentra

expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación y del tiempo en que drena el agua. (p.93).

Tabla N°06: *Condiciones de drenaje*

Calidad de Drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	> de 10 horas
Muy Pobre	El agua no drena	mucho más de 10 horas

Fuente: Manual de carreteras (MTC, 2013, p.269)

Tabla N°07: *Coficiente delas capas granulares*

Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.1
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.9
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.8
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.7

Fuente: Manual de carreteras (MTC, 2013, p.269)

Transferencia de cargar (J)

Según el manual de carreteras del MTC (2013, p.271). Es un parámetro que indica la capacidad de la estructura como transmisora de cargas entre juntas y fisuras su valor depende del tipo de pavimento de concreto a construir, como también la existencia de berma y su tipo y es directamente proporcional al valor del espesor del pavimento.

Tabla N°08: *Valores de coeficiente de transito de carga J*

Tipo de berma	J			
	Granular o asfáltica		Concreto hidráulico	
Valores J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
		3.2	3.8 - 4.4	2.8

Fuente: Manual de carreteras (MTC, 2013, p.271)

1.4. Formulación del problema

¿Cómo influye la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la avenida Las Torres, Lurigancho – Chosica 2019?

1.5. Justificación de la investigación

El mal estado de nuestras vías ya sea por sobrepasar el tiempo de vida de diseño, la falta de mantenimiento y en el peor de los casos el mal diseño estructural, nos conlleva a la necesidad de plantear nuevas alternativas en el diseño de la capa de rodadura de nuestras vías. Una de estas alternativas es el uso de ladrillo triturado, un insumo muy conocido mundialmente pero que en el Perú es poco conocido en la construcción y mucho menos aplicado en la pavimentación de nuestras vías. Por ello en esta investigación mostramos nuestro interés de dar a conocer e incentivar su aplicación, ya que posee propiedades muy provechosas para la construcción de nuestras carreteras.

Justificación teórica

Para desarrollar esta investigación se hará bajo parámetros del manual de carreteras del Ministerio del Transporte y Comunicaciones, donde nos indica de manera secuencial el diseño de pavimento rígido bajo diversos factores como el tráfico, clima y sistemas de gestión vial, siempre teniendo en cuenta el uso del método empírico AASHTO 93, ya que es comúnmente empleada para el diseño de nuestras vías.

Justificación práctica

Debido a las constantes fallas superficiales que presentan las vías del distrito de Lurigancho - Chosica, ya sea por la falta de un estudio exhausto para el diseño u otros factores. Hemos mostrado el interés de realizar esta investigación debido a la preocupación de mejorar las propiedades mecánicas del pavimento de concreto utilizando como insumo de remplazo del agregado fino en su diseño.

Justificación social

En nuestra investigación proponemos un pavimento rígido más económico y ecoamigable para mejorar la calidad de vida de los vecinos de la avenida Las Torres, disminuyendo los problemas respiratorios debido a la humareda que genera la constante circulación de vehículos, como también haciendo más fluida la zona disminuyendo el tiempo de traslado de las personas a sus diferentes actividades.

Justificación ambiental

El presente proyecto busca contribuir positivamente con la salud de los pobladores de la avenida Las Torres, ya que el mejoramiento de la vía minimizara las cantidades de polvo que genera actualmente el mal estado de la vía, como también ayudara con el cuidado del medio ambiente ya que empleando ladrillo triturado que ha sido desechado, será utilizado en remplazo de porcentajes del agregado fino para el diseño de pavimento rígido, en el cual contribuirá en la reducción paulatina del impacto ambiental que genera a diario la sobreexplotación de los recursos naturales, por las grandes empresas de canteras de agregados.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Determinar cómo influye la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la avenida Las Torres, Lurigancho – Chosica 2019.

Objetivos Específicos

- Determinar la mezcla optima de la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido.
- Calcular el espesor del diseño de pavimento rígido utilizando ladrillo triturado.
- Calcular el costo de la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido.

1.5. Hipótesis

La utilización de ladrillo triturado influye positivamente en el diseño de pavimento rígido para la avenida Las Torres, Lurigancho – Chosica 2019.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de nuestra investigación es aplicada, ya que se basa en hallazgos tecnológicos de la investigación, ya que se describe las características y propiedades del pavimento rígido utilizando ladrillo triturado.

Para Borja (2012, p.10), las investigaciones de tipo aplicada buscan conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática.

El diseño de nuestra investigación es del tipo experimental, ya que se evalúa la influencia del ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido mediante en ensayos de probetas cilíndricas y prismáticas en laboratorio.

Según Hernández (2014, p.130), los diseños experimentales se usan cuando el investigador quiere instituir el probable efecto de una causa que se opera.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla N°09: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente Ladrillo triturado	Es un material granular proveniente de los residuos o de la demolición de la estructura de este mismo material. Según Sánchez (2017, p.12)	Según Masías (2018): Es usado como remplazo de agregado fino o grueso en distintos porcentajes lo que ocasiona diferentes comportamientos en las propiedades del concreto (p.5)	Características físicas	Granulometría Contenido de humedad Peso Específico Absorción Peso Unitario	Pulg % kg/m ³ % kg/cm ³
			Proporción	10, 20, 30	%
Variable Dependiente Pavimento rígido	Según Núñez (2018, p.5). Son aquellos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante.	Según Núñez (2018, p.5). Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.	Mezcla Optima	f'cr Slump TMN Aire atrapado Relación a/c Dosificación	MPa pulg pulg % adimensional adimensional
			Espesor de la losa	Ejes equivalentes (w18) Desviación normal estándar (Zr) Error estándar combinado (So) Serviciabilidad (psi Δ) Índice de serviciabilidad (Pt) Módulo de elasticidad (Ec) Resistencia a flexo tracción (Mr) Coeficiente de drenaje (Cd) Transferencia de cargas (J) Módulo de reacción (Kc)	adimensional adimensional adimensional adimensional MPa MPa adimensional adimensional MPa/m
			Costo	Análisis de costo unitario	-

Fuente: Propia

2.3. Población, muestra y muestreo

Población

Se realizó ensayos a la resistencia a la compresión en los días 7, 14 y 28 de acuerdo a la norma ASTM C 39, como también a la resistencia a la flexión a los 28 días como indica la norma ASTM C78, las cuales permitió evaluar mediante una curva el comportamiento mecánico del concreto para pavimento rígido durante esos tiempos dados.

Tabla N°10: Población y muestra

Ensayos a compresión	días de curado			muestras	Población
	7	14	28		
Patrón	3	3	3	36	44
10% (LT)	3	3	3		
20% (LT)	3	3	3		
30% (LT)	3	3	3		
Ensayos a flexión	días de curado				
	7	14	28	8	
Patrón	-	-	2		
10% (LT)	-	-	2		
20% (LT)	-	-	2		
30% (LT)	-	-	2		

Fuente: Propia

Muestra

Se realizaron 36 muestras con un espécimen cilíndrico de 4" y 8" para ensayarlos a compresión y 8 muestras con espécimen prismático de 6", 6" y 20" para ensayarlos a flexión, en ambos se utilizó ladrillo triturado como sustituto del agregado fino natural en porcentajes de (0, 10, 20 y 30).

Muestreo

Se hizo un muestreo no probabilista la cual consta de 3 y 2 réplicas respectivamente para cada ensayo de resistencia mecánica del concreto para pavimento rígido.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos para esta investigación se tomó en cuenta las siguientes técnicas e instrumentos como muestra la Tabla N° 11.

Tabla N° 11: *Técnicas e instrumentos para el recojo de datos*

Técnicas	Instrumentos
Índice medio diario (IMDa)	Ficha de Conteo Vehicular de la MTC
Estudio de suelos Ensayos físicos de los Agregados Diseño de mezcla (Patrón, 10%, 20%, 30%) Ensayo de resistencia a Compresión y Flexión del Concreto para pavimento rígido.	Ficha de ensayos del Laboratorio INGEOCONTROL

Fuente: Propia

Validez y confiabilidad

Los estudios de la presente investigación fueron evaluaciones estandarizadas, para el estudio de tráfico se consideró la ficha conteo vehicular de la MTC, para el estudio de suelos, diseño de mezcla y ensayo de resistencia a flexión del concreto se contará con la validez del laboratorio INGEOCONTROL, así como también los equipos utilizados en el levantamiento topográfico cuentan con el certificado de calibración por parte de GEOINSO.

2.5. Procedimiento

Ubicación

La vía en estudio se encuentra situada en el distrito de Lurigancho – Chosica, la cual se tomó las cotas desde la progresiva 0+000 hasta 1+500 de la avenida Las Torres debido a lo explicado en la realidad problemática.

Figura N°05: *Ubicación de la vía en estudio*



Fuente: Google Map

Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento para diseñar los perfiles longitudinales y secciones transversales del terreno mediante la toma de datos en campo. Para esto se tomó como punto de partida la estación A (BM).

Tabla N° 12: *Coordenadas UTM del Punto de Partida*

Cordenadas del punto (A)		
Norte	Este	Elevación
8674165.037	289146.219	362.432

Fuente: Propia

Estudio de suelos

El estudio se realizó a base de los parámetros establecidos en el manual de carreteras del MTC (2014, p.31), para la clasificación SUCS, AASHTO y determinar el porcentaje de CBR teniendo en consideración que la vía en estudio tiene 1500 metros lineales desde la progresiva 0+000 a 1+500.

Tabla N° 13: *Ubicación de las Calicatas*

Ubicación de calicatas	
Calicata N°	Coordenada UTM
C-01	289082.855 E – 8674228.98 N
C-02	289560.16 E – 8673622.357 N
C-03	290040.808 E – 8672999.691 N

Fuente: Propia

Los puntos de estudios se realizaron de manera alternada como indica el manual de carreteras de la MTC (2014, p.30).

Cuadro N° 14: *Puntos de Estudio*

Descripción de los puntos	
Tipo de Exploración:	Exploración a cielo abierto (Calicatas)
Número de Puntos de Estudio:	3
Ubicación:	En las intersecciones:
	(0+000) Av. Las Torres – Av. El Bosque (C-01) (0+750) Av. Las Torres – Zona El Arenal (C-02) (1+500) Av. Las Torres – Calle S/N (C-03)
Profundidad:	1.50 m en cada una de las calicatas

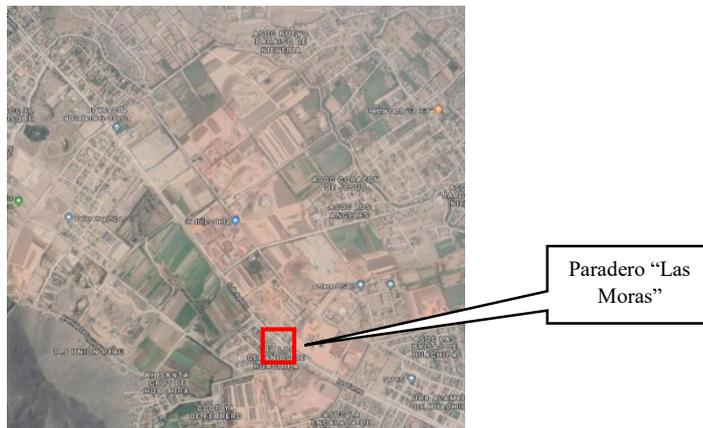
Fuente: Propia

Estudio de tráfico

Las características generales de la avenida Las Torres, para el conteo vehicular fueron las siguientes:

- ✓ Se realizaron durante 7 días de manera continua desde el lunes 30 de setiembre al domingo 6 de octubre del 2019, tomando como estación de conteo el paradero “Las Moras”.
- ✓ Las fichas fueron cerradas según la tipología vehículo, con el objetivo de evaluar posibles variaciones horarias.
- ✓ Los vehículos fueron clasificados agrupados según el RNV del MTC (2013).

Figura N° 06: Ubicación de las estaciones del conteo vehicular



Fuente: propia

Insumos para el diseño de mezcla

Cemento

El tipo de cemento que se utilizó es el portland tipo I, debido a que la subrasante de la avenida Las Torres en el distrito de Lurigancho – Chosica presenta mínimo contenido de sales solubles totales (798 ppm), sulfatos solubles (329 ppm) y contenido de cloruros solubles (429 ppm), la cual no es necesario el uso de otro tipo de cemento ni aditivos.

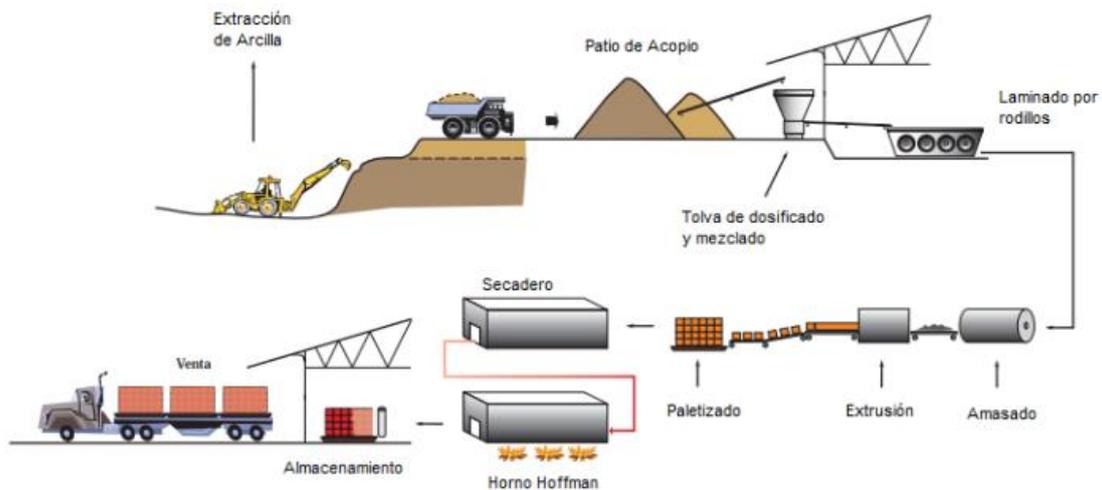
Agregados naturales

Los agregados naturales que se emplearon son de la cantera Trapiche, su elección se debe a su riguroso control de calidad que garantiza su cumplimiento con las condiciones establecidas en las normas NTP y ASTM, para ser comercializado y empleado en obra. Luego de ser extraídos fueron ensayados en laboratorio con el fin de conocer a mayor profundidad sus propiedades físicas que nos garantizara un diseño de mezcla óptimo para un pavimento rígido de buena calidad.

Ladrillo

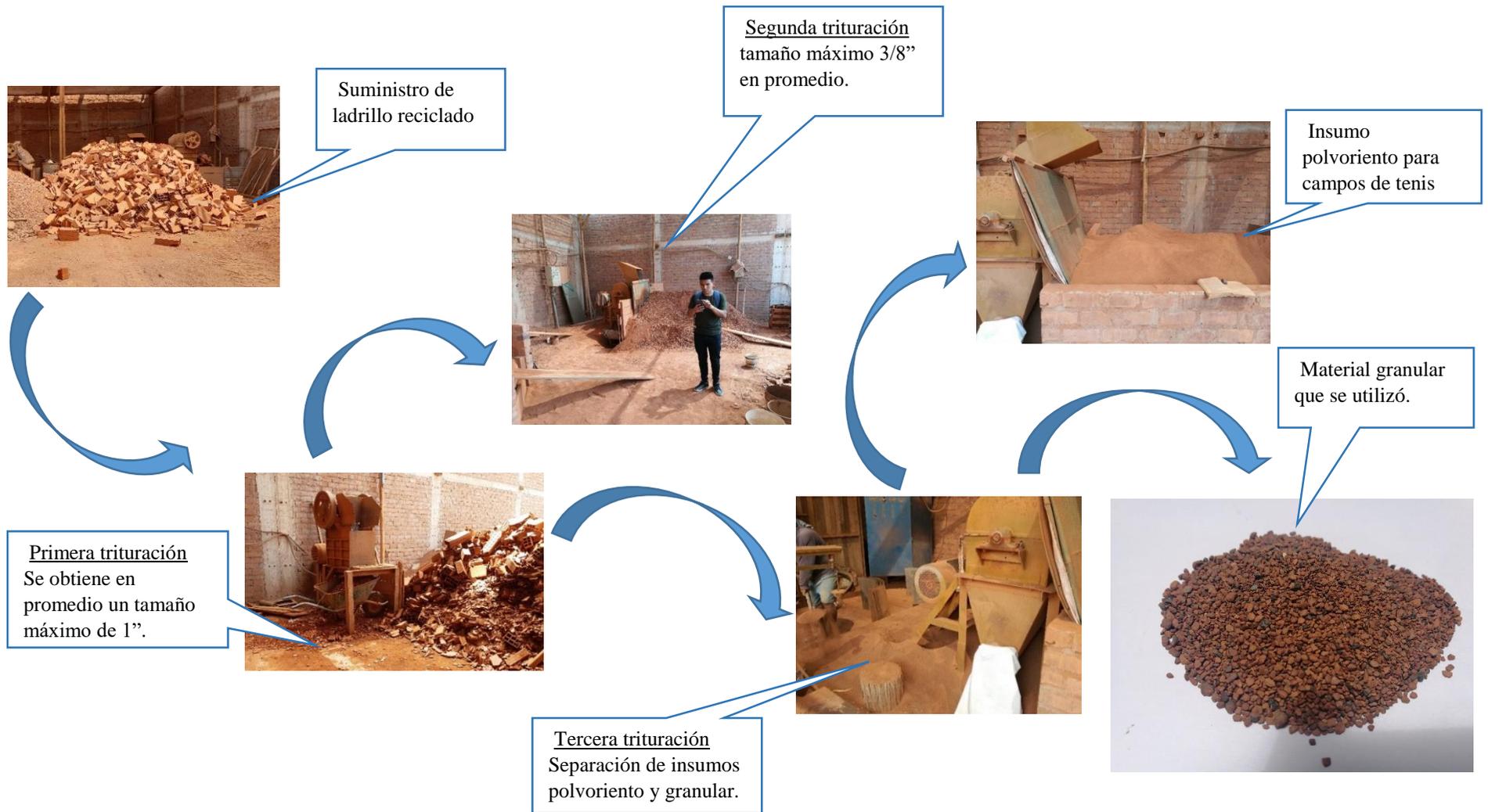
Se utilizó ladrillos defectuosos que son desechados por las fábricas ladrilleras industriales, ubicadas en la avenida Las Torres – Lurigancho Chosica, luego pasaron por un proceso de trituración como se muestra en la Figura N°08. Concluyendo con sustituir en porcentajes de (0%, 10%, 20% y 30%) del volumen del agregado en la elaboración de concreto para el diseño pavimento rígido.

Figura N°07: Esquema de fabricación de cerámico estructural



Fuente: Villanueva (2007, p.8)

Figura N°08: *Proceso de trituración del ladrillo*



Fuente: Propia

2.6. Método de análisis de datos

En el presente proyecto se utilizó el software Excel para realizar los análisis de las informaciones recolectadas, mediante tablas y gráficos de la estadística descriptiva.

2.7. Aspectos éticos

Nuestro proyecto se realizó con veracidad y contribuir en la reutilización de un material inerte como son los ladrillos defectuosos para luego plantear un pavimento rígido más económico y ecoamigable con la finalidad de mejorar el nivel de servicio de la avenida Las Torres.

III. RESULTADOS

Se realizaron ensayos para determinar las características físicas de los agregados utilizados en el diseño de mezcla para pavimento rígido, teniendo en resumen los siguientes resultados que se muestra en la tabla N°15.

Tabla N°15: *Características físicas de los agregados*

Características físicas	Agregado fino natural	Ladrillo triturado	Agregado grueso natural
Granulometría			
Módulo de fineza (MF)	2.76	3.07	7.83
Tamaño máximo (TM)	-	-	1 1/2
Tamaño máximo nominal (TMN)	-	-	1"
Peso Específico (g/cm ³) - Absorción (%)			
PEMS	2.541	2.335	2.595
PEMsss	2.592	2.424	2.613
PEMA	2.678	2.561	2.643
% Absorción	2.0	3.8	0.69
Peso Unitario (kg/m ³)			
PUS	1555	1498	1459
PUC	1755	1650	1581

Fuente: Propia

Se consideró el procedimiento del método ACI 211, para determinar los valores para el diseño de mezcla, tal como se muestra en la Tabla N°16. Aquello nos sirvió de referencia para determinar las proporciones de las mezclas utilizando porcentajes de ladrillo triturado en remplazo del agregado fino tal como se muestran en las Tablas N°17, 19, 21 y 23.

Tabla N°16: *Proporción previa por el método ACI 211*

Método ACI 211	Valor
1. f'cr (MPa)	35.7
2. Slump (pulg)	3 - 4
3. TMN (pulg)	1
4. Agua (l/m ³)	230
5. Aire atrapado (%)	1.5
6. Relación a/c (l/kg)	0.54
7. Cemento (bol/m ³)	10

Fuente: Propia

- Para la mezcla patrón:

Tabla N°17: *Peso de los insumos en estado seco para la mezcla patrón*

Insumos	Volumen (m3)	Peso seco (kg)
Cemento	0.1370	426
Agua	0.2300	230
Aire	0.0150	1.5
AF (Natural)	0.2905	738
AF (Ladrillo triturado)	-	-
AG (Natural)	0.3276	850

Fuente: Propia

Tabla N°18: *Peso de los insumos por corrección de humedad para la mezcla patrón*

Insumos	Peso seco (kg)	Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Peso corregido (kg)
Cemento	426	-	-	426
Agua	230	-	-	229
Aire	1.5	-	-	1.5
AF (Natural)	738	2.7	2.0	758
AF (Ladrillo triturado)	-	-	-	-
AG (Natural)	850	0.2	0.69	852

Fuente: propia

- Para la mezcla utilizando 10% de ladrillo triturado (LT)

Tabla N°19: *Peso de los insumos en estado seco para la mezcla + 10% LT*

Insumos	Volumen (m3)	Peso seco (kg)
Cemento	0.1370	426
Agua	0.2300	230
Aire	0.0150	1.5
AF (Natural)	0.2287	581
AF (Ladrillo triturado)	0.0618	144
AG (Natural)	0.3276	850

Fuente: Propia

Tabla N°20: *Pesos de los insumos por corrección de humedad para la mezcla + 10% LT*

Insumos	Peso seco (kg)	Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Peso corregido (kg)
Cemento	426	-	-	426
Agua	230	-	-	230
Aire	1.5	-	-	1.5
AF (Natural)	581	2.7	2.0	597
AF (Ladrillo triturado)	144	0.2	3.8	145
AG (Natural)	850	0.2	0.69	852

Fuente: Propia

- Para la mezcla utilizando 20% de ladrillo triturado (LT)

Tabla N°21: *Peso de los insumos en estado seco para la mezcla + 20% LT*

Insumos	Volumen (m3)	Peso seco (kg)
Cemento	0.1370	426
Agua	0.2300	230
Aire	0.0150	1.5
AF (Natural)	0.1669	424
AF (Ladrillo triturado)	0.1236	289
AG (Natural)	0.3276	850

Fuente: Propia

Tabla N°22: *Peso de los insumos por corrección de humedad para la mezcla + 20% LT*

Insumos	Peso seco (kg)	Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Peso corregido (kg)
Cemento	426	-	-	426
Agua	230	-	-	231
Aire	1.5	-	-	1.5
AF (Natural)	424	2.7	2.0	436
AF (Ladrillo triturado)	289	0.2	3.8	289
AG (Natural)	850	0.2	0.69	852

Fuente: Propia

- Para la mezcla utilizando 30% de ladrillo triturado (LT)

Tabla N°23: *Peso de los insumos en estado seco para la mezcla + 30% LT*

Insumos	Volumen (m3)	Peso (kg)
Cemento	0.1370	426
Agua	0.2300	230
Aire	0.0150	1.5
AF (Natural)	0.1051	267
AF (Ladrillo triturado)	0.1854	433
AG (Natural)	0.3276	850

Fuente: Propia

Tabla N°24: *Peso de los insumos por corrección de humedad para la mezcla + 30% LT*

Insumos	Peso seco (kg)	Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Peso corregido (kg)
Cemento	426	-	-	426
Agua	230	-	-	232
Aire	1.5	-	-	1.5
AF (Natural)	267	2.7	2.0	274
AF (Ladrillo triturado)	433	0.2	3.8	434
AG (Natural)	850	0.2	0.69	852

Fuente: Propia

Se realizaron probetas cilíndricas con dimensiones de 10cm x 20cm, las cuales pasaron por un proceso de curado para luego ser ensayadas tres en tres en los días 7, 14 y 28, dando como resultados de la resistencia a la compresión en la Tabla N°25.

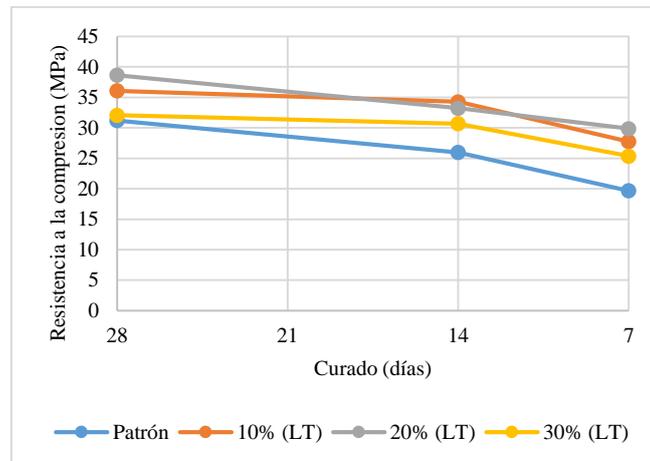
Tabla N°25: Valores de las pruebas de resistencia a la compresión

Resistencia	Compresión (MPa)		
	7	14	28
Patrón	19.613 19.319 20.104	25.791 26.968 25.105	30.401 31.774 31.479
Promedio	20	26	31
10% (LT)	26.184 28.243 28.832	33.539 35.206 34.029	36.383 35.500 36.383
Promedio	28	34	36
20% (LT)	30.793 28.537 30.303	33.245 33.931 32.460	38.834 38.540 38.540
Promedio	30	33	39
30% (LT)	22.751 26.576 26.772	31.087 30.499 30.499	31.774 31.970 32.460
Promedio	25	31	32

Fuente: Propia

En la figura N°09, se muestra como la adición del ladrillo triturado influye positivamente en remplazo de porcentajes del agregado fino natural dando como mejor valor a la adición del 20%.

Figura N°09: Curva comparativa de las pruebas de resistencia a la compresión



Fuente: Propia

Se realizaron probetas prismáticas con dimensiones de 15cm x 15cm x 50cm, las cuales pasaron por un proceso de curado para luego ser ensayadas a los 28 días, dando como resultados de la resistencia a la flexión en la Tabla N°26.

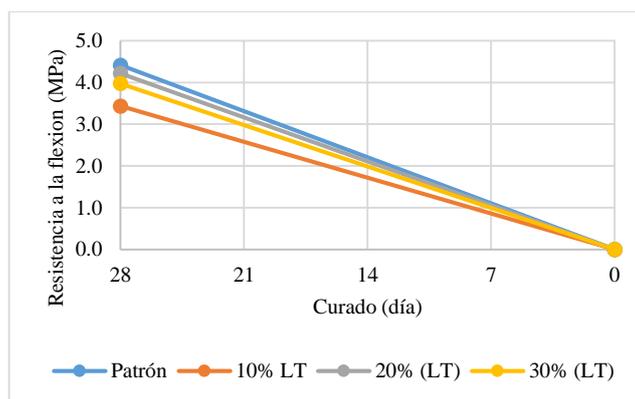
Tabla N°26: Valores de las pruebas de resistencia a la flexión

Resistencia	Flexión (MPa)
Tiempo de curado (días):	28
Patrón	4.315 4.511
Promedio	4.4
10% (LT)	3.432 3.432
Promedio	3.4
20% (LT)	4.315 4.119
Promedio	4.2
30% (LT)	3.923 4.021
Promedio	4.0

Fuente: Propia

En la figura N°10, se muestra como la adición del ladrillo triturado influye positivamente en remplazo de porcentajes del agregado fino natural con un valor de la adición del 20% similar al diseño patrón.

Figura N°10: Curva comparativa de las pruebas de resistencia a la flexión



Fuente: Propia

En la Tabla N°27, se muestra los valores obtenidos del estudio de suelos en laboratorio de las muestras de cada uno de los tres puntos de investigación.

Tabla N°27: Resumen del estudio de suelos

Muestra	C - 1	C - 2	C - 3
Análisis granulométrico	Tamizado		
Limite líquido	No presenta		
Limite plástico	No presenta		
% Contenido de humedad	8.2	9.4	11.8
Clasificación AASHTO	A-4	A-4	A-4
Clasificación SUCS	SM	ML	SM
% CBR	14.2	13.8	14.5

Fuente: Propia

En la tabla N°28, se muestra a detalle el valor del número de repeticiones de ejes equivalentes que obtuvo para el diseño de pavimento rígido de la avenida Las Torres.

Tabla N°28: Numero de repeticiones de ejes equivalentes

Vehículos		Factores de ejes equivalentes				Fpvi	FD	FC	AÑO	Fca	ESAL				
Tipo	IMDs	Delantero	Eje N° 01	Eje N° 02	Eje N° 03										
Auto	616	0.00044	0.00044			0.00088	0.5	1	365	23.01	2276.253014				
Station	690	0.00044	0.00044			0.00088									
Wagón	1700	0.00044	0.00044			0.00088									
Combi	1700	0.00044	0.00044			0.00088									
Microbús	104	0.00044	0.00044			0.00088									
B2	31	1.2728	3.3348			4.6076	0.5	1	365	28.84	751786.6135				
≥ B3	27	1.2728	3.458			4.7308									
C2	76	1.2728	3.3348			4.6076									
C3	58	1.2728	3.458			4.7308									
C4	43	1.2728	4.1649			5.4377									
T2S1	32	1.2728	3.3348	3.3348		7.9424									
T2S2	20	1.2728	3.3348	3.458		8.0656									
T2S3	12	1.2728	3.3348	4.1649		8.7725									
T3S1	9	1.2728	3.458	3.3348		8.0656									
T3S2	5	1.2728	3.458	3.458		8.1888									
≥ T3S3	6	1.2728	3.458	4.1649		8.8957									
2T2	4	1.2728	3.3348	3.3348	3.3348	11.2772									
2T3	3	1.2728	3.3348	3.458	3.458	11.4004									
3T2	1	1.2728	3.458	3.3348	3.3348	11.4004									
3T3	0	1.2728	3.458	3.3348	3.458	11.5236									
											10,050,237.84				

Fuente: Propia

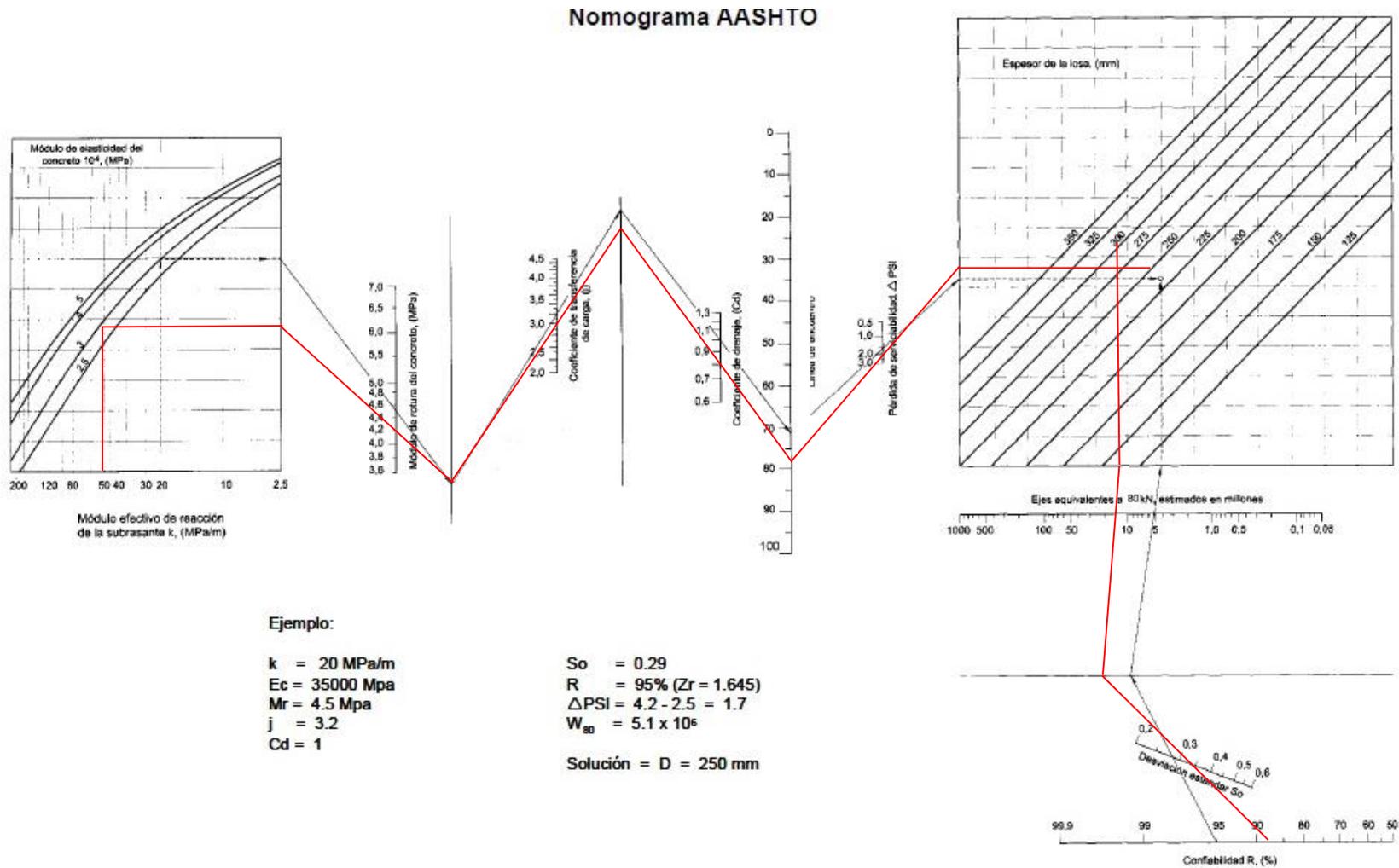
El espesor del pavimento utilizando el 20% de ladrillo triturado, se calculó introduciendo los valores mostrados en la Tabla N° 29 en el nomograma como se muestra en la Figura N°11, dándonos como resultado un valor de 28 cm u 11 pulg.

Tabla N°29: Valores obtenidos para el diseño del pavimento

Factores	Valores
W 8.2	10'050,238 EE
ZR	-1.282
So	0.35
Δ PSI	1.80
Pt	2.50
Mr.	4.2 MPa
Cd	0.80
J	2.80
Ec	29557.42 MPa
K	57.53 MPa/m

Fuente: Propia

Figura N° 11: Nomograma del diseño de pavimento rígido utilizando 20% de ladrillo triturado



Fuente: Guía AASHTO 93

El costo unitario por m3 de concreto para pavimento utilizando las siguientes proporciones de ladrillo triturado (LT), muestra los siguientes valores en la tabla N° 30.

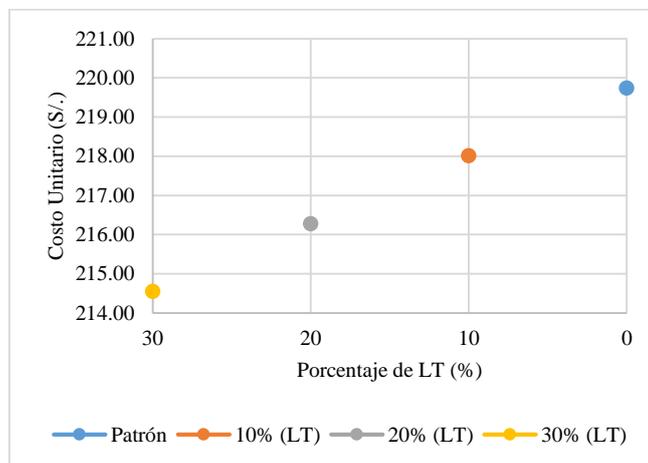
Tabla N° 30: *Valores del costo unitario de concreto para pavimento por m3*

Proporción (LT)	Costo Unitario
0%	219.74
10%	218.01
20%	216.28
30%	214.55

Fuente: propia

En la figura N°12, se muestra como la adición del ladrillo triturado influye en el costo de concreto para pavimento, dándonos un valor de S/. 214.55 para el (30% de LT) en comparación al (0% de LT) que es S/. 219.74, aunque para el diseño de resistencia optima (20% de LT) es de S/. 216.28.

Figura N° 12: *Curva comparativa del costo unitario del pavimento de concreto*



Fuente: Propia

IV. DISCUSIÓN

Para Bocanegra y Espejo (2018). En su investigación para la fabricación de morteros enlucidos sustituyendo ladrillo reciclado en 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% del volumen del agregado fino natural en una dosificación de 1:3 y relación a/c igual a 0.80, logro aumentar la resistencia a compresión de 244 kg/cm² a 310 kg/cm² utilizando un 18% del ladrillo reciclado, mientras que en nuestro caso se sustituyó el agregado fino natural por ladrillo triturado en porcentajes de 10%, 20% y 30% del volumen del agregado fino natural con una dosificación 1:1.7:2.06 y relación a/c igual a 0.54 se logró aumentar la resistencia a compresión de 280 kg/cm² a 394 kg/cm² utilizando un 20% del LT.

Para Masías (2018). En su investigación utilizo ladrillo triturado con exceso de cocción procedentes de dos tipos de ladrilleras “La Huaca y Cerro Mocho” en remplazo del 5% 10% y 20% del peso del agregado grueso natural concluyendo que la resistencia a la compresión para ambos tipos aumenta con el 10% de ladrillo triturado, mientras que en nuestro caso se utilizó ladrillo triturado de los escombros de la ladrillera fortaleza la cual se remplazó en 10%, 20% y 30% en proporción al volumen del agregado fino natural nos dio a conocer que aumenta la resistencia a compresión con la adición de ladrillo triturado en mayores proporciones al 10% hasta el 20% y para proporciones menores disminuye su resistencia.

Según Vilca (2017) en su investigación utilizo ladrillo reciclado en porcentajes de (10, 20, 30, 40 y 50) del agregado fino para la fabricación de concreto con cemento tipo MS, llegando a determinar que influye en el asentamiento, ya que disminuye de 3.5” a 1.1” como también la resistencia a la compresión aumento con el uso del 20% de ladrillo triturado de 196.54 kg/cm² a 185.27 en comparación con el concreto patrón, mientras que en nuestra investigación nos dio a conocer que el ladrillo triturado en porcentajes de 0%, 10%, 20% y 30%, no influye considerablemente en el asentamiento del diseño de mezcla con cemento tipo I. concluyendo así que la resistencia a la compresión aumento utilizando el 20% de LT en comparación al concreto patrón de 318.33 kg/cm² a 394 kg/cm².

Para Becerra (2013). En su tesis realizó una comparación técnica-económica de alternativas de pavimentación flexible y rígida a nivel de costo de inversión, llegando a las siguientes conclusiones: ambos pavimentos tienden a aumentar espesores a medida que crece el tránsito vehicular y la subrasante presenta mayor deficiencia y por ultimo económicamente hablado el pavimento rígido es más económico para suelos con CBR de 3%, mientras que en suelos con CBR de 25% es recomendable la pavimentación flexible y para suelos intermedios de CBR 10% presentan costos similares. Como nos indica nuestro antecesor para suelos intermedios como es el CBR del suelo de la avenida Las Torres la cual presenta un porcentaje de 13.8%. Los pavimentos rígidos y flexibles presentan un costo similar por lo que en nuestra investigación busca reducir costos en el diseño de pavimento rígido de S/ 219.74/m³ a 216.28/m³ con la adición de ladrillo triturado en porcentaje del 20% en relación al volumen del agregado fino natural.

Según Pérez (2012). En su investigación analizo previamente la viabilidad del ladrillo mediante la determinación de sus propiedades químicas ya que este puede variar según su origen y calidad para luego utilizarlo en porcentajes de 10, 20 y 30% en el diseño de mezcla, logrando determinar que las propiedades mecánicas mejoran cuando el uso de este material no supere el 30%. En nuestro estudio se llega a la conclusión que las propiedades mecánicas mejoran cuando la utilización de ladrillo triturado en el diseño de mezcla no supere el 20% del volumen del agregado fino natural.

Para Solarte y Santos (2017). Nos detalla en su artículo de investigación como evaluó las propiedades mecánicas de la incorporación de hormigón asfáltico recuperado tipo “rap”, la relación beneficio-costos (B/C) de la producción del diseño MR-3.8MPa es similar al convencional mientras que para los diseños MR-4.0MPa y MR-4.2MPa, su ahorro promedio es de \$ 30.90 por m³, es decir un porcentaje de aprovechamiento del 9% en comparación de los costos directos tradicional y por ultimo a medida que se aumenta el porcentaje del agregado la correlación MR-f^c disminuye. En nuestra investigación se logró demostrar que la utilización de ladrillo triturado en 20% mejora las propiedades y disminuye el costo en 1.57% ahorrando así S/ 3.46 por m³ en comparación del diseño patrón.

Según Arguelles y Mora (2015). Su investigación tuvo como objetivo realizar el diseño estructural de pavimento rígido que fortalezca la resistencia a las acciones de las cargas aplicadas por el tránsito vehicular en dicha vía. La cual determino que la metodología PCA 84 es la indicada para el diseño su espesor ya cumple con los parámetros de erosión y fatiga que controla los diseños de pavimento de poco tránsito, individualmente de las clases de transferencia de cargas en las juntas transversales. En nuestro caso, para el diseño de pavimento rígido en la avenida las Torres teniendo en cuenta los criterios de la metodología empírica AASHTO 93, ya que actualmente es la metodología con la cual se viene empleando en el Manual de carreteras del Ministerio del Transporte y Comunicaciones.

V. CONCLUSIONES

- Luego de realizar los ensayos físicos a los agregados naturales (finos y gruesos) de la cantera Trapiche, se llegó a la conclusión que dichos agregados cumplen con lo establecido en la Normas Técnicas Peruana por lo tanto son óptimas para su uso en el diseño de mezcla.
- Se realizaron cuatro tipos de diseño de mezcla; donde se hizo un diseño de mezcla patrón y tres diseños de mezcla adicionando ladrillo triturado, en el cual se utilizó 10%, 20% y 30% de ladrillo respecto al volumen del agregado fino natural llegando a la siguiente conclusión. La resistencia a la compresión aumenta solo hasta adicionar el 20% de ladrillo triturado, ya que al adicionar un volumen mayor a ese porcentaje hace que disminuya su resistencia.
- Con respecto a la resistencia a flexotracción, se muestra en los resultados del ensayo de flexión en vigas que al adicionar 20% de ladrillo triturado; el módulo de rotura es mayor en comparación con los valores obtenidos al adicionar el 10% y 30% de ladrillo triturado, pero casi similar al concreto patrón. En el diseño de mezcla para un concreto patrón se obtuvo a los 28 días un módulo de rotura de $f'c=4.4$ MPa a diferencia del diseño de mezcla con un 20% de ladrillo triturado, el cual alcanzó a los 28 días un módulo de rotura de 4,2 MPa. De lo cual podemos concluir que la adición de ladrillo triturado no presenta mejoras superiores al diseño patrón, pero si cumple con los parámetros establecidos en el Manual de Carreteras para el diseño de pavimento rígido de una vía metropolitana como lo es la Avenida Las Torres.
- Con respecto al módulo elástico del concreto, la resistencia a compresión que se obtuvo de los ensayos de rotura de probetas cilíndricas podemos decir lo siguiente: El diseño de mezcla para un concreto patrón obtuvo una resistencia a los 28 días de 31MPa, mientras que el concreto diseñado con un 20% de ladrillo triturado obtuvo una resistencia promedio de 39 MPa. De lo cual podemos concluir que un diseño de pavimento con la adición del 20% de ladrillo triturado presenta un módulo elástico de 29557.42 MPa lo cual es mucho más resistente que el diseño de pavimento convencional.
- En el estudio de suelo; se realizaron tres calicatas a zanja abierta con dimensiones de 1.20m x 1.20m x 1.50m, para la extracción de muestras de la subrasante luego llevarlo al laboratorio

en donde se determinó que la calicata C-01 C-02 y C-03 presenta la siguiente tipología de A-4 (arena limosa de baja plasticidad), según AASTHO y mediante el ensayo de CBR presenta un porcentaje de CBR del 13.8%. Llegando así a la conclusión que según el Manual de Carreteras; este tipo de suelo se encuentra en la categoría de subrasante buena.

- Con respecto al tema de los costos del pavimento con el diseño de mezcla patrón y con la inclusión de un porcentaje óptimo de 20% de ladrillo triturado. Se puede concluir lo siguiente: el pavimento con diseño tradicional cuesta S/ 219.74/m³, mientras que con un diseño utilizando el 20% de ladrillo triturado cuesta S/ 216.28/m³. De esto podemos concluir que el pavimento utilizando un 20% de ladrillo triturado con respecto al volumen del agregado fino natural es más económico que el convencional y a la vez más resistente.

- Por último, se llega a la siguiente conclusión general; es posible diseñar un pavimento rígido incorporando ladrillo triturado para la avenida Las Torres; con una resistencia base a la compresión de $f'c=280$, debido a su tránsito pesado. Por lo tanto, nuestro pavimento estará estructurado por un espesor “e=28cm” de losa del concreto incorporando el 20% de ladrillo triturado.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el módulo de fineza del agregado fino natural no sea mayor a 2.76 y el agregado grueso sea angulosa y su tamaño máximo nominal sea menor o igual a 1 pul. Lo cual nos asegurara diseñar un concreto de óptimas condiciones.

- Se recomienda que el ladrillo triturado no tenga un porcentaje de absorción mayor a 3.8%, ya que el ladrillo empleado no absorbe demasiada agua que altere el diseño de mezcla como podría hacerlo un ladrillo artesanal.

- Se recomienda no utilizar un porcentaje mayor al 20% de ladrillo triturado con respecto al volumen del agregado fino natural debido a que el concreto disminuye sus propiedades al cual fue diseñada a inicios.

- Para la pavimentación de la avenida Las Torres se recomienda diseñar concreto utilizando un 20% de ladrillo triturado debido a que su costo es de S/ 216.28/m³ la cual es inferior a un concreto tradicional que tiene un costo de S/ 219.04/m³.

- Para un estudio de trafico más exacto se recomienda realizar el conteo vehicular en más de una estación.

REFERENCIAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). Guía AASHTO 93. Washington D. C. – Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. ASTM C39/C39M–20. Método de prueba estándar para la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de hormigón. Pensilvania – Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. ASTM C78-02. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto (Utilizando viga simple con carga en los tercios del claro). Pensilvania – Estados Unidos.
- Arguelles, C. y Mora, A. (2015). Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, Municipio de Honda – Tolima. Universidad Católica de Colombia. Bogotá – Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/2687?mode=full>.
- Baptista, L., Fernández, C. y Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. México D. F.: Mc Graw Hill.
- Becerra, J. (2013). Comparación técnica - económica de las alternativas de pavimentación flexible y rígida a nivel de costo de inversión. Universidad de Piura. Piura – Perú. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1965/MAS_ICIL_021.pdf?sequence=1
- Bocanegra, J. y Espejo, Y. (2018). Influencia de la granulometría y el porcentaje de reemplazo de ladrillo reciclado sobre la resistencia a la compresión, absorción y capilaridad en la fabricación de morteros para enlucidos de albañilería. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo – Perú.
- Céspedes, J. (2001). Carreteras diseño moderno. (1ra Ed.). Cajamarca – Perú.
- Gallón, S., García, C. y López, E. (2018). Análisis de residuos de ladrillo como agregado grueso para la fabricación de concreto. Universidad de Antioquia & Secretaria de

medio ambiente de Itagüí. Antioquia & Itagüí – Colombia.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/materiales/article/view/336463>.

INACAL. (2018). Norma Técnica Peruana 400.012. AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado, fino y global (3ra Ed.).

INACAL. (2008). Norma Técnica Peruana 400.011. AGREGADOS: Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto). (2da Ed.).

INACAL. (2018). Norma Técnica Peruana 339.185. AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. (2da Ed.).

INACAL. (2013). Norma Técnica Peruana 339.022. AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. (3ra Ed.).

INACAL. (2013). Norma Técnica Peruana 339.022. AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. (2da Ed.).

INACAL. (2011). Norma Técnica Peruana 400.017. AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos de los agregados. (2da Ed.).

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática. (2019). Informe técnico: comportamiento de los indicadores de mercado laboral a nivel nacional (Ed. Diciembre).

Masías, K. (2018). Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Universidad de Piura. Piura – Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Núñez, Y. (2018). Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida Todos Los Santos de la ciudad de Chota. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca – Perú.

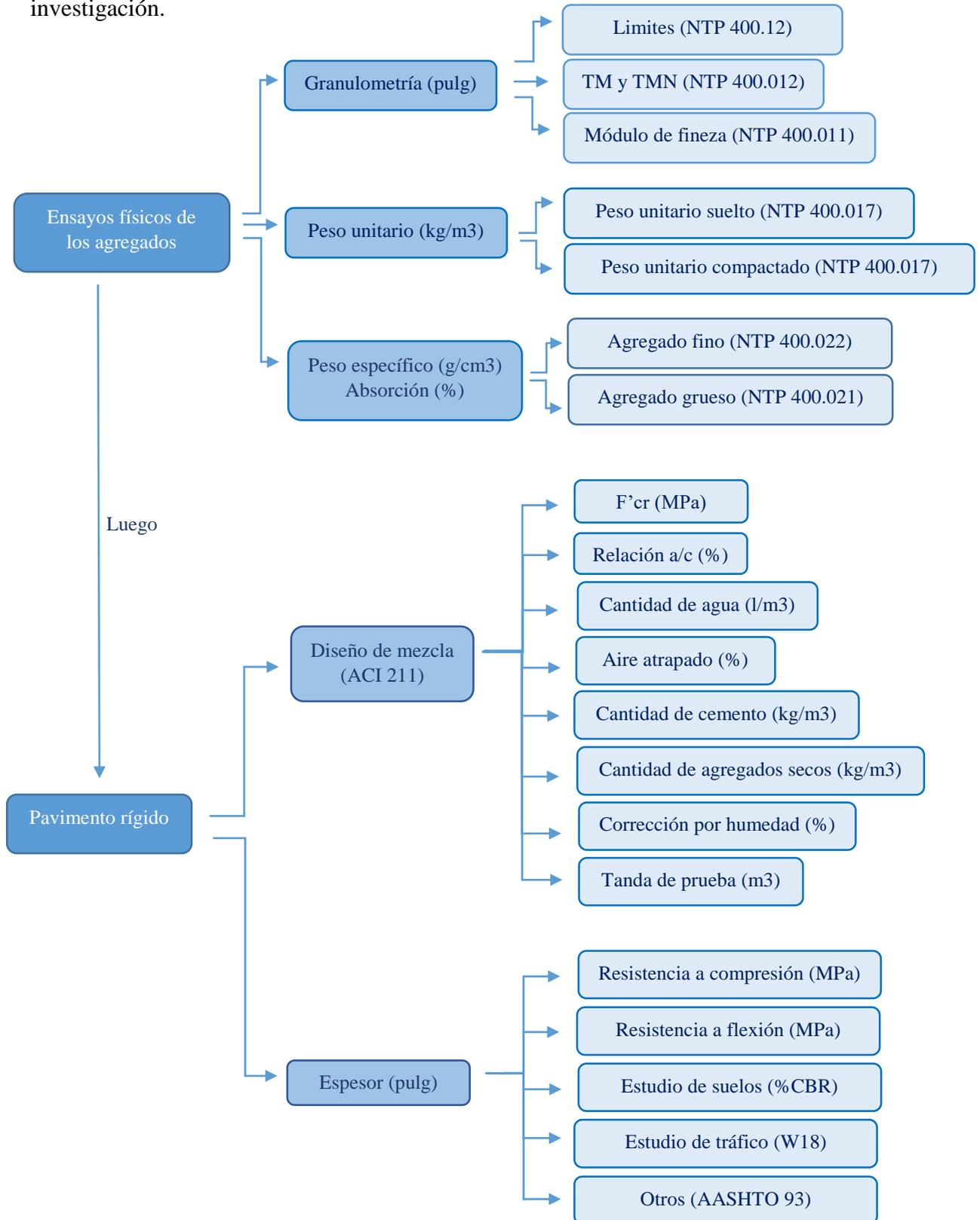
- Pérez, A. (2012). Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto. Colombia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5038429>.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2015). CE.010: Pavimentos Urbanos. Editorial Grupo Megabyte. (9na Ed.). Lima – Perú.
- Sánchez, A. (2017). Análisis de ladrillo triturado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la lavadora y lubricadora “San Francisco” ubicada en la ciudad de Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador.
- Santos, D. y Solarte, N. (2017). Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de concreto hidráulico para pavimento rígido con la inclusión de hormigón asfáltico recuperado tipo “rap”. Colombia.
- Vilca, K. (2017). Influencia del porcentaje de ladrillo reciclado como agregado fino sobre el asentamiento, peso unitario y resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento tipo Ms. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Villanueva, T. (2007). Los minerales industriales en Castilla y León. (1ra Ed.). Junta de Castilla y León - España: Domenech e-learning multimedia, S. A.

Anexo N°01: Matriz de consistencia: “Utilización de Ladrillo Triturado en el Diseño de Pavimento Rígido para la Avenida Las Torres, Luriganchó-Chosic2019”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
¿Cómo influye la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la avenida Las Torres, Luriganchó - Chosica 2019?	<p>Objetivo General</p> <p>Determinar cómo influye la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la avenida Las Torres, Luriganchó - Chosica 2019.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar la mezcla óptima de la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido.</p> <p>Determinar el espesor de la base del diseño de pavimento rígido utilizando ladrillo triturado.</p> <p>Calcular el costo de la utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido.</p>	La utilización de ladrillo triturado influye positivamente en el diseño de pavimento rígido para la avenida Las Torres, Luriganchó - Chosica 2019.	Variable Independiente Ladrillo triturado	Es un material granular proveniente de los residuos o de la demolición de la estructura de este mismo material. Según Sánchez (2017, p.12)	Según Masías (2018): Es usado como remplazo de agregado fino o grueso en distintos porcentajes lo que ocasiona diferentes comportamientos en las propiedades del concreto (p.5)	Características físicas	Granulometría	Pulg
							Contenido de humedad	%
							Peso Especifico	kg/m ³
							Absorción	%
							Peso Unitario	kg/cm ³
							Proporción	10, 20, 30
			Mezcla óptima	f'cr	MPa			
				Slump	Pulg			
				TMN	Pulg			
				Aire atrapado	%			
				Relación a/c	adimensional			
				Dosificación	adimensional			
			Espesor de la base	Ejes equivalentes	adimensional			
				Desviación normal estándar	adimensional			
				Error estándar combinado	adimensional			
				Serviciabilidad (psi Δ)	adimensional			
				Índice de serviciabilidad (Pt)	adimensional			
				Módulo de elasticidad (Ec)	MPa			
	Resistencia a flexo tracción (Mr)	MPa						
	Coefficiente de drenaje (Cd)	adimensional						
	Transferencia de cargas (J)	adimensional						
	Módulo de reacción (Kc)	MPa/m						
	Precio unitario	adimensional						

Anexo N°02: Diagrama de flujo

Mediante este diagrama de flujo explicaremos de manera resumida el procedimiento que se siguió con los parámetros establecidos en las normas, para el desarrollo de nuestro proyecto investigación.



Anexo N°03:

Caracterización física de los agregados

Se tomó una muestra de 305.5g del AFN considerando la Ec. N°01, obteniendo los siguientes valores como muestra la Tabla N°31.

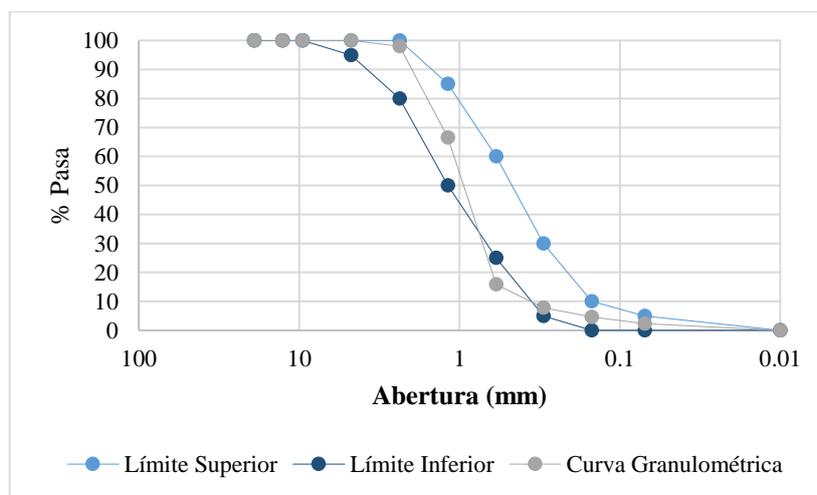
Tabla N°31: *Ensayo Granulométrico del AFN*

N° de Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	(%) Peso Retenido	(%) Peso Retenido Acumulado	% pasante	Limite Superior	Limite Inferior
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70	16.8	5.50	5.50	94.50	100.00	100.00
3/8"	9.53	1.7	0.56	6.06	93.94	100.00	100.00
# 4	4.75	15.8	5.18	11.23	88.77	100.00	95.00
# 8	2.36	16.5	5.40	16.64	83.36	100.00	80.00
# 16	1.18	36.0	11.79	28.43	71.57	100.00	50.00
# 30	0.59	70.5	23.09	51.52	48.48	85.00	25.00
# 50	0.30	66.0	21.62	73.14	26.86	60.00	5.00
# 100	0.15	47.3	15.49	88.63	11.37	30.00	0.00
# 200	0.07	23.5	7.70	96.33	3.67	10.00	0.00
Fondo	0.01	11.2	3.67	100.00	0.00	5.00	0.00

Fuente: Propia

En la figura N°13, se observar que la curva granulométrica del AFN, presenta una proporción mayor dentro de los límites establecidos en la NTP 400.012.

Figura N°13: *Curva granulométrica del AFN*



Fuente: Propia

Módulo de Fineza del AFN

Mediante la Ec. N° 02, se determinó que el AFN, que se utilizó para nuestro diseño de mezcla presenta un MF de 2.76 de tal manera se deduce que es óptimo, ya que se encuentra dentro de los valores de 2.3 y 3.1, establecidos en la NTP 400.011.

$$MF = \frac{6.06 + 11.23 + 16.64 + 28.43 + 51.52 + 73.14 + 88.63}{100} = 2.76$$

Contenido de humedad del AFN

El contenido de humedad corregido del AFN, para las diferentes dosificaciones se obtiene del valor promedio de las siguientes ecuaciones:

El % CH para el diseño de mezcla patrón, se calcula con la Ec. N° 03:

$$\% CH = \frac{758 - 738}{738} * 100 = 2.7 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 10% de LT, se calcula con la Ec. N° 03:

$$\% CH = \frac{597 - 581}{581} * 100 = 2.8 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 20% LT, se calcula con la Ec. N° 03:

$$\% CH = \frac{435 - 424}{424} * 100 = 2.6 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 30% LT, se calcula con Ec. N° 03:

$$\% CH = \frac{274 - 267}{267} * 100 = 2.6 \%$$

En la tabla N°32, muestra el resumen de los valores obtenidos del % CH del AFN.

Tabla N°32: *Contenido de humedad del AFN*

Para Mezclas	Patrón	10% L. T	20% L. T.	30% L. T.
Peso (Tara)	151.7	150.8	151.3	150.4
Peso (Tara + Muestra Húmeda)	909.7	747.8	586.3	424.4
Peso (Tara + Muestra Seca)	889.7	731.8	575.3	417.4
Peso (Muestra Húmeda)	758	597	435	274
Peso (Muestra Seca)	738	581	424	267
Contenido de Humedad (%)	2.7	2.8	2.6	2.6
Promedio de C. H. (%)	2.7			

Fuente: Propia

Peso específico y porcentaje de absorción del AFN

El PEMS, se calcula mediante la Ec. N° 04:

$$PEMS = \frac{490.1}{500 - 307.1} = 2.541 \text{ g/cm}^3$$

El PEMsss, se calcula mediante la Ec. N° 05:

$$PEM_{sss} = \frac{500}{500 - 307.1} = 2.592 \text{ g/cm}^3$$

El PEA, se calcula mediante la Ec. N° 06:

$$PEA = \frac{490.1}{(500 - 307.1) - (500 - 490.1)} = 2.678 \text{ g/cm}^3$$

El % de absorción, se calcula con la Ec. N° 07:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{500 - 490.1}{490.1} * 100 = 2 \%$$

En la tabla N°33, muestra el resumen de los datos previos que se consideraron para determinar los valores del peso específico y % de absorción del AFN.

Tabla N°33: *Peso específico y porcentaje de absorción del AFN*

Agregado Fino	
Peso (Muestra + Balón + Agua)	958.8
Peso (Muestra SSS + Balón)	651.7
Peso (Agua)	307.1
Peso (Muestra Seca + Balón)	641.8
Peso (Balón)	151.7
Peso (Muestra Seca)	490.1
Volumen del Balón	500
Resultados	
Peso específico de la Muestra	2.541
Peso específico de la Muestra SSS	2.592
Peso específico Aparente	2.678
(%) Absorción	2.0

Fuente: Propia

Peso Unitario del AFN

Se tomó una muestra considerable fraccionándolo en tres sub muestras para determinar el promedio del PUS mediante la Ec. N° 12:

- Sub muestra n°01:

$$PUS = \frac{9.569 - 6.282}{0.002127} = 1545 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°02:

$$PUS = \frac{9.498 - 6.282}{0.002127} = 1512 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°03:

$$PUS = \frac{9.702 - 6.282}{0.002127} = 1608 \text{ kg/m}^3$$

Para determinar el promedio PUC, se tomó una muestra considerable fraccionándolo en tres sub muestras mediante la Ec. N° 13:

- Sub muestra n°01:

$$PUC = \frac{10.013 - 6.282}{0.002127} = 1754 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°02:

$$PUC = \frac{9.673 - 6.282}{0.002127} = 1594 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°03:

$$PUC = \frac{10.361 - 6.282}{0.002127} = 1918 \text{ kg/m}^3$$

En la Tabla N°34, muestra el resumen de los datos previos que se consideraron para determinar los valores promedio PUS y PUC del AFN.

Tabla N°34: *Peso unitario del AFN*

Agregado fino	1	2	3
Peso (Molde)	6.282	6.282	6.282
Volumen (Molde)	0.002127	0.002127	0.002127
Peso (Molde + Muestra Suelta)	9.569	9.498	9.702
Peso Unitario Suelto	1545	1512	1608
P.U.S. Promedio (kg/m ³)	1555		
Peso (Molde + Muestra Compactada)	10.013	9.673	10.361
Peso Unitario Compactado	1754	1594	1918
P.U.C. Promedio (kg/m ³)	1755		

Fuente: Propia

Granulometría AF (ladrillo triturado)

Se tomó una muestra de 574.8g del AF (ladrillo triturado) como remplazo en porcentajes del AFN considerando la Ec. N°01, obteniendo los siguientes valores como muestra la Tabla N°35.

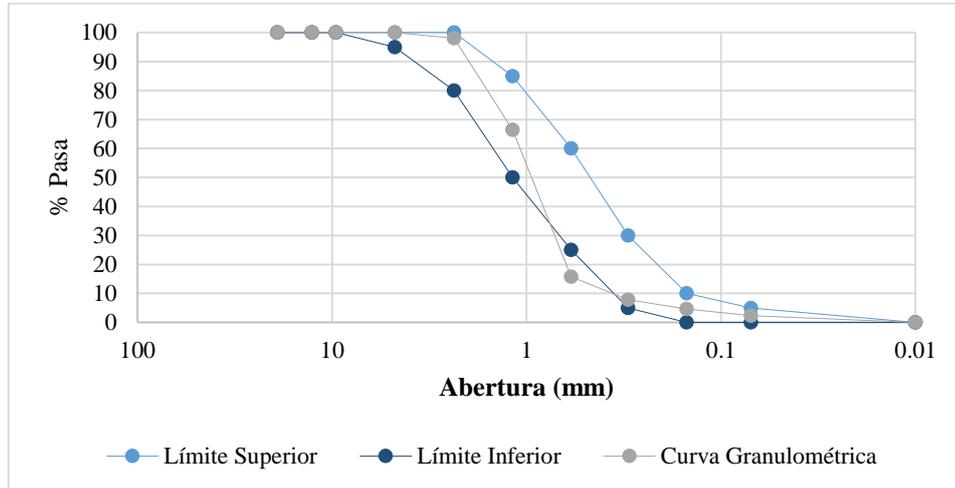
Tabla N°35: *Ensayo granulométrico del AF (ladrillo triturado)*

N° de Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido	(%) Peso Retenido	(%) Peso Retenido Acumulado	% pasante	Limite Superior	Limite Inferior
3/4"	19.05	0	0	0	100	100	100
1/2"	12.7	0	0	0	100	100	100
3/8"	9.53	0	0	0	100	100	100
# 4	4.75	0	0	0	100	100	95
# 8	2.36	11	1.91	1.91	98.09	100	80
# 16	1.18	181.6	31.59	33.51	66.49	85	50
# 30	0.59	291.3	50.68	84.19	15.81	60	25
# 50	0.3	45.7	7.95	92.14	7.86	30	5
# 100	0.15	18.9	3.29	95.42	4.58	10	0
# 200	0.07	12.9	2.24	97.67	2.33	5	0
Fondo	0.01	13.4	2.33	100	0	0	0

Fuente: Propia

En la Figura N°14, se observar que la curva granulométrica del AFN, presenta una proporción mayor dentro de los límites establecidos en la NTP 400.012.

Figura N°14: Curva granulométrica del LT en remplazo del AFN



Fuente: Propia

Módulo de Fineza del AF (ladrillo triturado)

Mediante la Ec. N° 02, se determinó que el AF (ladrillo triturado), que se utilizó para nuestro diseño de mezcla presenta un MF de 3.07 de tal manera se deduce que es óptimo, ya que se encuentra dentro de los valores de 2.3 y 3.1, establecidos en la N. T. P. 400.011.

$$MF = \frac{1.91 + 33.51 + 84.19 + 92.14 + 95.42}{100} = 3.07$$

Contenido de humedad del AF (ladrillo triturado)

El contenido de humedad del ladrillo triturado, para las diferentes dosificaciones se obtiene de la siguiente manera:

El % CH para el diseño de mezcla + 10% de LT, se calcula con la Ec. N°

$$\% CH = \frac{145 - 144}{144} * 100 = 0.7 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 20% LT, se calcula con la Ec. N°

$$\% \text{ CH} = \frac{288 - 288}{288} * 100 = 0.0 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 30% LT, se calcula con Ec. N°

$$\% \text{ CH} = \frac{434 - 433}{433} * 100 = 0.2 \%$$

En la Tabla N°36, muestra el resumen de los valores obtenidos del contenido de humedad del ladrillo triturado:

Tabla N°36: *Contenido de humedad AF (ladrillo triturado)*

Para Mezclas	Patrón	10% L. T.	20% L. T.	30% L. T.
Peso (Tara)	0	150.8	151.3	150.4
Peso (Tara + Muestra Húmeda)	0	295.8	439.3	584.4
Peso (Tara + Muestra Seca)	0	294.8	439.3	583.4
Peso (Muestra Húmeda)	0	145	288	434
Peso (Muestra Seca)	0	144	288	433
Contenido de Humedad (%)	0.0	0.7	0.0	0.2
Promedio de C. H. (%)	0.2			

Fuente: Propia

Peso específico y porcentaje de absorción del AF (ladrillo triturado)

El PEMS se calcula mediante la Ec. N° 04:

$$\text{P. E. M. S.} = \frac{481.8}{500 - 293.7} = 2.335 \text{ g/cm}^3$$

El PEMsss se calcula mediante la Ec. N° 05:

$$\text{P. E. M. sss.} = \frac{500}{500 - 293.7} = 2.424 \text{ g/cm}^3$$

El PEA se calcula mediante la Ec. N° 06:

$$\text{P. E. M. sss.} = \frac{481.8}{(500 - 293.7) - (500 - 481.8)} = 2.561 \text{ g/cm}^3$$

El porcentaje de absorción se calcula con la Ec. N° 07:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{500 - 481.8}{481.8} * 100 = 3.8 \%$$

En la tabla N°37, muestra el resumen de los datos previos que se consideraron para determinar los valores del peso específico y % de absorción del LT.

Tabla N°37: *Peso específico y porcentaje de absorción del AF (ladrillo triturado)*

Ladrillo Triturado	
Peso (Muestra + Balón + Agua)	974
Peso (Muestra SSS + Balón)	680.3
Peso (Agua)	293.7
Peso (Muestra secada al Horno + Balón)	662.1
Peso (Balón)	180.3
Peso (Muestra Secada al Horno)	481.8
Volumen del Balón	500
Resultados	
Peso específico de la Muestra	2.335
Peso específico de la Muestra SSS	2.424
Peso específico Aparente	2.561
(%) Absorción	3.8

Fuente: Propia

Peso Unitario del AF (ladrillo triturado)

Se tomó una muestra considerable fraccionándolo en tres sub muestras para determinar el promedio del PUS mediante la Ec. N°12.

- Sub muestra n°01:

$$\text{PUS} = \frac{9.354 - 6.282}{0.002127} = 1444 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°02:

$$\text{PUS} = \frac{9.861 - 6.282}{0.002127} = 1683 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°03:

$$\text{PUS} = \frac{9.191 - 6.282}{0.002127} = 1368 \text{ kg/m}^3$$

Para determinar el promedio PUC, se tomó una muestra considerable fraccionándolo en tres sub muestras mediante la Ec. N°13.

- Sub muestra n°01:

$$PUC = \frac{9.724 - 6.282}{0.002127} = 1618 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°02:

$$PUC = \frac{10.132 - 6.282}{0.002127} = 1810 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°03:

$$PUC = \frac{9.519 - 6.282}{0.002127} = 1522 \text{ kg/m}^3$$

En la Tabla N°38, muestra el resumen de los datos previos que se consideraron para determinar los valores promedio PUS y PUC del AF (ladrillo triturado).

Tabla N°38: *Peso unitario del AF (ladrillo triturado)*

Ladrillo triturado	1	2	3
Peso (Molde)	6.282	6.282	6.282
Volumen (Molde)	0.002127	0.002127	0.002127
Peso (Molde + Muestra Suelta)	9.354	9.861	9.191
Peso Unitario Suelto	1444	1683	1368
P.U.S. Promedio (kg/m ³)	1498		
Peso (Molde + Muestra Compactada)	9.724	10.132	9.519
Peso Unitario Compactado	1618	1810	1522
P.U.C. Promedio (kg/m ³)	1650		

Fuente: Propia

Granulometría del AGN

Se tomó una muestra de 5754.1g del AGN, en la cual se determinó el tamaño máximo nominal es de 1” por lo que se encuentra dentro de los parámetros del HUSO #5 (1 a 1/2in) como establece la NTP 400.012.

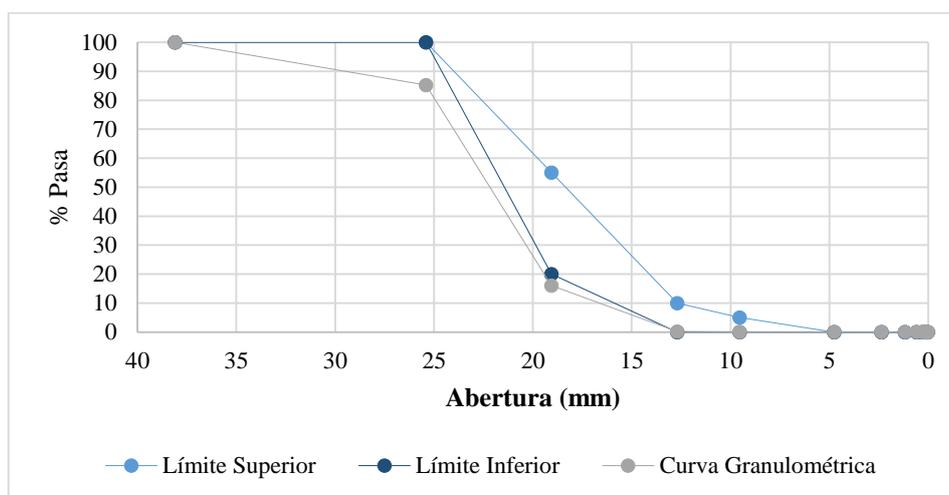
Tabla N°39: *Ensayo granulométrico del AGN*

N° de Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido	(%) Peso Retenido	(%) Peso Retenido Acumulado	% pasante	Límite Superior	Límite Inferior
1 1/2"	38.1	0	0	0	100	100	100
1"	25.4	846.5	14.71	14.71	85.29	100	100
3/4"	19.05	3986.9	69.29	84	16	55	20
1/2"	12.7	910.2	15.82	99.82	0.18	10	0
3/8"	9.53	6.3	0.11	99.93	0.07	5	0
# 4	4.75	0	0	99.93	0.07	0	0
# 8	2.36	0	0	99.93	0.07	0	0
# 16	1.18	0	0	99.93	0.07	0	0
# 30	0.59	0	0	99.93	0.07	0	0
# 50	0.3	0	0	99.93	0.07	0	0
# 100	0.15	0	0	99.93	0.07	0	0
# 200	0.07	0	0	99.93	0.07	0	0
Fondo	0.01	4.2	0.07	100	0	0	0

Fuente: Propia

En la figura N°15, se observar que la curva granulométrica del AGN, presenta una proporción mayor dentro de los límites establecidos en la NTP 400.012.

Figura N°15: *Curva granulométrica del AGN*



Fuente: Propia

Contenido de humedad del AGN

El contenido de humedad corregido del AGN, para las diferentes dosificaciones se obtiene de la siguiente manera:

El % CH para el diseño de mezcla patrón, se calcula con la Ec. N°03:

$$\% \text{ CH} = \frac{852 - 850}{850} * 100 = 0.2 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 10% de LT, se calcula con la Ec. N° 03:

$$\% \text{ CH} = \frac{852 - 850}{850} * 100 = 0.2 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 20% LT, se calcula con la Ec. N° 03:

$$\% \text{ CH} = \frac{852 - 850}{850} * 100 = 0.2 \%$$

El % CH para el diseño de mezcla + 30% LT, se calcula con Ec. N° 03:

$$\% \text{ CH} = \frac{852 - 850}{850} * 100 = 0.2 \%$$

En la Tabla N°40, muestra el resumen de los valores obtenidos del contenido de humedad del AGN.

Tabla N°40: *Contenido de humedad del AGN*

Para Mezclas	Patrón	10% L. T	20% L. T.	30% L. T.
Peso (Tara)	151.7	150.8	151.3	150.4
Peso (Tara + Muestra Húmeda)	909.7	1002.8	1003.3	1002.4
Peso (Tara + Muestra Seca)	889.7	1000.8	1001.3	1000.4
Peso (Muestra Húmeda)	852	852	852	852
Peso (Muestra Seca)	850	850	850	850
Contenido de Humedad (%)	0.2	0.2	0.2	0.2
Promedio de C. H. (%)	0.2			

Fuente: Propia

Peso específico y porcentaje de absorción del AGN

Se determina el PEMS, se calcula mediante la Ec. N° 08:

$$P. E. M. S. = \frac{2751}{2770 - 1710} = 2.595 \text{ g/cm}^3$$

El PEMsss se calcula mediante la Ec. N° 09:

$$P. E. M. sss. = \frac{2770}{2770 - 1710} = 2.613 \text{ g/cm}^3$$

El P. E. A se calcula mediante la Ec. N° 10:

$$P. E. M. sss. = \frac{2751}{2751 - 1710} = 2.643 \text{ g/cm}^3$$

El porcentaje de absorción se calcula con la Ec. N° 11:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{2770 - 2751}{2751} * 100 = 0.691 \%$$

En la Tabla N°41, muestra el resumen de los datos previos que se consideraron para determinar los valores del peso específico y % de absorción del AGN.

Tabla N°41: *Peso específico y porcentaje de absorción del AGN*

Agregado Grueso	
Peso (Muestra Secada al Horno)	2751
Peso (Muestra SSS)	2770
Peso (Muestra Saturada)	1710
Resultados	
Peso específico de la Muestra Seca	2.595
Peso específico de la Muestra SSS	2.613
Peso específico Aparente	2.643
(%) Absorción	0.691

Fuente. Propia

Peso Unitario del AGN

Se tomó una muestra considerable fraccionándolo en tres sub muestras para determinar el promedio del PUS mediante la Ec. N° 12.

- Sub muestra n°01:

$$PUS = \frac{13.401 - 3.522}{0.007058} = 1400 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°02:

$$PUS = \frac{14.231 - 3.522}{0.007058} = 1517 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°03:

$$PUS = \frac{13.828 - 3.522}{0.007058} = 1460 \text{ kg/m}^3$$

Para determinar el promedio PUC, se tomó una muestra considerable fraccionándolo en tres sub muestras mediante la Ec. N° 13.

- Sub muestra n°01:

$$PUC = \frac{14.081 - 3.522}{0.007058} = 1496 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°02:

$$PUC = \frac{15.230 - 3.522}{0.007058} = 1659 \text{ kg/m}^3$$

- Sub muestra n°03:

$$PUC = \frac{14.732 - 3.522}{0.007058} = 1588 \text{ kg/m}^3$$

En la Tabla N°42, muestra el resumen de los datos previos que se consideraron para determinar los valores promedio PUS y PUC del AGN.

Tabla N°42: *Peso unitario del AGN*

Agregado grueso	1	2	3
Peso (Molde)	3.522	3.522	3.522
Volumen (Molde)	0.007058	0.007058	0.007058
Peso (Molde + Muestra Suelta)	13.401	14.231	13.828
Peso Unitario Suelto	1400	1517	1460
P.U.S. Promedio (kg/m ³)	1459		
Peso (Molde + Muestra Compactada)	14.081	15.23	14.732
Peso Unitario Compactado	1496	1659	1588
P.U.C. Promedio (kg/m ³)	1581		

Fuente: Propia

Cálculo del diseño de mezcla

Se siguió el procedimiento del método ACI, se diseñó un concreto patrón de resistencia 280 kg/cm² (27.46 MPa) que sirvió como parámetro para evaluar los diseños de mezcla reemplazando el AFN por ladrillo triturado en porcentajes de (10%, 20%, 30%).

1. La resistencia requerida es: $f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$ (35.7 MPa)
2. El asentamiento (Slump) considerado es: 3" – 4"
3. El tamaño máximo nominal es: 1"
4. Estimación del agua en el mezclado es: 230 l/m³
5. El contenido de aire atrapado es: 1.5%
6. La relación a/c es: 0.54
7. La cantidad de cemento es: 426 kg/m³ < > 10 bls
8. La cantidad de los agregados seco es: fino (581 kg/m³) y grueso (850 kg/m³).
9. La corrección por humedad de los agregados es: fino (597 kg/m³) y grueso (852 kg/m³).
10. La corrección del agua es: 230 l/m³.

Estudio de suelos

Ensayo de Análisis granulométrico

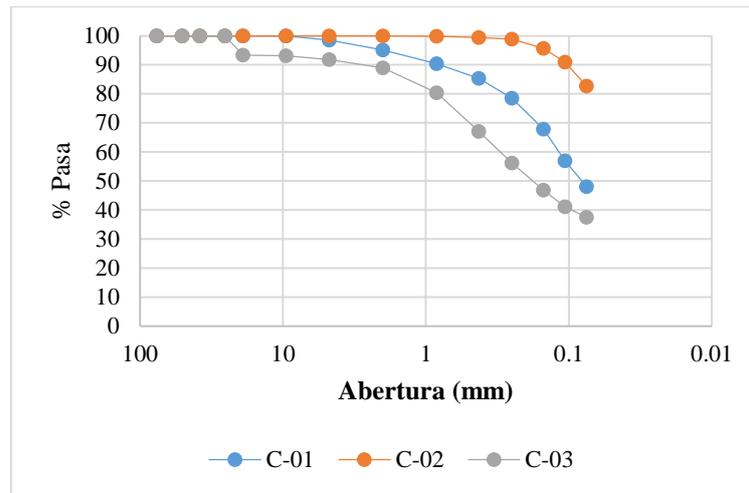
Se ha considerado las especificaciones de la normativa MTC- E 107, la cual toma como referencia la norma ASTM D 422, para el proceso del tamizado con la finalidad de determinar la proporción de sus elementos y clasificándolas según su tamaño.

Tabla N°43: Análisis granulométrico

Tamiz		% Pasante		
N°	Abertura (mm)	C-01	C-02	C-03
3"	76.2	100	100	100
2"	50.8	100	100	100
1 ½"	38.1	100	100	100
1"	25.4	100	100	100
¾"	19	100	100	93.4
⅜"	9.5	100	100	93.1
N° 4	4.75	98.5	100	91.8
N° 10	2	95.1	100	88.9
N° 20	0.84	90.4	99.8	80.4
N° 40	0.425	85.3	99.4	67.1
N° 60	0.25	78.5	98.8	56.2
N° 100	0.15	67.8	95.7	46.8
N° 140	0.106	56.9	90.9	41.1
N° 200	0.075	48	82.7	37.5

Fuente: Propia

Figura N°16: Curva granulométrica



Fuente: Propia

Límites de consistencia o Atterberg

Para realizar este ensayo, se consideró las especificaciones de la normativa MTC- E 110 y 111, la cual toma como referencia la norma ASTM D 4318.

Tabla N°44: Límites de consistencia

Muestras	C - 01	C - 02	C - 03
Límite Líquido (LL) Límite Plástico (LP) Índice de Plasticidad (IP)	No presenta		
Índice de Consistencia (IC) Índice de Liquidez (IL)	-		
Método de Ensayo de Límite Líquido	Multipunto		

Fuente: Propia

Contenido de humedad

Se considerando las especificaciones de la normativa MTC- E 108, la cual toma como referencia la norma ASTM D 2216.

Tabla N°45: Porcentaje de contenido de humedad

Muestras	C - 01	C - 02	C - 03
Peso (Tara)	186.2	91.7	210.4
Peso (Tara + Muestra húmeda)	998.7	601.3	1073.8
Peso (Tara + Muestra seca)	937.4	557.4	982.6
Tamaño máx. de partículas	-		
Método de Ensayo	B		
Método de secado	Horno a 110 +/- 5°C		
(%) Contenido de humedad	8.2	9.4	11.8

Fuente: Propia

Clasificación del Suelo

Las muestras de los tres puntos de investigación presentan la siguiente clasificación como se indica en la Tabla N°46.

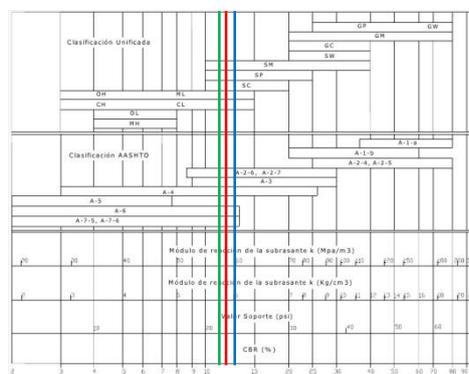
Tabla N°46: Clasificación del suelo

Muestras	C - 01	C - 02	C - 03
Nombre de grupo AASHTO	Arena limosa A-4 (0)	Limo de baja plasticidad con arena A-4 (0)	Arena limosa A-4 (0)
SUCS	SM	ML	SM

Fuente: Propia

Después de determinar las características de las tres muestras de suelos se introdujo esos valores en la Figura N°17, donde la calicata C-02 muestra un valor más crítico que las otras dos, por lo que se realizó el ensayo de CBR a esta muestra.

Figura N°17: Correlación aproximado de clasificación de suelos y CBR



Fuente: Guía AASHTO 93

El manual de carreteras del MTC (2013, p.40). Nos indica lo siguiente, en sectores con menos de 6 valores de CBR se considerará el valor más crítico para el diseño de pavimento.

Tabla N°47: *Porcentaje de CBR aproximado de cada muestra*

Muestra	C-01	C-02	C-03
AASHTO	A-4	A-4	A-4
SUCS	SM	ML	SM
CBR	14.2	13.8	14.5

Fuente: Propia

Ensayo de Proctor modificado para CBR

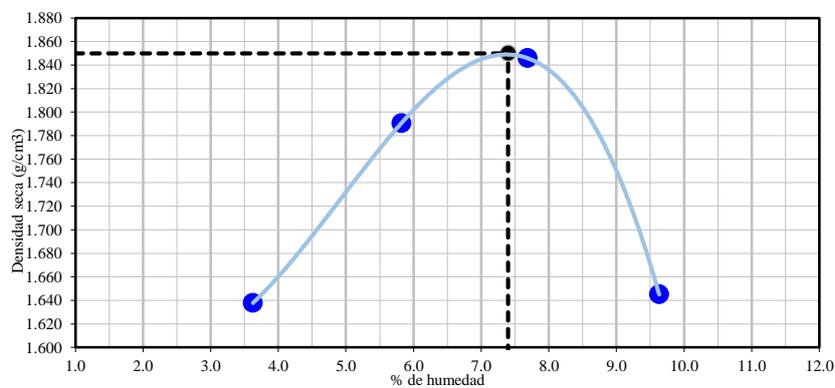
Para realizar este ensayo especial, se consideró las especificaciones de la normativa MTC-E 115, la cual toma como referencia la norma ASTM D 1557.

Tabla N°48: *Proctor modificado para CBR*

Proctor modificado para CBR					
Volumen del Molde	2123 cm ³				
Peso del Molde	6292 g				
N° de pruebas	Unidad	1	2	3	4
Peso volumétrico Hum.	g	1.697	1.895	1.988	1.804
Contenido de agua	%	3.6	5.8	7.7	9.6
Densidad Seca	g/cm ³	1.638	1.791	1.846	1.645
MDS	1.850 g/cm ³	Contenido de humedad optima:			7.40%

Fuente: Propia

Figura N°18: *Curva de la Relación humedad – Densidad seca*



Fuente: Propia

California Bearing ratio (CBR)

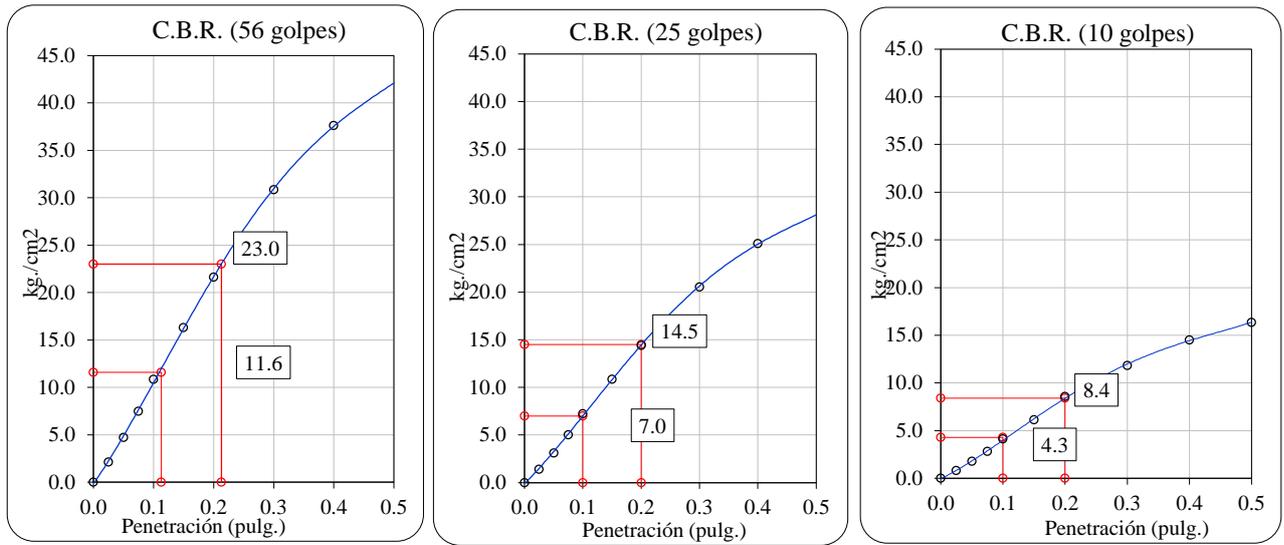
Para realizar este ensayo especial, se consideró las especificaciones de la normativa MTC-E 132, la cual toma como referencia la norma ASTM D 1883.

Tabla N°49: *Ensayo de CBR*

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	2				4				1				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	56				25				10				
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	9.048				8.758				8.428				
Peso molde (gr.)	4.812				4.732				4.827				
Peso suelo compactado (gr.)	4.236				4.026				3.601				
Volumen del molde (cm ³)	2.127				2.131				2.128				
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1.992				1.889				1.692				
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.854				1.761				1.573				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Peso de tara (gr.)	91.4				86.3		NO EXPANSIVO		86.7				
Tara + suelo húmedo (gr.)	360.4				397.6				347.9				
Tara + suelo seco (gr.)	341.8				376.4				329.5				
Peso de agua (gr.)	18.6				21.2				18.4				
Peso de suelo seco (gr.)	250.4				290.1				242.8				
Humedad (%)	7.4				7.3				7.6				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo	Dial 0.01"	Expansión mm	Dial	Expansión %	Dial	Expansión %	Dial	Expansión %	Dial	Expansión %	
		Hr											
PENETRACION													
Penetración (Pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg / cm ²	kg / cm ²	CBR %	kg	kg / cm ²	kg / cm ²	CBR %	kg	kg / cm ²	kg / cm ²	CBR %
0.025	70.307	43	2.1	11.6	16.5	28	1.4	7	10	16	0.8	4.3	6.1
0.050		95	4.7			63	3.1			36	1.8		
0.075		151	7.5			101	5			57	2.8		
0.100		219	10.8			146	7.2			83	4.1		
0.150		329	16.3			219	10.8			124	6.1		
0.200		437	21.6			291	14.4			173	8.6		
0.300		623	30.8			415	20.5			239	11.8		
0.400		760	37.6			507	25.1			293	14.5		
0.500		850	42.1			567	28.1			330	16.3		

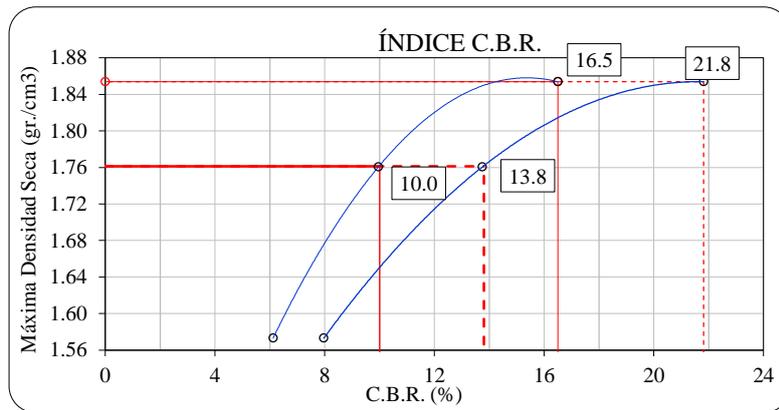
Fuete: Propia

Figura N°19: Curva del porcentaje de CBR



Fuente: Propia

Figura N°20: Curva CBR vs Densidad seca



Fuente: Propia

Módulo de resiliencia

De la Ec 16, se determina el valor del módulo de resiliencia:

Para la subrasante: % CBR = 13.8

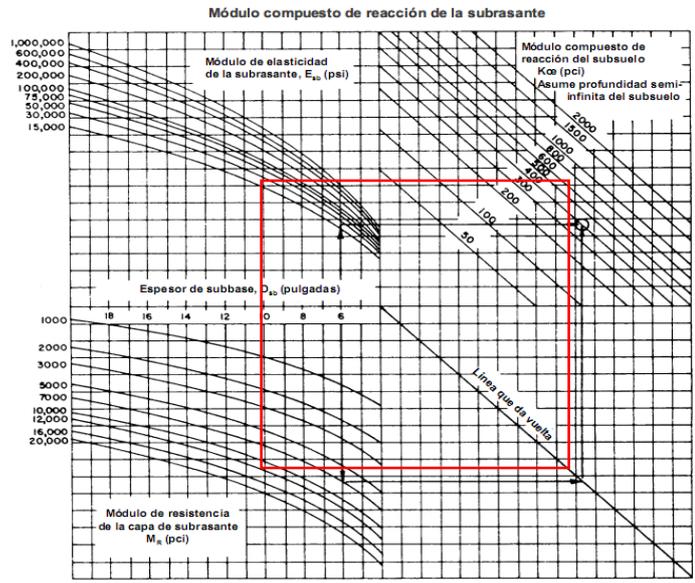
$$Mr = 2555 \times (13.8)^{0.64} = 13706.088 \text{ psi}$$

Para la subbase: % CBR = 40

$$Mr = 2555 \times (40)^{0.64} = 27083.78 \text{ psi}$$

Módulo de reacción de la subrasante

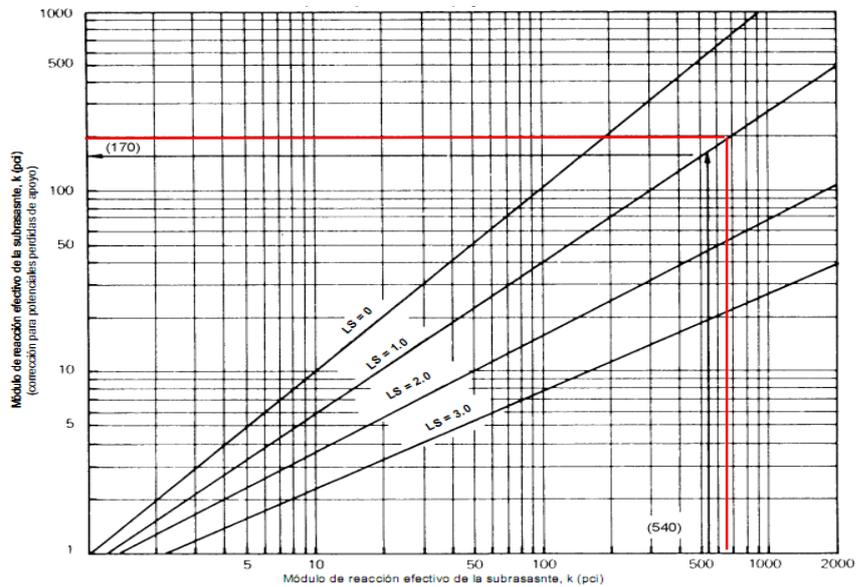
Figura N°21: nomograma del módulo compuesto de reacción de la subrasante



Fuente: Guía AASHTO 93

Coefficiente $k_1 \infty = 650$ pci

Figura N°22: Corrección del módulo efectivo de la subrasante



Fuente: Guía AASHTO 93

Considerando $LS = 1.0$

$K_1 \infty = 210$ pci

Estudio de tráfico

Según la tipología de vehículos, se determinará el número de ejes equivalentes con la siguiente ecuación del manual de carreteras del MTC (2013, p.86).

La relación de cargas para determinar los ejes equivalentes para pavimento rígido según la Tabla N°01 y la Ec 14.

Para autos:

$$Fvpi_{autos} = \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} = 0.00088$$

$$EE_{autos} = 616 * 0.00088 * 0.5 * 1 * 365 * 23.01 = 2276.25$$

Para Station Wagón:

$$Fvpi_{autos} = \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} = 0.00088$$

$$EE_{sw} = 690 * 0.00088 * 0.5 * 1 * 365 * 23.01 = 2549.83$$

Para combi:

$$Fvpi_{autos} = \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} = 0.00088$$

$$EE_{combi} = 1700 * 0.00088 * 0.5 * 1 * 365 * 23.01 = 6282.19$$

Para microbús:

$$Fvpi_{autos} = \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{1}{6.6}\right)^{4.1} = 0.00088$$

$$EE_{microbus} = 1700 * 0.00088 * 0.5 * 1 * 365 * 23.01 = 384.32$$

Para B2:

$$Fvpi_{B2} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} = 4.6076$$

$$EE_{B2} = 31 * 4.6076 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 751786.61$$

Para B3:

$$Fvpi_{B3} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{16}{8.2}\right)^{4.1} = 4.7308$$

$$EE_{B3} = 27 * 4.7308 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 672289.73$$

Para C2:

$$Fvpi_{C2} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} = 4.6076$$

$$EE_{C2} = 76 * 4.6076 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 1843089.76$$

Para C3:

$$Fvpi_{C3} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{16}{8.2}\right)^{4.1} = 4.7308$$

$$EE_{C3} = 58 * 4.7308 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 1444177.93$$

Para C4:

$$Fvpi_{C4} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{25}{17.5}\right)^{4.0} = 5.4377$$

$$EE_{C4} = 43 * 5.4377 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 1230670.59$$

Para T2S1:

$$Fvpi_{T2S1} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} = 7.9424$$

$$EE_{T2S1} = 32 * 7.9424 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 1337703.48$$

Para T2S2:

$$Fvpi_{T2S2} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} = 8.0656$$

$$EE_{T2S2} = 20 * 8.0656 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 849033.449$$

Para T2S3:

$$Fvpi_{T2S3} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{25}{17.5}\right)^{4.0} = 8.7725$$

$$EE_{T2S3} = 12 * 8.7725 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 554067.591$$

Para T3S1:

$$Fvpi_{T3S1} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.0} = 8.0656$$

$$EE_{T3S1} = 9 * 8.0656 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 382065.05$$

Para T3S2:

$$Fvpi_{T3S2} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} = 8.1888$$

$$EE_{T3S2} = 5 * 8.1888 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 215500.555$$

Para \geq T3S3:

$$Fvpi_{\geq T3S3} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{25}{17.5}\right)^{4.0} = 8.8957$$

$$EE_{\geq T3S3} = 6 * 8.8957 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 280924.427$$

Para 2T2:

$$Fvpi_{2T2} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} = 11.2772$$

$$EE_{2T2} = 4 * 11.2772 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 237421.147$$

Para 2T3:

$$Fvpi_{2T3} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} = 11.4004$$

$$EE_{2T3} = 3 * 11.4004 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 180011.176$$

Para 3T2:

$$Fvpi_{3T2} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} + \left(\frac{11}{8.2}\right)^{4.1} = 11.4004$$

$$EE_{3T2} = 1 * 11.4004 * 0.5 * 1 * 365 * 28.84 = 60003.7253$$

$$\Sigma EE = 10'050,238$$

Diseño estructural de pavimento rígido

Se realizó el diseño estructural del pavimento rígido teniendo en consideración el tipo de tráfico “Tp 10”, determinado en el número de repeticiones de ejes equivalentes para un periodo de diseño de 20 años:

- Numero de ejes equivalentes

Se determinó en el estudio de tráfico el valor del W_{18} es de 10'050,238 EE.

- Diferencia entre los índices de servicios

De la tabla N°03, se obtiene el valor del ΔPSI es igual a 1.80.

- Índice de serviciabilidad final

De la tabla N°03, se obtiene el valor de P_t es igual a 2.50.

- Nivel de confiabilidad

De la Tabla N°04, se obtiene el valor del R es igual a 90%

- Desviación normal estándar

De la tabla N°04, se obtiene el valor del Z_r es igual a -1.282.

- Error estándar combinado

De la tabla N°04, se obtiene el valor del S_o es igual a 0.35.

- Resistencia flexo tracción

Para el diseño de mezcla se consideró el valor recomendado de 42 kg/cm²

Para el tipo de tráfico “Tp10”, como muestra en la tabla N°05, se tomó como se obtiene el valor de MR es igual a 42 kg/cm².

$$MR = 4.2 \text{ MPa} \langle \rangle 42 \text{ kg/cm}^2 \langle \rangle 597.4 \text{ psi}$$

- Coeficiente de drenaje

De la tabla N°07, se obtiene el valor de Cd es igual a 0.80.

- Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas

De la tabla N°08, se obtiene el valor de J es igual a 2.80

- Módulo de elasticidad del concreto

De la tabla N°, se obtiene el valor de Ec es igual a 4286941.92 psi

$$F'_c = 39 \text{ MPa} \langle \rangle 394 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ec = 57,000 \times (5656.47)^{0.5} = 4286941.92 \text{ psi} \langle \rangle 2.9557 \times 10^4 \text{ MPa}$$

- Módulo de reacción de la subrasante

En el estudio de suelos se determinó el valor de k es igual a 210 pci.

$$K = 210 \text{ pci} \langle \rangle 57.53 \text{ MPa/m}$$

Costo unitario del concreto para pavimento rígido

El cálculo del costo unitario del concreto para pavimento rígido incorporando ladrillo triturado nos muestra los siguientes valores en las siguientes tablas:

Tabla N° 50: *Costo unitario del pavimento rígido (patrón)*

Insumos	Und	Volumen (m3)	Precio	Parcial
Cemento	bls	10.0000	19.61	196.10
Agua	m3	0.2300	8.20	1.89
AF (Natural)	m3	0.2905	32.60	9.47
AF (Ladrillo triturado)	m3	-	-	-
AG (Natural)	m3	0.3276	37.50	12.29
Costo total:				219.74

Fuente: Propia

Tabla N° 51: *Costo unitario del pavimento rígido utilizando (10% de LT)*

Insumos	Und	Volumen (m3)	Precio	Parcial
Cemento	bls	10	19.61	196.10
Agua	m3	0.23	8.20	1.89
AF (Natural)	m3	0.2287	32.60	7.46
AF (Ladrillo triturado)	m3	0.0618	4.60	0.28
AG (Natural)	m3	0.3276	37.50	12.29
Costo total:				218.01

Fuente: Propia

Tabla N° 52: *Costo unitario del pavimento rígido utilizando (20% de LT)*

Insumos	Und	Volumen (m3)	Precio	Parcial
Cemento	bls	10	19.61	196.10
Agua	m3	0.23	8.20	1.89
AF (Natural)	m3	0.1669	32.60	5.44
AF (Ladrillo triturado)	m3	0.1236	4.60	0.57
AG (Natural)	m3	0.3276	37.50	12.29
Costo total:				216.28

Fuente: Propia

Tabla N° 53: *Costo unitario del pavimento rígido utilizando (30% de LT)*

Insumos	Und	Volumen (m3)	Precio	Parcial
Cemento	bls	10	19.61	196.10
Agua	m3	0.23	8.20	1.89
AF (Natural)	m3	0.1051	32.60	3.43
AF (Ladrillo triturado)	m3	0.1854	4.60	0.85
AG (Natural)	m3	0.3276	37.50	12.29
Costo total:				214.55

Fuente: Propia

Anexo N° 04: Fichas de conteo vehicular

ESTACIÓN		PARADERO LAS MORAS								DIA	LUNES	FECHA	30 DE SETIEMBRE DE 2019				TOTAL			
HORA	AUTO	STATION WAGON	RURAL Combi	MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				
					B 2	B3 - 1	C 2	C 3	C 4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	2T2		2T3	3T2	3T3
00:00-01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
02:00-03:00	4	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
03:00-04:00	38	3	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
04:00-05:00	47	21	43	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	119
05:00-06:00	49	34	54	7	3	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	153
06:00-07:00	36	36	95	8	2	3	2	3	2	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	191
07:00-08:00	17	43	112	4	4	1	3	2	4	3	1	0	0	1	1	1	0	1	0	198
08:00-09:00	18	38	105	3	1	0	5	8	6	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	189
09:00-10:00	43	41	97	5	0	1	8	6	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	208
10:00-11:00	31	49	87	2	0	0	7	7	4	4	1	2	0	0	0	1	0	0	0	195
11:00-12:00	27	51	83	6	1	2	9	5	3	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	194
12:00-13:00	33	56	93	4	0	2	11	6	5	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	215
13:00-14:00	37	59	95	4	2	0	9	7	3	5	5	2	2	1	0	3	1	0	0	235
14:00-15:00	39	38	101	6	0	1	12	4	4	3	3	1	0	1	0	0	0	0	0	213
15:00-16:00	42	43	87	4	1	0	6	6	2	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	199
16:00-17:00	31	42	98	3	0	1	7	3	5	2	1	1	0	0	1	2	0	0	0	197
17:00-18:00	28	51	101	1	3	1	4	5	3	1	0	1	3	1	0	0	0	1	0	204
18:00-19:00	21	59	113	5	1	1	3	2	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	210
19:00-20:00	19	38	96	4	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	162
20:00-21:00	17	32	82	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	138
21:00-22:00	14	19	56	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	95
22:00-23:00	12	5	32	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	53
23:00-00:00	9	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
TOTAL	615	767	1653	75	22	15	89	67	46	37	19	12	11	7	7	9	3	3	1	3458

ESTACIÓN		PARADERO LAS MORAS								DIA	MARTES	FECHA	1 DE OCTUBRE DE 2019				TOTAL			
HORA	AUTO	STATION WAGON	RURAL Combi	MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER					
																				
00:00-01:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01:00-02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
03:00-04:00	31	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
04:00-05:00	45	19	56	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	124
05:00-06:00	42	31	76	4	1	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	159
06:00-07:00	33	34	124	6	2	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	204
07:00-08:00	14	41	97	6	1	1	2	3	0	4	0	0	1	0	1	1	0	0	0	172
08:00-09:00	13	32	92	4	0	0	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149
09:00-10:00	42	26	78	4	0	0	5	4	3	2	0	2	1	1	1	0	0	0	0	169
10:00-11:00	28	29	67	3	0	0	7	5	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	144
11:00-12:00	23	34	81	5	0	0	5	3	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	156
12:00-13:00	31	27	116	5	0	2	9	3	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	201
13:00-14:00	34	19	93	3	0	0	7	7	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	171
14:00-15:00	31	26	101	4	0	0	13	3	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	184
15:00-16:00	38	34	72	3	0	0	7	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	160
16:00-17:00	27	38	86	5	0	0	9	5	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	177
17:00-18:00	26	42	94	2	4	1	2	3	6	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	186
18:00-19:00	19	47	110	4	2	1	1	5	4	1	1	2	0	0	1	0	0	0	0	198
19:00-20:00	16	35	90	5	0	0	2	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	155
20:00-21:00	15	28	84	3	1	0	1	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	140
21:00-22:00	12	19	63	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	100
22:00-23:00	10	1	36	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	48
23:00-00:00	8	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
TOTAL	541	568	1636	68	11	5	74	54	41	29	15	7	7	4	4	1	0	0	0	3065

ESTACIÓN		PARADERO LAS MORAS								DIA		MIERCOLES		FECHA		2 DE OCTUBRE DE 2019				
HORA	AUTO	STATION WAGON	RURAL Combi	MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				TOTAL
					B 2	B3 - 1	C 2	C 3	C 4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	≥ T3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
00:00-01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
03:00-04:00	29	6	16	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
04:00-05:00	43	26	64	3	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	141
05:00-06:00	47	39	83	4	4	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	183
06:00-07:00	38	41	135	8	6	4	2	3	1	1	2	0	2	0	1	0	1	0	0	245
07:00-08:00	19	47	101	11	2	1	3	2	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	192
08:00-09:00	18	38	98	9	1	0	5	5	6	2	1	3	1	0	1	1	0	0	0	189
09:00-10:00	46	33	84	6	1	3	8	6	3	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	195
10:00-11:00	33	37	72	3	2	0	7	7	4	3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	171
11:00-12:00	26	43	86	9	1	3	9	5	6	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	195
12:00-13:00	32	39	121	8	1	2	6	3	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	221
13:00-14:00	37	32	97	5	0	0	9	7	6	3	1	1	1	0	2	0	1	0	0	202
14:00-15:00	34	38	112	9	0	1	11	4	4	5	3	1	0	1	1	1	0	0	0	225
15:00-16:00	45	41	87	4	0	0	6	6	2	2	2	3	0	0	1	0	0	0	0	199
16:00-17:00	33	48	92	11	1	1	7	3	5	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	207
17:00-18:00	35	54	95	5	6	2	4	5	3	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	215
18:00-19:00	27	62	114	7	2	1	3	2	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	222
19:00-20:00	24	37	93	9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	173
20:00-21:00	19	34	86	8	1	0	1	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	154
21:00-22:00	16	21	71	2	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	115
22:00-23:00	11	5	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	60
23:00-00:00	8	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
TOTAL	621	728	1759	121	31	22	83	63	49	36	21	15	9	3	9	5	6	1	0	3582

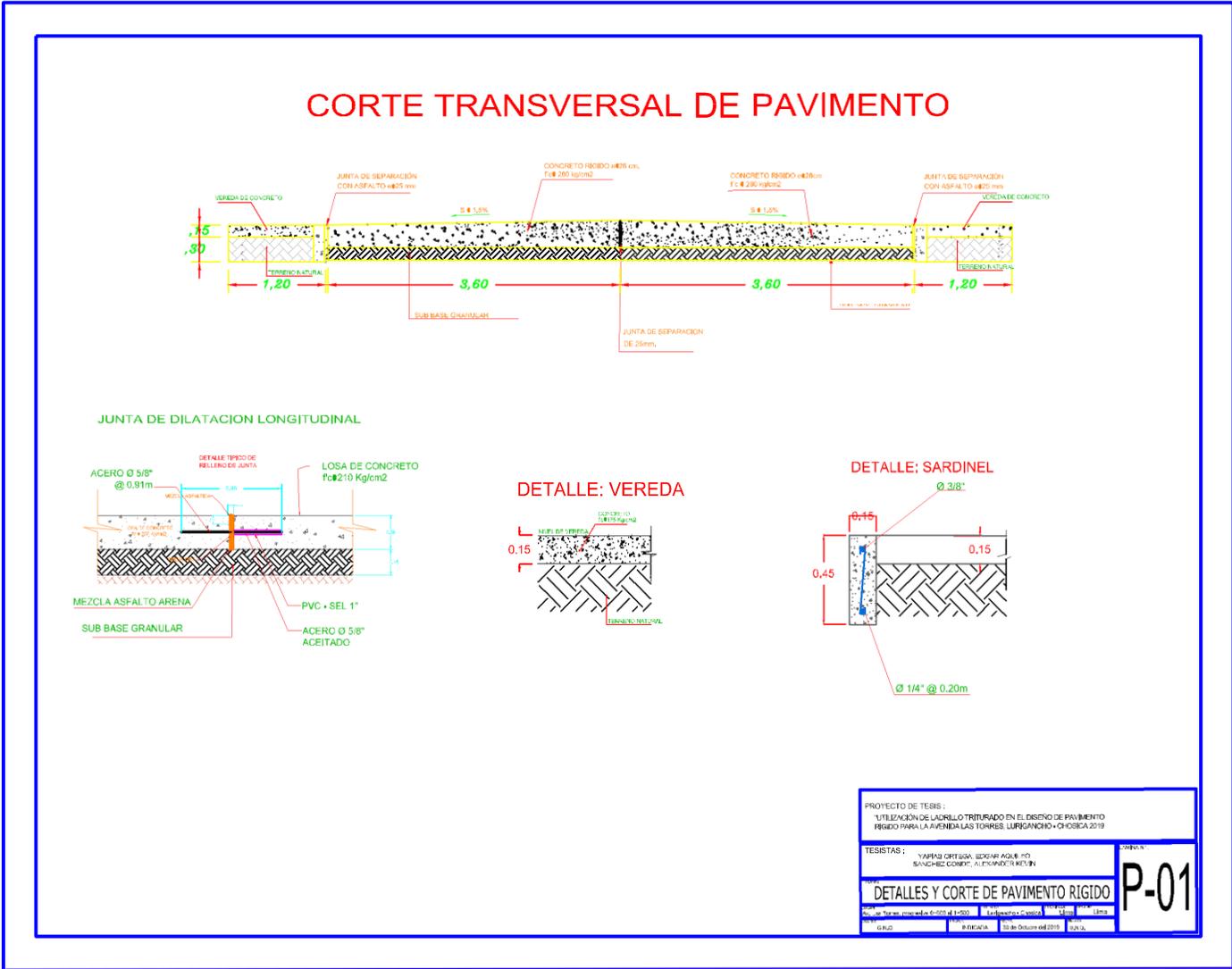
ESTACIÓN		PARADERO LAS MORAS								DIA	JUEVES	FECHA	3 DE OCTUBRE DE 2019				TOTAL			
HORA	AUTO	STATION WAGON	RURAL Combi	MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				
					B 2	B3 - 1	C 2	C 3	C 4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	2T2		2T3	3T2	3T3
00:00-01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
02:00-03:00	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
03:00-04:00	36	3	18	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	65
04:00-05:00	47	21	72	2	0	0	1	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	151
05:00-06:00	51	33	86	5	1	0	4	5	3	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	191
06:00-07:00	36	37	142	7	3	0	6	3	1	1	3	1	1	1	2	0	0	0	0	244
07:00-08:00	18	43	112	6	1	1	7	6	2	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	201
08:00-09:00	17	36	101	5	0	0	9	3	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	181
09:00-10:00	41	28	91	4	0	0	6	6	6	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	190
10:00-11:00	29	32	73	7	1	0	4	4	3	4	3	0	0	0	0	1	0	0	0	161
11:00-12:00	21	36	89	3	0	3	3	5	6	1	1	1	2	2	0	1	0	0	0	174
12:00-13:00	33	31	132	5	0	0	6	5	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220
13:00-14:00	37	21	104	5	0	0	7	6	3	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	190
14:00-15:00	32	27	121	1	2	1	9	2	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	204
15:00-16:00	39	37	94	3	0	0	5	7	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	191
16:00-17:00	31	38	115	5	0	0	3	4	7	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	208
17:00-18:00	28	41	134	7	1	2	4	2	4	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	227
18:00-19:00	17	53	119	4	2	1	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	203
19:00-20:00	14	37	93	5	0	0	5	1	0	3	1	0	2	0	0	1	0	0	0	162
20:00-21:00	13	26	86	3	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	136
21:00-22:00	11	14	71	0	0	0	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	101
22:00-23:00	10	3	43	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
23:00-00:00	7	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
TOTAL	573	604	1905	78	13	10	84	67	53	34	25	13	10	6	5	3	2	1	0	3486

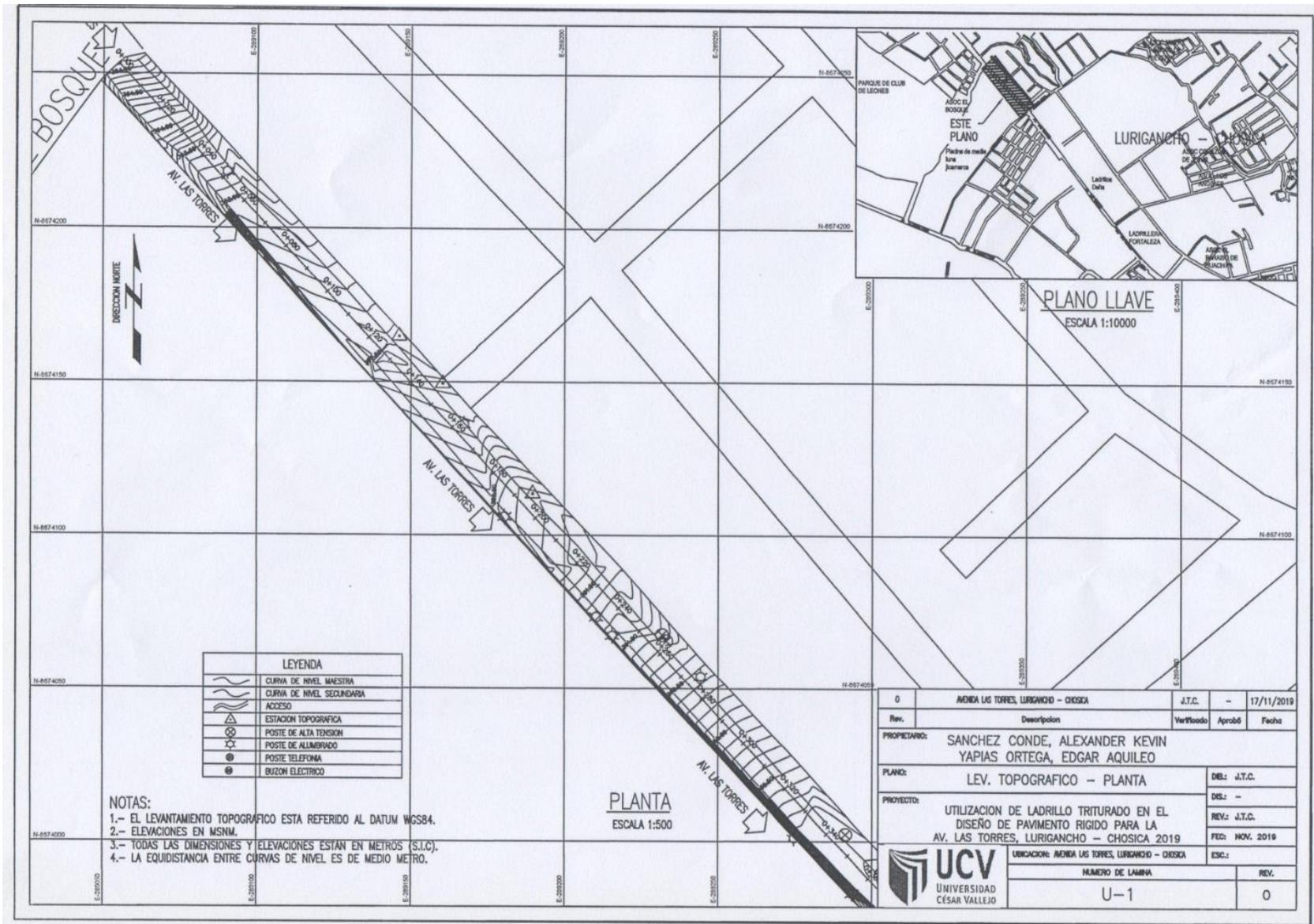
ESTACIÓN		PARADERO LAS MORAS								DIA		VIERNES		FECHA		4 DE OCTUBRE DE 2019				TOTAL
HORA	AUTO	STATION WAGON	RURAL Combi	MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				
					B 2	B3 - 1	C 2	C 3	C 4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
00:00-01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	3	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
03:00-04:00	32	8	18	1	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
04:00-05:00	47	28	41	4	4	0	2	3	0	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	135
05:00-06:00	65	41	52	6	6	2	1	4	2	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	183
06:00-07:00	42	47	111	9	8	2	3	2	1	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	231
07:00-08:00	21	49	124	14	4	4	5	6	6	3	3	0	0	1	0	0	0	1	0	241
08:00-09:00	25	43	112	11	3	3	12	3	4	2	1	1	0	0	1	0	2	1	0	224
09:00-10:00	51	39	97	8	3	1	10	5	5	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	225
10:00-11:00	43	41	93	5	6	3	6	4	3	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	212
11:00-12:00	34	45	101	12	2	1	7	7	5	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	220
12:00-13:00	38	41	98	9	2	6	6	3	4	5	0	1	0	0	0	1	0	1	0	215
13:00-14:00	43	38	91	6	0	2	5	4	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	198
14:00-15:00	43	41	95	11	0	6	4	3	1	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	210
15:00-16:00	47	43	87	6	1	1	5	8	1	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	206
16:00-17:00	37	51	136	15	3	2	3	5	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	262
17:00-18:00	34	57	121	6	7	1	5	3	4	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0	244
18:00-19:00	31	68	132	9	4	6	3	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	258
19:00-20:00	28	41	124	11	2	2	3	0	1	3	0	2	1	0	0	1	0	0	0	219
20:00-21:00	24	38	154	9	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	232
21:00-22:00	18	28	68	3	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	121
22:00-23:00	14	8	57	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	83
23:00-00:00	6	5	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
TOTAL	726	806	1934	156	60	42	81	63	49	39	22	16	6	5	7	6	5	2	1	4026

ESTACIÓN		PARADERO LAS MORAS								DIA	SABADO	FECHA	5 DE OCTUBRE DE 2019				TOTAL			
HORA	AUTO	STATION WAGON	RURAL Combi	MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				
					B 2	B3 - 1	C 2	C 3	C 4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	2T2		2T3	3T2	3T3
00:00-01:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
01:00-02:00	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
02:00-03:00	4	7	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
03:00-04:00	35	11	26	1	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
04:00-05:00	51	32	49	6	7	1	2	4	1	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	158
05:00-06:00	71	43	61	9	9	3	4	6	3	1	1	3	0	0	3	0	0	1	0	218
06:00-07:00	53	56	154	13	11	2	6	3	1	3	2	1	0	2	2	0	0	0	0	309
07:00-08:00	32	58	126	17	7	5	5	7	7	2	1	0	1	0	0	1	1	0	0	270
08:00-09:00	37	51	132	15	4	2	12	5	3	4	3	3	0	0	0	0	1	0	0	272
09:00-10:00	59	56	95	19	3	3	11	6	6	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	264
10:00-11:00	47	58	86	8	2	5	6	5	4	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	231
11:00-12:00	41	49	115	17	0	3	7	8	3	3	2	0	1	1	2	0	0	0	0	252
12:00-13:00	43	53	96	11	1	8	9	4	2	5	0	2	0	0	0	2	0	1	0	237
13:00-14:00	49	42	91	7	1	6	6	2	4	3	2	1	2	1	0	0	2	0	0	219
14:00-15:00	53	49	76	13	3	4	4	2	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	210
15:00-16:00	57	56	89	9	5	2	7	6	1	4	1	1	1	1	0	1	0	0	0	241
16:00-17:00	46	59	95	15	6	5	3	3	5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	243
17:00-18:00	42	64	102	7	11	1	5	5	6	1	1	1	3	0	1	0	0	0	0	250
18:00-19:00	33	73	108	9	5	6	2	2	3	0	2	0	0	2	0	1	1	1	0	248
19:00-20:00	36	47	123	11	3	5	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	230
20:00-21:00	32	56	83	10	1	3	1	0	0	0	2	0	0	0	1	2	0	0	0	191
21:00-22:00	21	38	69	4	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	136
22:00-23:00	15	7	52	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	76
23:00-00:00	9	8	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
TOTAL	871	975	1853	203	84	66	91	71	51	37	26	19	14	9	11	7	6	3	0	4397

ESTACIÓN		PARADERO LAS MORAS								DIA		DOMINGO		FECHA		6 DE OCTUBRE DE 2019				TOTAL
HORA	AUTO	STATION WAGON	RURAL Combi	MICROBUS	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				
					B 2	B3 - 1	C 2	C 3	C 4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	>= T3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
00:00-01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00-02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00-03:00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
03:00-04:00	17	2	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
04:00-05:00	31	15	19	0	0	0	2	1	0	0	q	0	0	0	1	0	0	0	0	69
05:00-06:00	28	25	21	2	0	2	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	82
06:00-07:00	23	23	64	3	0	1	4	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	123
07:00-08:00	8	31	71	3	0	0	6	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	128
08:00-09:00	11	27	73	1	0	0	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	118
09:00-10:00	38	19	38	1	0	3	2	5	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	110
10:00-11:00	21	21	89	0	0	4	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
11:00-12:00	19	29	91	0	0	1	3	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	151
12:00-13:00	27	18	102	3	0	6	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162
13:00-14:00	26	11	84	4	0	3	2	0	2	3	3	1	0	1	0	0	0	0	0	140
14:00-15:00	29	17	79	2	0	2	5	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	139
15:00-16:00	31	23	72	3	0	1	3	1	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	141
16:00-17:00	23	27	69	2	0	1	2	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	131
17:00-18:00	18	39	87	1	3	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	151
18:00-19:00	15	41	92	3	1	3	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	159
19:00-20:00	13	26	81	4	0	5	1	2	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	140
20:00-21:00	12	21	68	2	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	108
21:00-22:00	10	16	45	0	1	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	77
22:00-23:00	7	1	32	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	42
23:00-00:00	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
TOTAL	412	433	1292	34	5	33	42	32	21	18	18	4	5	3	3	0	0	0	0	2355

Anexo N° 05: Planos del levantamiento topográfico

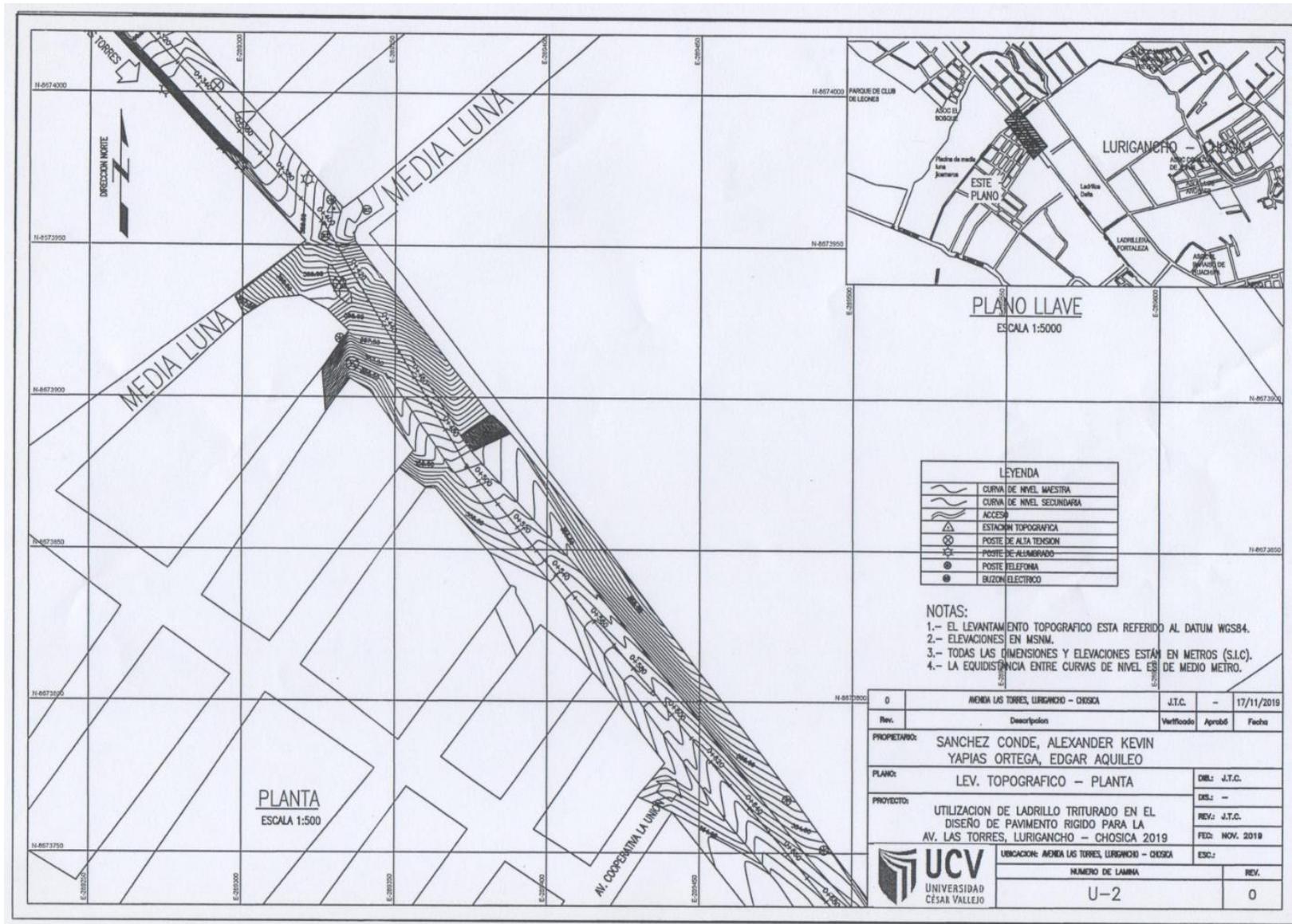


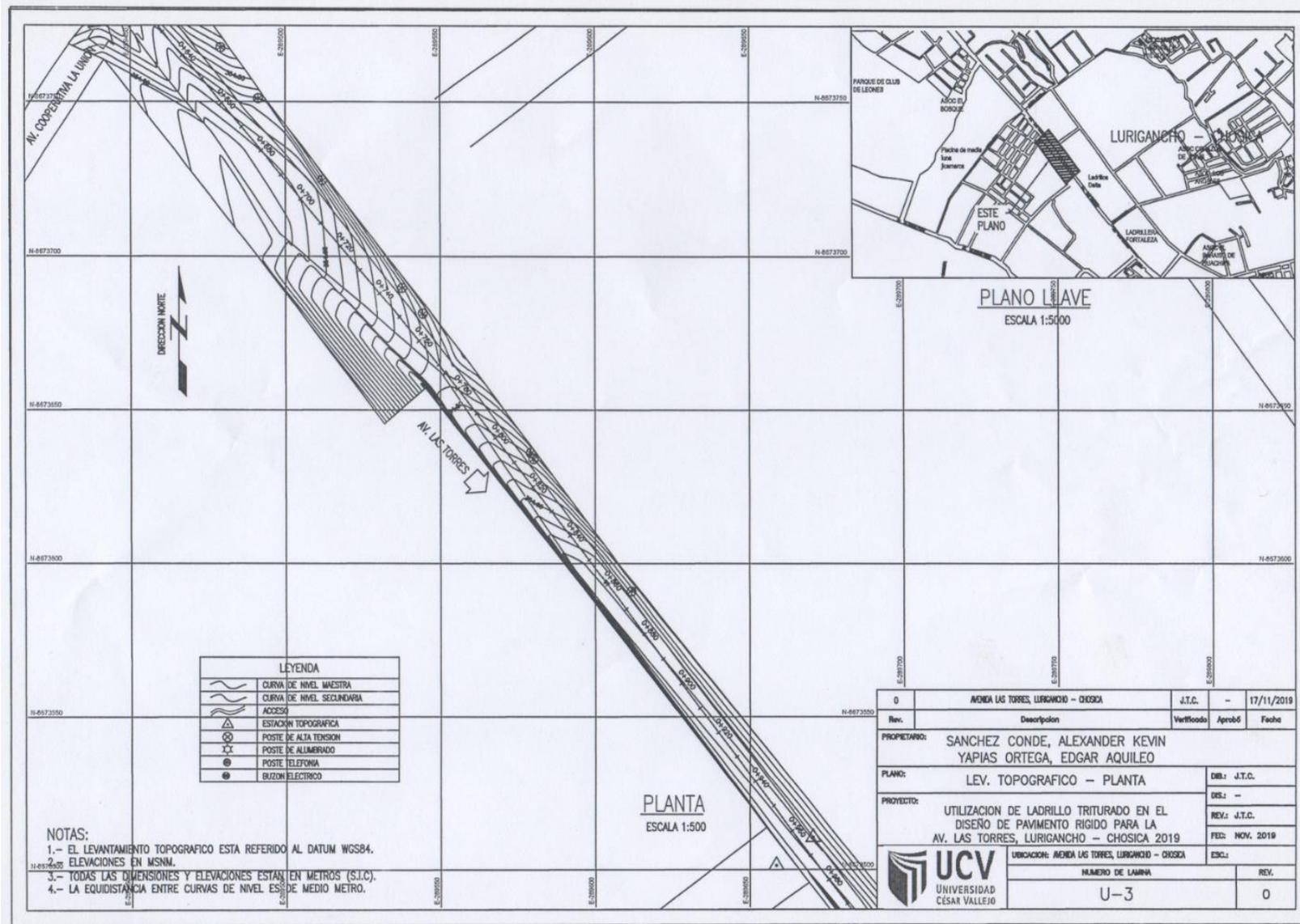


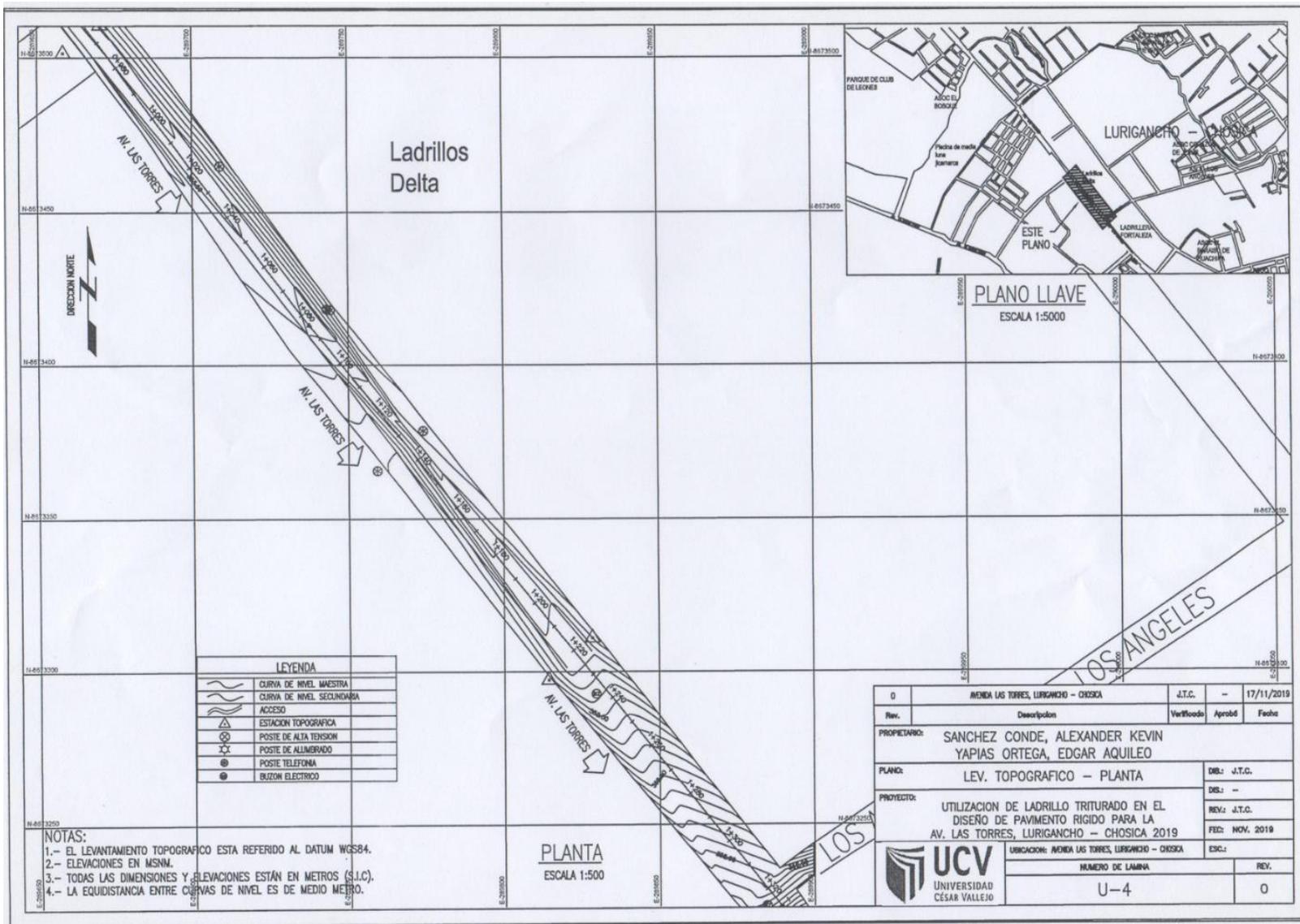
LEYENDA	
	CURVA DE NIVEL MAESTRA
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
	ACCESO
	ESTACION TOPOGRAFICA
	POSTE DE ALTA TENSION
	POSTE DE ALUMBRADO
	POSTE TELEFONIA
	BUZON ELECTRICO

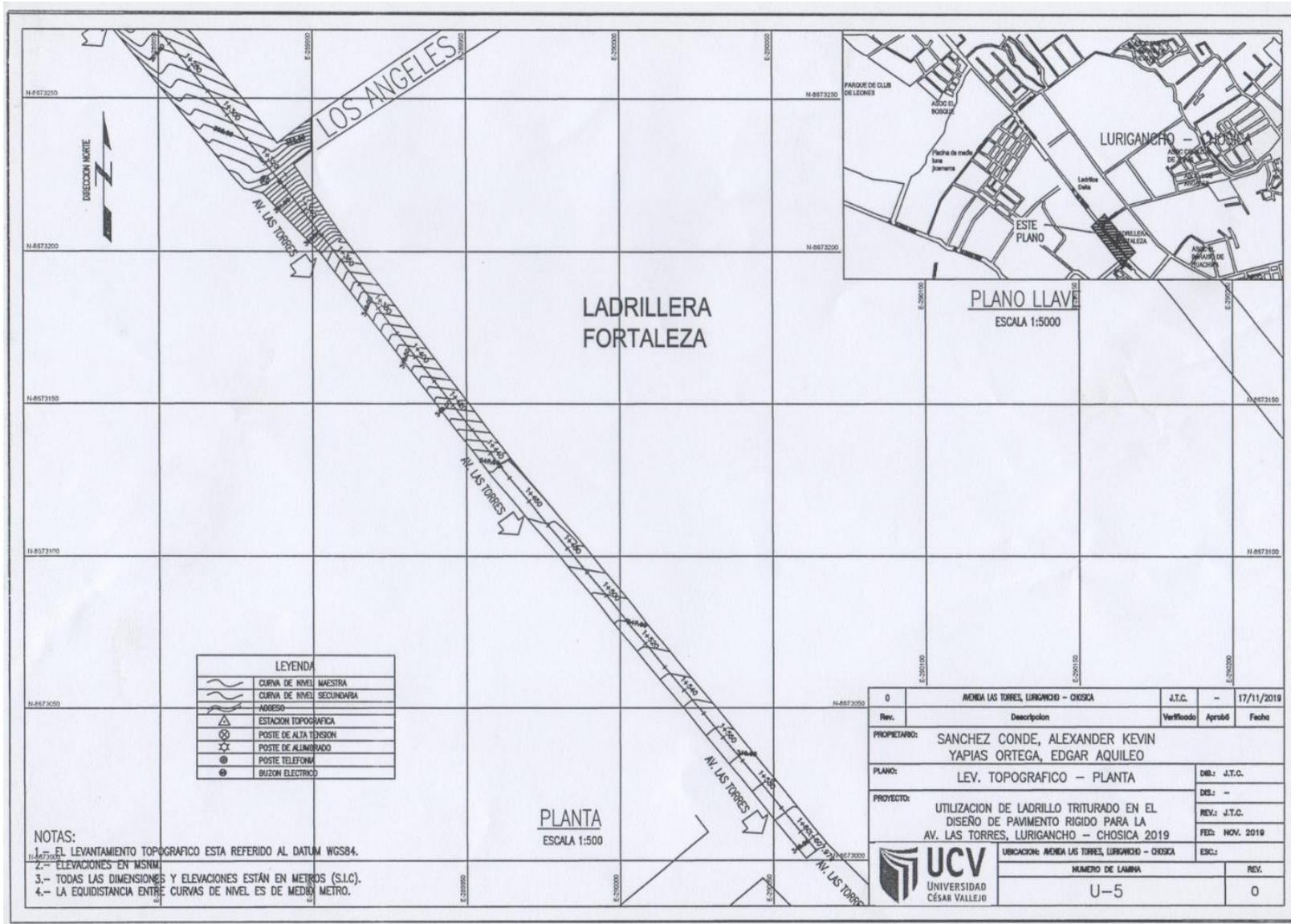
NOTAS:
 1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS84.
 2.- ELEVACIONES EN MSNM.
 3.- TODAS LAS DIMENSIONES Y ELEVACIONES ESTAN EN METROS (S.I.C.).
 4.- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL ES DE MEDIO METRO.

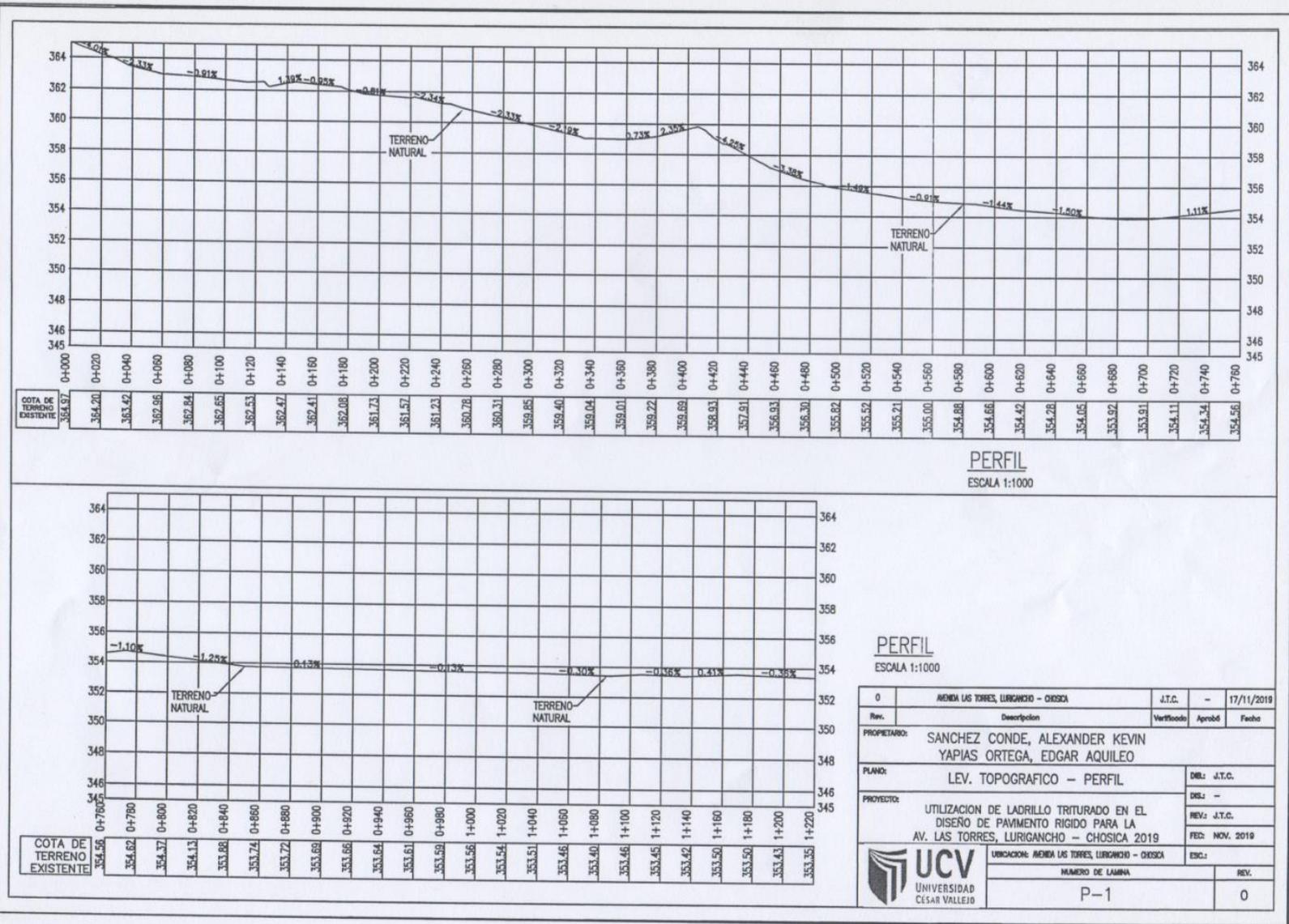
Rev.	Descripcion	Verificado	Aprobado	Fecha
0	AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	J.T.C.	-	17/11/2019
PROPIETARIO: SANCHEZ CONDE, ALEXANDER KEVIN YAPIAS ORTEGA, EDGAR AQUILEO				
PLANO: LEV. TOPOGRAFICO - PLANTA				DEL: J.T.C.
PROYECTO: UTILIZACION DE LADRILLO TRITURADO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA 2019				REV: J.T.C.
UBICACION: AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA				FED: NOV. 2019
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				ESC.: 0
NUMERO DE LAMINA			REV.	
U-1			0	











PERFIL
ESCALA 1:1000

Rev.	Descripción	Verificado	Aprobado	Fecha
0	MEMA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	J.T.C.	-	17/11/2019

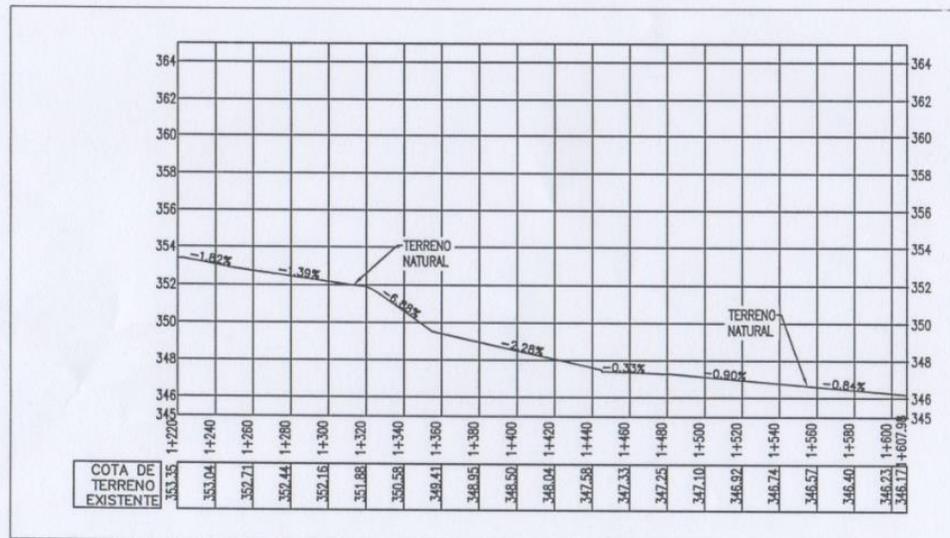
PROPIETARIO: SANCHEZ CONDE, ALEXANDER KEVIN
YAPIAS ORTEGA, EDGAR AQUILEO

PLANO: LEV. TOPOGRAFICO - PERFIL

PROYECTO: UTILIZACION DE LADRILLO TRITURADO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA 2019

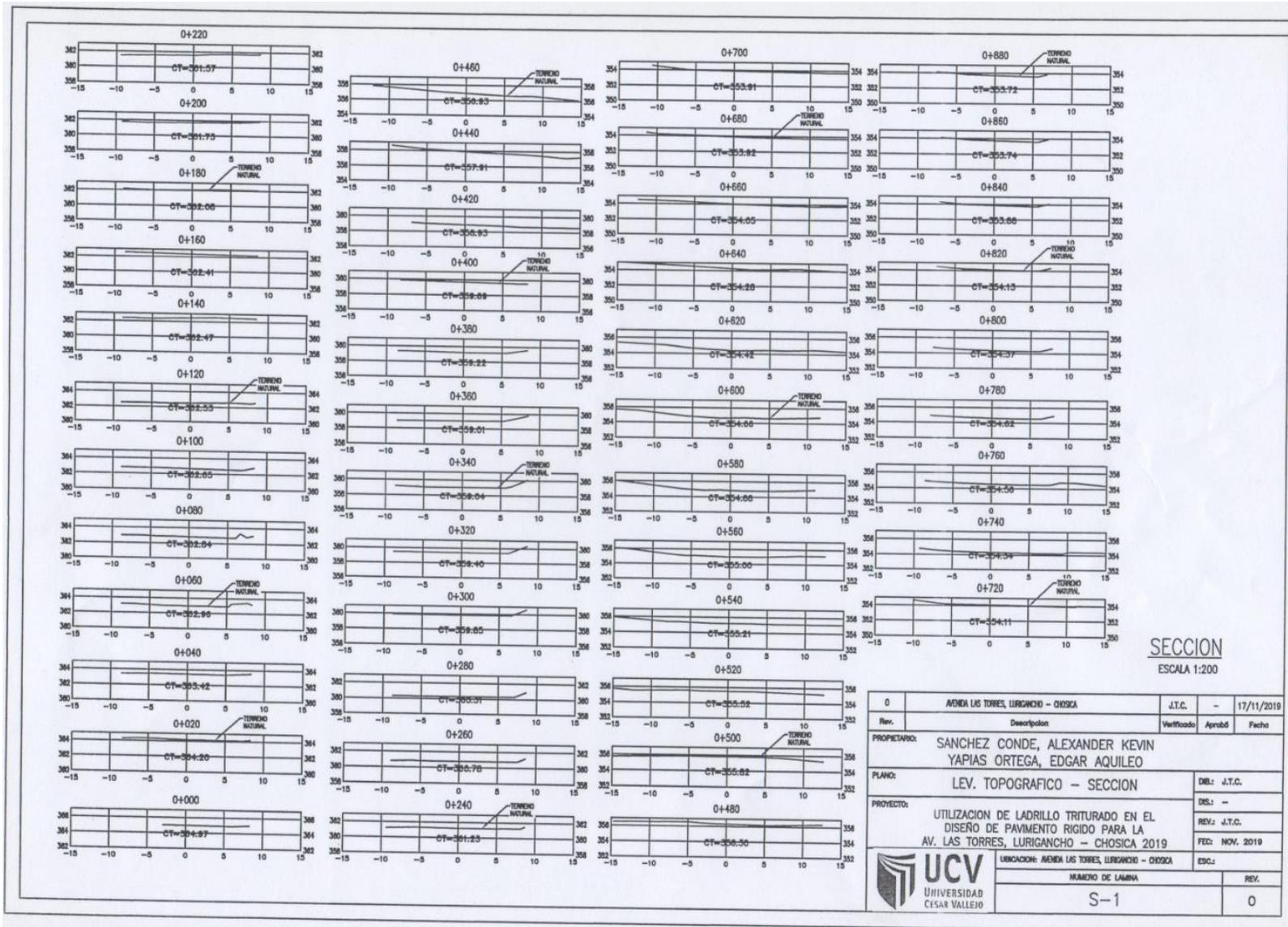
DIBJ: J.T.C.
DISJ: -
REVJ: J.T.C.
FEJ: NOV. 2019

UBICACION: MEMA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	ESJ:
NUMERO DE LAMINA	REV.
P-1	0



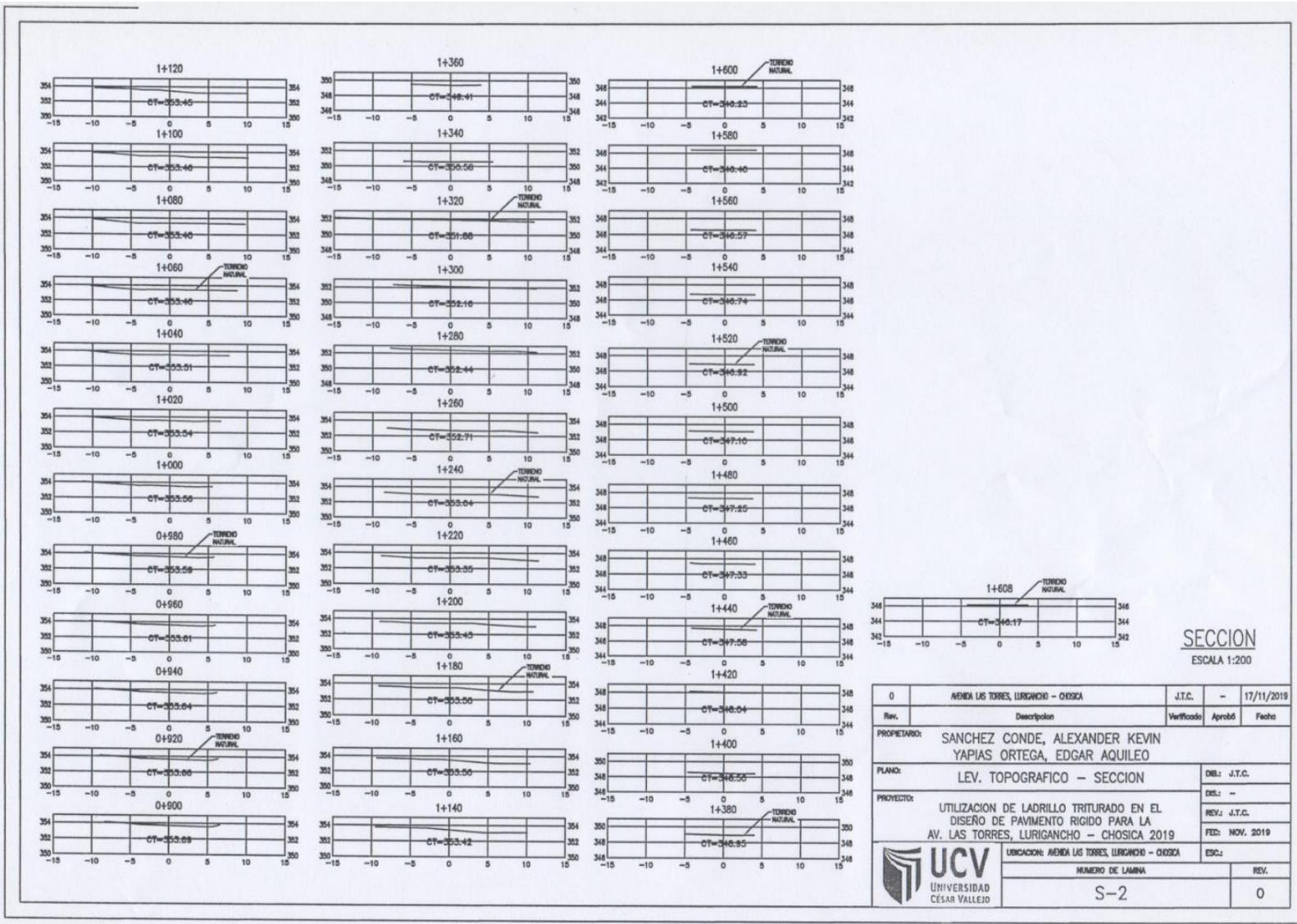
PERFIL
ESCALA 1:1000

0	AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	J.T.C.	-	17/11/2019
Rev.	Descripcion	Verificado	Aprobó	Fecha
PROPIETARIO:	SANCHEZ CONDE, ALEXANDER KEVIN YAPIAS ORTEGA, EDGAR AQUILEO			
PLANO:	LEV. TOPOGRAFICO - PERFIL	DES:	J.T.C.	
PROYECTO:	UTILIZACION DE LADRILLO TRITURADO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA 2019	REV:	J.T.C.	
	UBICACION: AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	FECH:	NOV. 2019	
 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	NUMERO DE LAMINA	ESC:	REV.	
	P-2		0	



SECCION
ESCALA 1:200

0	AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	J.T.C.	-	17/11/2019
Rev.	Descripcion	Verificado	Aprobado	Fecha
PROPIETARIO:	SANCHEZ CONDE, ALEXANDER KEVIN YAPIAS ORTEGA, EDGAR AQUILEO			
PLANO:	LEV. TOPOGRAFICO - SECCION	DIB.: J.T.C.		
PROYECTO:	UTILIZACION DE LADRILLO TRITURADO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA 2019	DES.: - REV.: J.T.C. FEC.: NOV. 2019		
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	UBICACION: AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	ESCALA:		
	NUMERO DE LAMINA	REV.		
	S-1	0		



SECCION
ESCALA 1:200

0	AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA	J.T.C.	-	17/11/2019
Rev.	Descripcion	Verificado	Aprobó	Fecha
PROPIETARIO:	SANCHEZ CONDE, ALEXANDER KEVIN YAPIAS ORTEGA, EDGAR AQUILEO			
PLANO:	LEV. TOPOGRAFICO - SECCION		DIB.: J.T.C.	
PROYECTOR:	UTILIZACION DE LADRILLO TRITURADO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA AV. LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA 2019		DES.: - REV.: J.T.C. FEC: NOV. 2019	
UBICACION: AVENIDA LAS TORRES, LURIGANCHO - CHOSICA		ESC.: -		REV.
UNIVERSIDAD UCV CÉSAR VALLEJO		NUMERO DE LAMINA S-2		0

Anexo N° 06: Certificados de ensayos físicos de agregados

 <p>INGEOCONTROL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

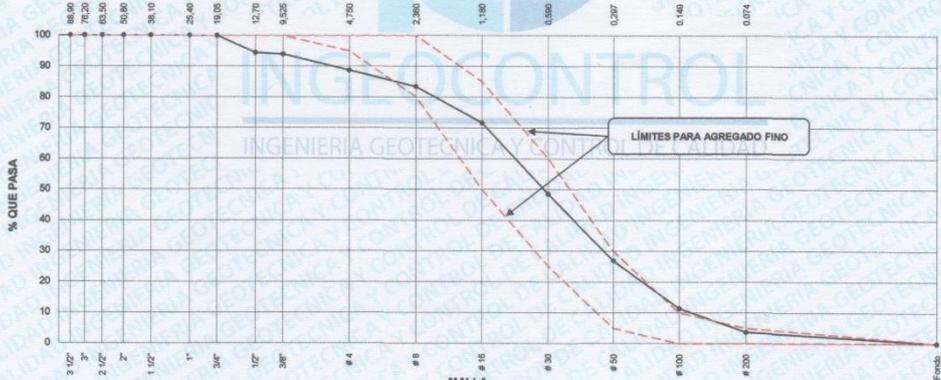
Proyecto : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019	Registro N°: IGC19-LEM-448-01
Solicitante : Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde	Muestreado por : J. Gutiérrez
Código del Proyecto : ---	Ensayado por : J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	Fecha de Ensayo: 07/10/19
Material : Agregado fino (Arena gruesa)	Turno: Diurno

Código de Muestra : ---	
Lote : Cantera Trapiche	
N° de Muestra : ---	
Progresiva : ---	

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	16.8	5.50	5.50	94.50	100.00
3/8"	9.53 mm	1.7	0.56	6.06	93.94	100.00
# 4	4.75 mm	15.8	5.18	11.23	88.77	95.00
# 8	2.36 mm	16.5	5.40	16.64	83.36	80.00
# 16	1.18 mm	36.0	11.79	28.43	71.57	50.00
# 30	0.60 mm	70.5	23.09	51.52	48.48	25.00
# 50	0.30 mm	66.0	21.62	73.14	26.86	5.00
# 100	0.15 mm	47.3	15.49	88.63	11.37	0.00
# 200	0.07 mm	23.5	7.70	96.33	3.67	0.00
Fondo	0.01 mm	11.2	3.67	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	2.541
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm³)	2.592
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm³)	2.578
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1755
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1555
Humedad de absorción (%)	2.0
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	2.76
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	VERIFICADO POR Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	AUTORIZADO POR Nombre y firma: (Empty space for signature)

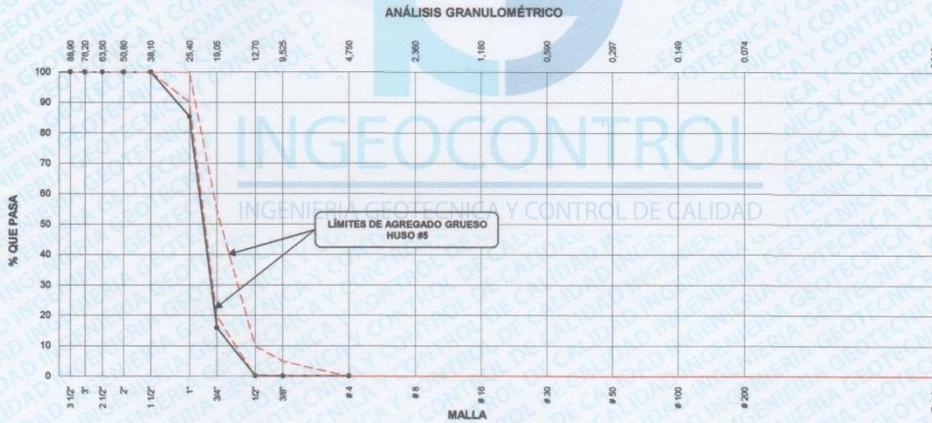
Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martin de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

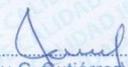
	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la
 Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019 Registro N°: IGC19-LEM-448-02
Solicitante : Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde
Código del Proyecto : --- Muestreado por : J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL Ensayado por : J. Gutiérrez
Material : Agregado grueso Fecha de Ensayo: 07/10/19
Turno: Diurno
Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 6						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	89.00 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	848.5	14.71	85.29	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	3986.9	69.29	84.00	20.00	55.00
1/2"	12.70 mm	910.2	15.82	99.82	0.18	0.00
3/8"	9.53 mm	8.3	0.11	99.93	0.07	0.00
# 4	4.75 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
# 6	2.36 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
# 10	1.18 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
# 20	0.85 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
# 40	0.425 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
# 60	0.25 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
# 200	0.075 mm	0.00	0.00	99.93	0.07	0.00
Fondo	0.01 mm	4.2	0.07	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	2.595
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm³)	2.613
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm³)	2.643
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1581
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1459
Humedad de absorción (%)	0.89
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"
Módulo de Fineza	7.83
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.82



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

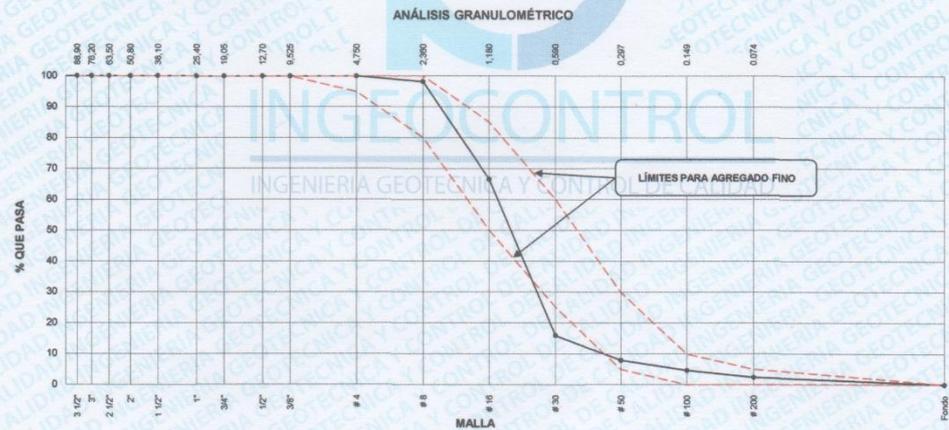
	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-08-2018
		Página	1 de 1

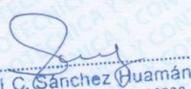
Proyecto : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019 **Registro N°:** IGC19-LEM-448-03
Solicitante : Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde **Muestreado por** : J. Gutiérrez
Código del Proyecto : --- **Ensayado por** : J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL **Fecha de Ensayo**: 18/10/19
Material : Agregado fino (Residuo de Ladrillo triturado) **Turno**: Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : Ladrillera Fortaleza - Huachipa
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	95.00
# 8	2.36 mm	11.0	1.91	1.91	98.00	80.00
# 16	1.18 mm	181.6	31.59	33.51	66.49	50.00
# 30	0.59 mm	291.3	50.68	84.19	15.81	25.00
# 50	0.30 mm	45.7	7.95	92.14	7.86	5.00
# 100	0.15 mm	18.9	3.29	95.42	4.58	0.00
# 200	0.07 mm	12.9	2.24	97.67	2.33	0.00
Fondo	0.01 mm	13.4	2.33	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.335
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.424
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.561
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1850
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1498
Humedad de absorción (%)	3.8
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.07
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	3.20



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-110
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107	Versión	01
		Fecha	30-08-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019 **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-421-09
SOLICITANTE : Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde **REALIZADO POR :** R. Leyva
CLIENTE : Universidad Cesar Vallejo **REVISADO POR :** J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan De Lurigancho, Lima **FECHA DE ENSAYO :** 08/10/19

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones SUB BASE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500				100.0		Tamaño máximo 1/2"
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	100	Peso Total de Muestra 557.4
1 1/2"	38.100					75 - 95	Fracción Fina 0
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.0		Límite Líquido N.P.
3/4"	19.050						Límite Plástico N.P.
1/2"	12.700						Índice de Plasticidad N.P.
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	40 - 75	
1/4"	6.350						
No 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	30 - 60	PROPORCIONES
No 8	2.360						
No 10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0	20 - 45	Grava 0.0 %
No 16	1.190						Árena 14.5 %
No 20	0.840						Finos 85.5 %
No 30	0.600						
No 40	0.425	2.6	0.5	0.5	99.5	15 - 30	
No 50	0.300						
No 60	0.250						Observaciones:
No 80	0.180						SUELO NATURAL
No 100	0.149						
No 200	0.075	78.1	14.0	14.5	85.5	5 - 10	
PASA		476.7	85.5	100.0			

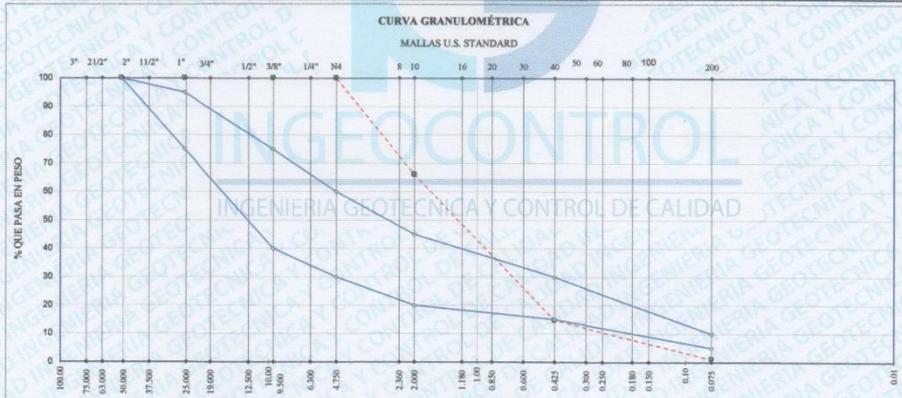


INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-110
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC 107	Versión	01
		Fecha	30-08-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019 **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-421-10
SOLICITANTE : Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde **REALIZADO POR :** R. Leyva
CLIENTE : Universidad Cesar Vallejo **REVISADO POR :** J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan De Lurigancho, Lima **FECHA DE ENSAYO :** 08/10/19

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones SUB BASE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Tamaño máximo ---
2"	50.800					100	Peso Total de Muestra 587.2
1 1/2"	38.100					75 - 95	Fracción Fina 0
1"	25.400				100.0		Límite Líquido N.P.
3/4"	19.050						Límite Plástico N.P.
1/2"	12.700						Índice de Plasticidad N.P.
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	40 - 75	
1/4"	6.350						
No 4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.0	30 - 60	PROPORCIONES
No 8	2.360						Grava 0.0 %
No 10	2.000	192.6	34.0	34.0	66.0	20 - 45	Arena 99.0 %
No 16	1.190						Finos 1.0 %
No 20	0.840						
No 30	0.600						
No 40	0.425	291.3	51.4	85.3	14.7	15 - 30	
No 50	0.300						
No 60	0.250						Observaciones:
No 80	0.180						AGREGADO FINO RECICLADO (LADRILLO)
No 100	0.149						
No 200	0.075	77.5	13.7	99.0	1.0	5 - 10	
PASA	---	5.8	1.0	100.0			



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

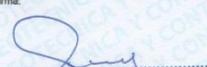
Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME	Código	AE-FO-110
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107	Versión	01
		Fecha	30-08-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019 **REGISTRO N°:** IGC19-LEM-421-11
SOLICITANTE : Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde **REALIZADO POR :** R. Leyva
CLIENTE : Universidad Cesar Vallejo **REVISADO POR :** J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : San Juan De Lurigancho, Lima **FECHA DE ENSAYO :** 08/10/19

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	(%) Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	Especificaciones SUB BASE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						Tamaño máximo 1 1/2"
2"	50.800	0.0	0.0	0.0		100	Peso Total de Muestra 5770.9
1 1/2"	38.100				85.3	75 - 95	Fracción Fina 0
1"	25.400	646.5	14.7	14.7			Límite Líquido N.P.
3/4"	19.050						Límite Plástico N.P.
1/2"	12.700						Índice de Plasticidad N.P.
3/8"	9.525	4903.4	85.0	99.6	0.4	40 - 75	
1/4"	6.350						
No 4	4.750	0.0	0.0	99.6	0.4	30 - 60	PROPORCIONES
No 8	2.360						Grava 99.6 %
No 10	2.000	0.0	0.0	99.6	0.4	20 - 45	Arana 0.0 %
No 16	1.190						Finos 0.4 %
No 20	0.840						
No 30	0.600						
No 40	0.425	0.0	0.0	99.6	0.4	15 - 30	
No 50	0.300						
No 60	0.250						Observaciones:
No 80	0.180						AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)
No 100	0.149						
No 200	0.075	0.0	0.0	99.6	0.4	5 - 10	
PASA		21.0	0.4	100.0			



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019	REGISTRO N°:	IGC18-LEM-448-06
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde	REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL	FECHA DE VACIADO :	19/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/10/2019	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	280 kg/cm2
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1	Código de mezcla:	L10%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 364 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 426 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.54 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 10.0 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 230 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.000 kg x m3 = 0.000% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m3	0.1370 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2300 m3				
Aire	---	0.0150 m3				
Aditivo			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	2595 kg/m3	---	0.20%	0.69%	7.83	1459
Agregado fino (Ladrillo)	2335 kg/m3	---	0.20%	3.80%	3.07	1498
Agregado fino	2541 kg/m3	---	2.70%	2.00%	2.76	1555
Volumen de pasta		0.3820 m3				
Volumen de agregados		0.8190 m3				

- | | | |
|---|---------------------------------------|--------------|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA | 0.05 m3 |
| Agregado grueso 53.0% = 0.3276 m3 = 850 kg | Cemento Sol tipo 1 | 20.44 kg |
| Agregado fino (Ladrillo) 10.0% = 0.0518 m3 = 144 kg | Agua | 11.04 L |
| Agregado fino 37.0% = 0.2287 m3 = 581 kg | Aditivo | 0.0 g = 0 mL |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD | Agregado grueso | 40.88 kg |
| Agregado grueso 852 kg | Agregado fino (Ladrillo) | 6.94 kg |
| Agregado fino (Ladrillo) 145 kg | Agregado fino | 28.64 kg |
| Agregado fino 597 kg | Slump Obtenido | 4" |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA | |
| Agua 230 L | CEM A.F. A.G. A.F.L. AGUA | |
| | 1 : 1.4 : 2.06 : 0.3 : 23.0 L / bolsa | |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	



FORMATO		Código	AE-FO-93
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019	REGISTRO N°:	IGC18-LEM-448-07
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde	REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD	FECHA DE VACIADO :	22/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/10/2019	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	280 kg/cm2
Procedencia	: Cantera Trapiche	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Sol tipo 1	Código de mezcla:	L20%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 384 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 426 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.54 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 10.0 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 230 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.000 kg x m3 = 0.000% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m3	0.1370 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2300 m3				
Aire	---	0.0150 m3				
Aditivo			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	2595 kg/m3	---	0.20%	0.69%	7.83	1459
Agregado fino (Ladrillo)	2335 kg/m3	---	0.20%	3.80%	3.07	1498
Agregado fino	2541 kg/m3	---	2.70%	2.00%	2.76	1555
Volumen de pasta		0.3820 m3				
Volumen de agregados		0.6180 m3				

- | | |
|---|---|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 53.0% = 0.3278 m3 = 850 kg
Agregado fino (Ladrillo) 20.0% = 0.1236 m3 = 289 kg
Agregado fino 27.0% = 0.1669 m3 = 424 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.05 m3
Cemento Sol tipo 1 20.44 kg
Agua 11.10 L
Aditivo 0.0 g = 0 mL
Agregado grueso 40.88 kg
Agregado fino (Ladrillo) 13.86 kg
Agregado fino 20.90 kg
Slump Obtenido 3 3/4" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 852 kg
Agregado fino (Ladrillo) 289 kg
Agregado fino 435 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. A.F.L. AGUA
1 : 1.0 : 2.06 : 0.7 : 23.1 L / bolsa |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 231 L | |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	



FORMATO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO
REFERENCIA ACI 211

Código	AE-FO-93
Versión	01
Fecha	30-04-2018
Página	1 de 1

PROYECTO : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019
REGISTRO N°: IGC18-LEM-448-08

SOLICITANTE : Edgar Aquileo Yapías Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde
REALIZADO POR : R. Leiva

CÓDIGO DE PROYECTO : ---
REVISADO POR : J. Gutiérrez

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENEOCONTROL
FECHA DE VACIADO : 22/10/19

FECHA DE EMISIÓN : 29/10/2019
TURNOS : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
F'c de diseño: 280 kg/cm2

Procedencia : Cantera Trapiche
Asentamiento: 3" - 4"

Cemento : Cemento Sol tipo 1
Código de mezcla: L30%

- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 384 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 426 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R a/c = 0.54 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m3 = 10.0 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 230 L | 7. CÁLCULO DE ADITIVO
0.000 kg x m3 = 0.000% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO				
Cemento Sol tipo 1	3110 kg/m3	0.1370 m3				
Agua	1000 kg/m3	0.2300 m3				
Aire	---	0.0150 m3				
Aditivo			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO
Agregado grueso	2595 kg/m3	---	0.20%	0.69%	7.83	1459
Agregado fino (Ladrillo)	2335 kg/m3	---	0.20%	3.80%	3.07	1498
Agregado fino	2541 kg/m3	---	2.70%	2.00%	2.76	1555
Volumen de pasta		0.3820 m3				
Volumen de agregados		0.6180 m3				

- | | |
|---|---|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 53.0% = 0.3276 m3 = 850 kg
Agregado fino (Ladrillo) 30.0% = 0.1854 m3 = 433 kg
Agregado fino 17.0% = 0.1051 m3 = 267 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.05 m3
Cemento Sol tipo 1 20.44 kg
Agua 11.15 L
Aditivo 0.0 g = 0 mL
Agregado grueso 40.88 kg
Agregado fino (Ladrillo) 20.82 kg
Agregado fino 13.16 kg
Slump Obtenido 3 1/2" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 852 kg
Agregado fino (Ladrillo) 434 kg
Agregado fino 274 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. A.F.L. AGUA
1 : 0.6 : 2.06 : 1.0 : 23.2 L / bolsa |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 232 L | |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony E. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Anexo N° 08: Certificados de ensayos de resistencia a compresión del concreto

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		REGISTRO N°: IGC18-LEM-448-13	
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		REALIZADO POR	: C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO	: 26/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/10/2019		TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2	19/10/19	26/10/19	7 días	2	1.96	200 kg/cm2	71.3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2	19/10/19	26/10/19	7 días	2	1.95	197 kg/cm2	70.5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON f'c = 280 kg/cm2	19/10/19	26/10/19	7 días	2	1.98	205 kg/cm2	73.2
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% f'c = 280 kg/cm2	19/10/19	26/10/19	7 días	5	1.98	267 kg/cm2	95.4
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% f'c = 280 kg/cm2	19/10/19	26/10/19	7 días	5	1.95	288 kg/cm2	103.0
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% f'c = 280 kg/cm2	19/10/19	26/10/19	7 días	2	1.95	294 kg/cm2	104.9

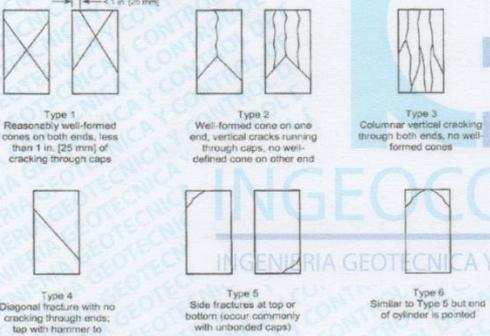


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table **Note 11:**

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.95	0.93	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation*	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm)		
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm)		
Laboratory conditions	3.4 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

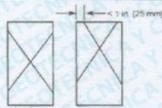
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

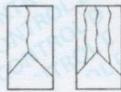
	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		REGISTRO N°: IGC18-LEM-448-14	
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yaplas Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	29/10/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/10/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Fc de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% Fc = 280 kg/cm2	22/10/19	29/10/19	7 días	2	2.03	314 kg/cm2	112.1
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% Fc = 280 kg/cm2	22/10/19	29/10/19	7 días	2	1.97	291 kg/cm2	103.8
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% Fc = 280 kg/cm2	22/10/19	29/10/19	7 días	2	1.97	309 kg/cm2	110.3
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% Fc = 280 kg/cm2	22/10/19	29/10/19	7 días	5	1.96	232 kg/cm2	82.9
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% Fc = 280 kg/cm2	22/10/19	29/10/19	7 días	5	1.98	271 kg/cm2	96.6
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% Fc = 280 kg/cm2	22/10/19	29/10/19	7 días	2	1.98	273 kg/cm2	97.3



Type 1
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



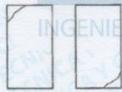
Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D Factor:	1.75	1.50	1.25	1.00
	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions	6.6 %	7.8 %
Field conditions	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		CGC - LEM	
Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:
	M:		M:		M:
	A:		A:		A:
		Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 198029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres

Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190

www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2019
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		REGISTRO N°: IGC18-LEM-448-21	
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	02/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/10/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Fc de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	19/10/19	02/11/19	14 días	2	1.96	283 kg/cm2	93.9
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	19/10/19	02/11/19	14 días	2	1.94	275 kg/cm2	98.2
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm2	19/10/19	02/11/19	14 días	2	1.97	256 kg/cm2	91.3
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% Fc = 280 kg/cm2	19/10/19	02/11/19	14 días	2	1.97	342 kg/cm2	122.3
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% Fc = 280 kg/cm2	19/10/19	02/11/19	14 días	5	1.97	359 kg/cm2	128.2
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% Fc = 280 kg/cm2	19/10/19	02/11/19	14 días	3	1.97	347 kg/cm2	123.9

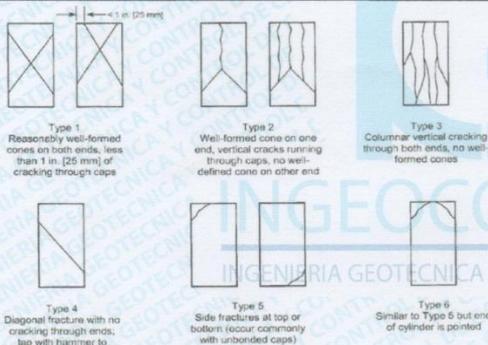


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table **Note 11:**

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation*	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	7.8 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	8.0 %
		9.5 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

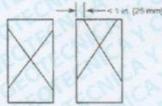
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

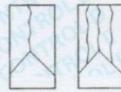
	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		REGISTRO N°: IGC18-LEM-448-22	
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: —		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	05/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 05/11/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% f'c = 280 kg/cm2	22/10/19	05/11/19	14 días	2	2.00	339 kg/cm2	121.0
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% f'c = 280 kg/cm2	22/10/19	05/11/19	14 días	3	1.98	346 kg/cm2	123.7
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% f'c = 280 kg/cm2	22/10/19	05/11/19	14 días	3	1.97	331 kg/cm2	118.4
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% f'c = 280 kg/cm2	22/10/19	05/11/19	14 días	3	1.98	317 kg/cm2	113.2
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% f'c = 280 kg/cm2	22/10/19	05/11/19	14 días	3	1.97	311 kg/cm2	111.1
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% f'c = 280 kg/cm2	22/10/19	05/11/19	14 días	3	1.98	311 kg/cm2	111.0



Type 1
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbordered caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

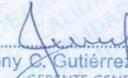
Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

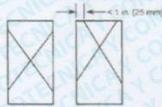
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CCQ - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:		A:
		Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

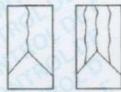
	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		REGISTRO N°: IGC18-LEM-448-24	
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yaplas Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	16/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/10/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Fc de diseño	: 280 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm ²	19/10/19	16/11/19	28 días	5	1.97	310 kg/cm ²	110.6
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm ²	19/10/19	16/11/19	28 días	3	1.97	324 kg/cm ²	115.8
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 280 kg/cm ²	19/10/19	16/11/19	28 días	2	1.97	321 kg/cm ²	114.7
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% Fc = 280 kg/cm ²	19/10/19	16/11/19	28 días	2	2.03	371 kg/cm ²	132.4
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% Fc = 280 kg/cm ²	19/10/19	16/11/19	28 días	6	1.97	362 kg/cm ²	129.3
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 10% Fc = 280 kg/cm ²	19/10/19	16/11/19	28 días	3	1.99	371 kg/cm ²	132.6



Type 1
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4
Diagonal fracture with no cracking through ends, tap with hammer to distinguish from Type 1



Type 5
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



Type 6
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table **Note**

11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	7.9 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %	8.0 %
		9.5 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
			 Jony C. Gutiérrez Albano GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Anexo N° 09: Certificados de ensayos de resistencia a flexión del concreto

	FORMATO		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		REGISTRO N°: IGC18-LEM-448-23	
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		REALIZADO POR	: C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO	: 19/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 19/11/19		TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Fc de diseño	: 280 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% f _c = 280 kg/cm ²	22/10/19	19/11/19	28 días	2	1.97	396 kg/cm ²	141.5
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% f _c = 280 kg/cm ²	22/10/19	19/11/19	28 días	3	1.97	393 kg/cm ²	140.5
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 20% f _c = 280 kg/cm ²	22/10/19	19/11/19	28 días	3	1.96	393 kg/cm ²	140.5
PROBETA N° 01 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% f _c = 280 kg/cm ²	22/10/19	19/11/19	28 días	3	1.98	324 kg/cm ²	115.6
PROBETA N° 02 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% f _c = 280 kg/cm ²	22/10/19	19/11/19	28 días	3	1.95	326 kg/cm ²	116.5
PROBETA N° 03 DISEÑO LADRILLO TRITURADO 30% f _c = 280 kg/cm ²	22/10/19	19/11/19	28 días	3	1.97	331 kg/cm ²	118.3

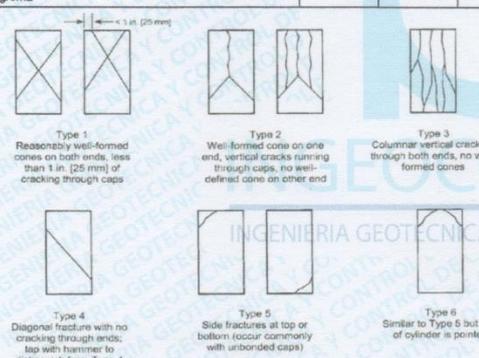


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table *Note 11*:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation*	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions	8.4 %	7.8 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	2.9 %	9.5 %
	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL.

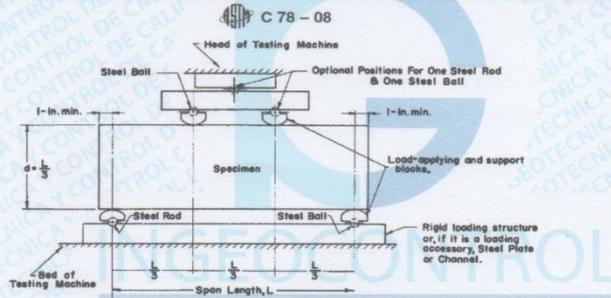
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingocontrol.com / informes@ingocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		REGISTRO N°: IGC19-LEM-448-20	
SOLICITANTE	: Edgar Aquileo Yaplas Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lurigancho - Chosica		FECHA DE ENSAYO :	21/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 21/11/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Prismas de concreto endurecido			
F ^c de diseño	: 280 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
CONCRETO PATRON	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44 kg/cm ²
CONCRETO PATRON	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46 kg/cm ²
CONCRETO CON LADRILLO TRITURADO 10%	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35 kg/cm ²
CONCRETO CON LADRILLO TRITURADO 10%	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35 kg/cm ²
CONCRETO CON LADRILLO TRITURADO 20%	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44 kg/cm ²
CONCRETO CON LADRILLO TRITURADO 20%	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm ²
CONCRETO CON LADRILLO TRITURADO 30%	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm ²
CONCRETO CON LADRILLO TRITURADO 30%	24/10/19	21/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	41 kg/cm ²



Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martin de Porres
 Telf: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo N° 10: Certificados de ensayos químicos en suelos

	FORMATO		Código	AE-FO-118
	ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS, ROCAS Y AGUA		Versión	01
			Fecha	07-08-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		Registro N°:	IGC19-LEM-448-16
Solicitante	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: --		Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL		Fecha de Ensayo:	27/10/19
Material	: Terreno natural		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: --		Profundidad:	1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-2		Norte:	--
N° de Muestra	: M-1		Este:	--
Progresiva	: --		Cota:	--

SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152 / BS 1377-Part 3)	798 p.p.m.
	0.080 %

SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178 / AASHTO T290)	329 p.p.m.
	0.033 %

CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (NTP 339.177 / AASHTO T291)	429 p.p.m.
	0.043 %

OBSERVACIONES:

- * ML - Limo de baja plasticidad color marrón claro, en condición ligeramente húmeda a seca.
- * Según procedimiento de ensayo se fraccionó el suelo por el tamiz N°10
- * Muestra identificada y tomada en campo por personal de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Asanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martin de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Anexo N° 11: Certificados de ensayo de clasificación de suelos

	FORMATO		Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-08-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		Registro N°:	IGC19-LEM-448-16
Propietario	Edgar Aquileo Yapies Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		Muestreado por:	J. Paulino
Código del Proyecto	---		Ensayado por:	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica		Fecha de Ensayo:	18/10/19
Material	Terreno existente		Turno:	Diuño
Código de Muestra	---		Profundidad:	1.50 m
Sondeaje / Calicata	C-1		Norte:	8674229 m
N° de Muestra	M-1		Este:	289083 m
Progresiva	---		Cota:	---

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	98.5	
N° 10	2.000	95.1	
N° 20	0.840	90.4	
N° 40	0.425	85.3	
N° 60	0.250	78.5	
N° 100	0.150	67.8	
N° 140	0.106	56.9	
N° 200	0.075	48.0	

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.2
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	1.5
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	50.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	48.0

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	
CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM Arena limosa color marrón claro de finos no plásticos en condición parcialmente húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

GRÁFICO DE FLUIDEZ	
% HUMEDAD	59
	54
	49
	44
	39
	34
	29
	24
	19
	14
	10
Numero Golpes	

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

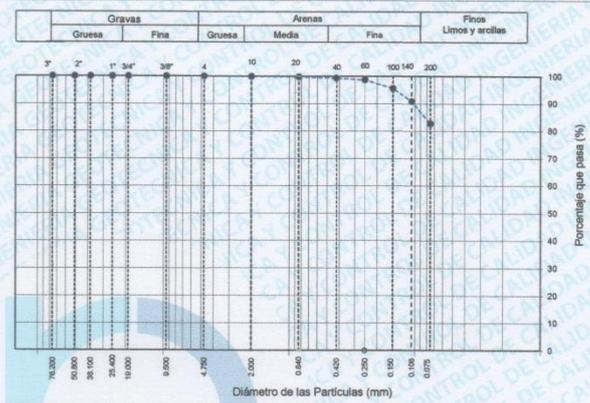
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
		Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martin de Porres
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	FORMATO		Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1

Proyecto	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-448-17
Propietario	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde	Muestreado por :	J. Paulino
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica	Fecha de Ensayo:	18/10/19
Material	: Terreno existente	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	1.50 m
Sondeaje / Calicata	: C-2	Norte:	8673622 m
N° de Muestra	: M-1	Este:	289560 m
Progresiva	: ---	Cota:	---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
3/8"	9.500	100.0	
N° 4	4.750	100.0	
N° 10	2.000	100.0	
N° 20	0.840	99.8	
N° 40	0.425	99.4	
N° 60	0.250	98.8	
N° 100	0.150	95.7	
N° 140	0.106	90.9	
N° 200	0.075	82.7	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	ML Limo de baja plasticidad con arena color marrón claro en condición parcialmente húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

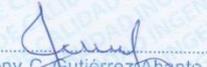
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	17.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	82.7

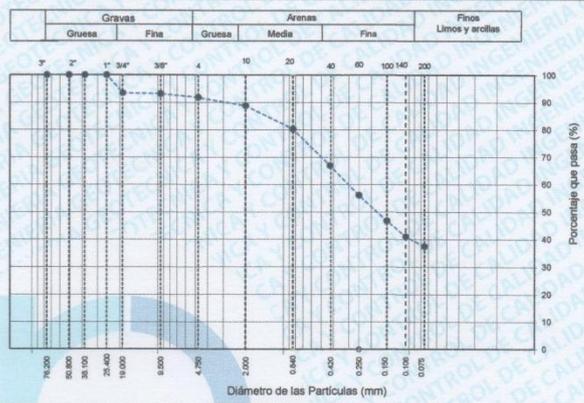
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	ML
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (I)
NOMBRE DEL GRUPO	Limo de baja plasticidad con arena

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:  	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		CQC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
			M:
			A:

	FORMATO		Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-06-2018
			Página	1 de 1

Proyecto : Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019 Registro N°: IGC19-LEM-448-18
Propietario : Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde Muestreado por : J. Paulino
Ubicación de Proyecto : Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica Ensayado por : J. Gutiérrez
Material : Terreno existente Fecha de Ensayo: 18/10/19
Turno: Diurno
Código de Muestra : --- Profundidad: 1.70 m
Sondaje / Calicata : C-3 Norte: 8672999 m
N° de Muestra : M-1 Este: 290040 m
Progresiva : --- Cota: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	93.4	
3/8"	9.500	93.1	
N° 4	4.750	91.8	
N° 10	2.000	88.9	
N° 20	0.840	80.4	
N° 40	0.425	67.1	
N° 60	0.250	56.2	
N° 100	0.150	46.8	
N° 140	0.106	41.1	
N° 200	0.075	37.5	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.8
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SM Arena limosa con finos no plásticos color marrón claro en condición parcialmente húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	tamizado integral
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



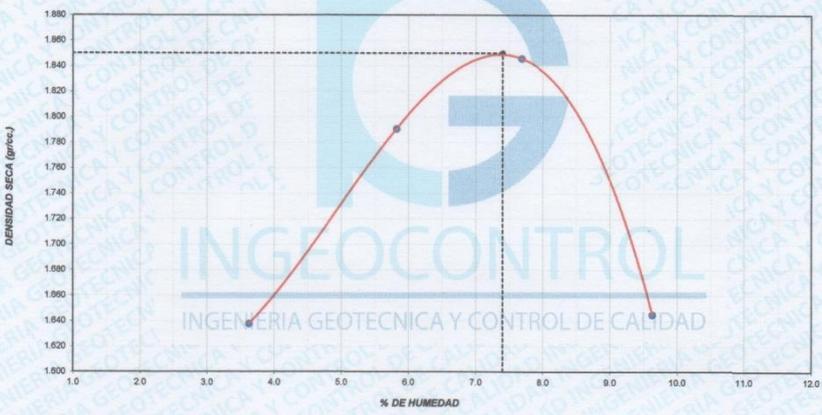
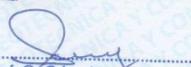
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	8.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	54.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	37.5

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:  	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi Q. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:	CGC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:

Anexo N° 12: Certificados de ensayo de Proctor modificado para CBR

	INFORME		Código	AE-FO-15							
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01							
			Fecha	30-04-2018							
			Página	1 de 3							
Proyecto	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019		Registro N°:	IGC19-LEM-448-19							
Propietario	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde		Muestreado por :	J. Torres							
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	J. Paulino							
Ubicación de Proyecto	: Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica		Fecha de Ensayo:	11/11/19							
Material	: Terreno Natural		Turno:	Diurno							
Identificación	: Terreno Natural		Profundidad:	0.00 - 1.50							
Procedencia	: C-2		Norte:	---							
N° de Muestra	: M-1		Este:	---							
Progresiva	: ---		Cota:	---							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883											
Volumen Molde		2123	cm ³								
Peso Molde		6292	gr.								
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4						
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.697	1.895	1.988	1.804						
Contenido de agua	%	3.6	5.8	7.7	9.6						
Densidad Seca	gr/cc	1.638	1.791	1.846	1.645						
Densidad Máxima Seca:		1.850 gr/cm³.		Contenido Humedad Optima:		7.40 %					
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA											
											
OBSERVACIONES:											
* Muestra provista e identificada por el solicitante											
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL											
* ---											
INGEOCONTROL SAC											
TECNICO LEM		D:		JEFE LEM		D:		CQC - LEM		D:	
Nombre y firma:		M:		Nombre y firma:		M:		Nombre y firma:		M:	
		A:		 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:	
Mz B Lote11, Urb. Ampliación Los Portales de Chavin 4ta Etapa, San Martín de Porres Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com											

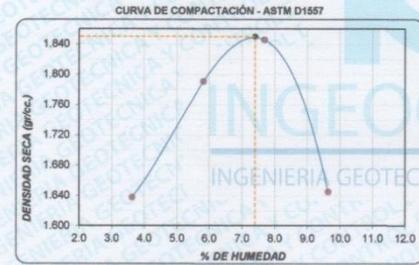
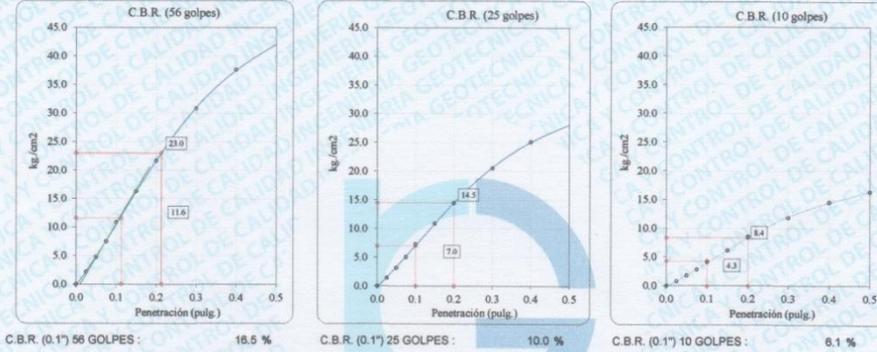
	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto	: Utilización de Ladrillo Triturado en el diseño de Pavimento Rígido para la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-448-19
Propietario	: Edgar Aquileo Yapias Ortega / Alexander Kevin Sanchez Conde	Muestreado por :	J. Torres
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica	Fecha de Ensayo:	15/11/19
Material	: Terreno Natural	Turno:	Diurno
Identificación	: Terreno Natural	Profundidad:	0.00 -1.50 m
Procedencia	: C-2	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.850 g/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.758 g/cm³
Optimo Contenido de Humedad : 7.40 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 16.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 10.0 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 21.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 13.8 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
- * ---

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		CQC - LEM	
		Nombre y firma:	M:
			A:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Anexo N° 14: Certificados de calibración de equipos de laboratorio y topografía



GEOINSO
Geomatic Instruments Solutions

Gerente General	Enrique Montero 978 069 882
Jefe Técnico	Alberto Narvaez 980 436 644

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE

N°	2953/EM
-----------	----------------

Nuevo **Calibración** Mantenimiento Reparación Garantía



IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Señores : JESUS ANGEL TORRES CORTEZ
Ruc ó Dni : 41262140

IDENTIFICACION DEL INSTRUMENTO

Instrumento : ESTACION TOTAL
Marca : NIKON Modelo : NPR-332 Serie : 020628
Código de Cliente : ET-04

CONDICIONES DE VERIFICACION Y CONDICIONES AMBIENTALES

Lugar de Calibracion : Talleres de mecanica de Precisión y Óptica GEOINSO S.A.C
Vencimiento de Garantía : 13 de Mayo de 2020
Temperatura : 20 °C con variaciones que no excedieron ± 0.5 °C

ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Lectura en pantalla : 5"
Incertidumbre estandar según DIN 18723 : 1"
Precisión del distanciómetro : ±(3+2ppm x D)mm

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACION

Equipo patrón utilizado : Set Colimador Marca SOUTH, Modelo f420-3, con Certificado de Calibración N°423-09-2019

RESULTADOS DEL AJUSTE Y VERIFICACION

VERIFICACION DE ESTACION TOTAL

Error vertical : (**OK** / Ajustado)
Verticalidad del telescopio : (**OK** / Ajustado)
Doble centro : (**OK** / Ajustado)
Plomada óptica : (**OK** / Ajustado)

Excentricidad círculo vertical y horizontal

Lecturas

Ang. Vertical
Izquierda
Derecha

90°	89°	59°	60°
+30°	60°	8'	27°
+30°	299°	51'	33°
	359°	59'	60°
Izq.	0°	00'	00''

270°	270°	00'	00°
-30°	120°	8'	30°
-30°	239°	51'	30°
	359°	59'	60°
Der.	180°	00'	00''

Áng. Hz.

Izq.

Der.

Vertical (**OK** / 5 err. centrado) Horizontal (**OK** / 6 err. centrado)

VERIFICACION DEL DISTANCIOMETRO

Medida Inicial (metros)	Diferencia Medida Patron Medida Inicial	Medida patrón (metros)	Medida Corregida (metros)	Diferencia Medida Patron Medida Corregida
4.7926	0	4.7926	-	-
9.3626	0.0002	9.3628	-	-
13.5553	0.0001	13.5554	-	-

Observaciones:

1. Antes del ajuste el instrumento indicaba : Ang. Vertical 8° Ang. Horizontal 7°

El cliente es responsable de recalibrar el instrumento a intervalos que estime apropiados

Este documento no puede ser reproducido en forma parcial ni total sin la autorización de GEOINSO S.A.C.

Dpto. de Servicio Técnico	Gerencia	Fecha de Calibracion	Central Lima
 ALBERTO NARVAEZ JEFE TÉCNICO	 ENRIQUE MONTERO GERENTE GENERAL	13 de Noviembre de 2019	Jr. Genimís 706, Urb. Mercurio, Los Olivos
		Fecha de Vencimiento	
		13 de Mayo de 2020	Email: Geoinso@gmail.com

Este documento solo certifica y ofrece garantía por la calibración de el equipo.

GEOINSO S.A.C.
20603134681

SOMOS ESPECIALISTAS EN



Gerente General	Enrique Montero 978 069 882
Jefe Técnico	Alberto Narvaez 980 436 644

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

N°	2953/EM
-----------	----------------

Nuevo **Calibración** *Mantenimiento* *Reparación* *Garantía*

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Señores : JESUS ANGEL TORRES CORTEZ
Ruc ó Dni : 41262140

IDENTIFICACION DEL INSTRUMENTO

Instrumento : NIVEL AUTOMATICO Modelo: **AT-B4** Serie : **X36188**
Marca : **TOPCON**
Código de Cliente : **ET-04**

CONDICIONES DE VERIFICACION Y CONDICIONES AMBIENTALES

Lugar de Calibracion : Talleres de mecanica de Precisión y Óptica GEOINSO S.A.C
Vencimiento de Garantia : **13 de Mayo de 2020**
Temperatura : 20 °C con variaciones que no excedieron ± 0.5 °C

ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Precisión angular limbo horizontal : **2 mm**
Incertidumbre estándar : **1°**

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACION

Equipo patrón utilizado : Set Colimador Marca SOUTH, Modelo f420-3, con Certificado de Calibración N° DKM1 de KERN.

RESULTADOS DEL AJUSTE Y VERIFICACION

Nivel Circular : (**OK** / Ajustado _____)
Compensador : (**OK** / Ajustado _____)
Alineación del Reticulo : (**OK** / Ajustado _____)



90°00'00"	90°00'00"	0.0"	2mm/Km
-----------	-----------	------	--------

Observaciones:

El cliente es responsable de recalibrar el instrumento a intervalos que estime apropiados
Este documento no puede ser reproducido en forma parcial ni total sin la autorizacion de GEOINSO S.A.C.

Dpto. de Servicio Técnico	Gerencia	Fecha de Calibracion	Central Lima
 ALBERTO NARVAEZ JEFE TÉCNICO	 ENRIQUE MONTERO GERENTE GENERAL	13 de Noviembre de 2019	Jr. Geminis 706, Urb. Mercurio, Los Olivos
		Fecha de Vencimiento	
		Email: Geoinso@gmail.com	

GEOINSO S.A.C.
20603134681

SOMOS ESPECIALISTAS EN





PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA -	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance de indicación	0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.	
División de Escala / Resolución	0.01 mm / 0.0005 pulg.	
Marca	UBERMAN	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 245 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo	PRENSA CBR	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad	5000 kgf	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	RUMISTON	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	LF-037	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Modelo	315X5	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente **800-2019**
2. Solicitante **INGEOCONTROL S.A.C.**
3. Dirección **MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA LIMA - SAN MARTIN DE PORRES**
4. Equipo **HORNO**
 - Alcance Máximo **300 °C**
 - Marca **PERUTEST**
 - Modelo **PT-H**
 - Número de Serie **0105**
 - Procedencia **PERÚ**
 - Identificación **NO INDICA**
 - Ubicación **NO INDICA**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2019-02-13**

Fecha de Emisión **Jefe del Laboratorio de Metrología**

2019-02-15


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

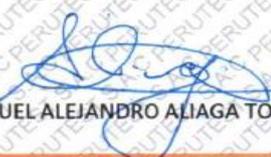
1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR CUADRANTE (DIAL)	
Alcance de indicación	0 pulg. a 1.00 pulg.	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
División de Escala / Resolución	0.001 pulg.	
Marca	INSIZE	
Modelo	2307-1	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	LL-036	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Tipo de indicación	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	: 2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. Expediente | 800-2019 |
| 2. Solicitante | INGEOCONTROL S.A.C. |
| 3. Dirección | MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRONICA |
| Capacidad Máxima | 600 g |
| División de escala (d) | 0.01 g |
| Div. de verificación (e) | 0.1 g |
| Clase de exactitud | III |
| Marca | OHAUS |
| Modelo | SE602F |
| Número de Serie | B824537017 |
| Capacidad mínima | 0.2 g |
| Procedencia | U.S.A. |
| Identificación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Calibración | 2019-02-13 |

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-106-2019**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC
 Atención : INGEOCONTROL SAC
 Lugar de calibración : Calle 16. Mz. B lote 11 Urb. Ampliación los Portales de Chavin 4° Etapa - SMP.
 Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica
 Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)
 División de escala : 0.1 kN
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Modelo : No Indica.
 N° de serie del equipo : PC 001 Código : LC-001
 Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
 N° de serie lector digital : 1887-1-00082
 Procedencia : USA
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,6°C / 64%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,7°C / 64%
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2019-10-25

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-10-28	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

Anexo N° 07: Panel fotográfico

Figura N° 23: *Levantamiento topográfico con estación total marca NIKON*



Fuente: Propia

Figura N° 24: *Levantamiento topográfico progresiva 0+000*



Fuente: Propia

Figura N° 25: *Levantamiento topográfico progresiva 0+750*



Fuente: Propia

Figura N° 26: *Colocación del prisma en el punto E y F*



Fuente: Propia

Figura N° 27: *Colocación del prisma en el punto F*



Fuente: Propia

Figura N° 28: *Levantamiento topográfico tramo final*



Fuente: Propia

Figura N° 29: *Calicata 01 (1.20m x 1.20m x 1.50m) – Av. Las Torres*



Fuente: Propia

Figura N° 30: *Excavación de calicata C-01 - Profundidad 1.00 m*



Fuente: Propia

Figura N° 31: *Excavación de calicata C-01 - Profundidad 1.50 m*



Fuente: Propia

Figura N° 32: *Extracción de las muestras de la calicata 01*



Fuente: Propia

Figura N° 33: Calicata 02 (1.20m x 1.20m x 1.50m) – Av. Las Torres



Fuente: Propia

Figura N° 34: Medida de la profundidad de la calicata 02



Fuente: Propia

Figura N° 35: *Calicata 03 (1.20 x 1.20 x 1.50) – Av. Las Torres*



Fuente: Propia

Figura N° 36: *Extracción de las muestras de la calicata 03*



Fuente: Propia

Figura N° 37: *Conteo Vehicular en el paradero las moras, la Av. Las Torres – Turno mañana*



Fuente: Propia

Figura N° 38: *Conteo vehicular en el paradero las moras, Av. Las Torres – Turno tarde*



Fuente: Propia

Figura N° 39: *Ensayo granulométrico del agregado fino (arena gruesa)*



Fuente: Propia

Figura N° 40: *Ensayo físico del agregado grueso (piedra chancada)*



Fuente: Propia

Figura N° 41: *Ensayo granulométrico del agregado fino (ladrillo triturado)*



Fuente: Propia

Figura N° 42: *Peso unitario de los agregados naturales (fino y grueso)*



Fuente: Propia

Figura N° 43: *Peso unitario del agregado fino (ladrillo triturado)*



Fuente: Propia

Figura N° 44: *Muestra del ladrillo triturado*



Fuente: Propia

Figura N° 45: Muestras de suelo para ensayo de CBR



Fuente: Propia

Figura N° 46: Ensayo de Proctor Modificado para CBR



Fuente: Propia

Figura N° 47: *Ensayo de Valor de Soporte de California (CBR)*



Fuente: Propia

Figura N° 48: *Diseño de mezcla del concreto para pavimento*



Fuente: Propia

Figura N° 49: *Probetas diseño de mezcla Patrón*



Fuente: Propia

Figura N° 50: *Probetas - Diseño de mezcla con ladrillo triturado 10%*



Fuente: Propia

Figura N° 51: *Probetas – Diseño de mezcla con ladrillo triturado 20%*



Fuente: Propio

Figura N° 52: *Probetas – Diseño de mezcla con ladrillo triturado 30%*



Fuente: Propio

Figura N° 53: *Diseño de mezcla para muestras en vigas*



Fuente: Propio

Figura N° 54: *Chuce de muestras en vigas*



Fuente: Propio

Figura N° 55: *Diseño de mezcla patrón y con ladrillo triturado 10% en vigas*



Fuente: Propia

Figura N° 56: *Diseño de mezcla patrón y con ladrillo triturado 20% y 30% en vigas*



Fuente: Propia

Figura N° 57: *Colocación de Probeta en el equipo de compresión de testigos*



Fuente: Propia

Figura N° 58: *Rotura de probeta a los 7 días*



Fuente: Propia

Figura N° 59: Rotura de probetas a los 14 días



Fuente: Propia

Figura N° 60: Rotura de probetas a los 28 días



Fuente: Propia

Figura N° 61: *Muestra de los agregados en la probeta*



Fuente: Propia

Figura N° 62: *Apunte de datos de la rotura de probetas*



Fuente: Propia

Figura N° 63: Colocación de la Viga



Fuente: Propia

Figura N° 64: Rotura de Vigas 28 días



Fuente: Propia