



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de
acero para estacionamiento, empresa de transporte, San
Antonio, Huarochiri, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Cueva Torres, Bryan Ricardo (0000-0002-2393-1823)

Sulca Pablo, Ricardo Faustino (0000-0002-1979-6091)

ASESOR:

Mg. Luis Humberto Díaz Huiza (0000-0003-1304-5008)

Dra. María Ysabel García Álvarez (0000-0001-8529-878X)

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA-PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se lo dedico primeramente a Dios por ser guía y fortaleza durante mi etapa universitaria. Además, con mucho cariño a mis padres, Faustino y Máxima por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios universitarios, por el apoyo constante y el aliento en todo momento de mi carrera profesional.

Agradecimiento

A mis padres Simion y Luz por brindarme el apoyo constante y el aliento en todo momento de mi carrera profesional. A mis docentes de la universidad por brindarnos sus conocimientos durante nuestra etapa universitaria.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
	1.1 Realidad problemática.....	2
	1.2 Trabajos previos	3
	1.3 Teorías relacionadas al tema.	9
	1.3.1 Pavimento.....	9
	1.3.2 Clasificación de los pavimentos.....	10
	1.3.3 Transferencia de Carga en Pavimentos	12
	1.3.4 Metodología de diseño	14
	1.3.6. Concreto y sus propiedades físicas y mecánicas.....	23
	1.3.7. Propiedades del concreto	26
	1.3.8. Diseño de mezcla de concreto.....	33
	1.4 Formulación del problema.....	37
	1.4.1 Problema general	37
	1.4.2 Problemas específicos	38
	1.5 Justificación del estudio.....	38
	1.6 Objetivo	39
	1.7 Hipótesis.....	39
II.	MÉTODO	41
	2.1 Diseño de la investigación.....	42
	2.2 Variables, Operacionalización	43
	2.3 Población y muestra.....	46
	2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	46
	2.5. Métodos de Análisis de Datos:.....	48
	2.6. Aspectos éticos:.....	49

III.	RESULTADOS.....	50
	3.1 Análisis de Resultados.....	51
	3.2 Ensayos para la clasificación de los suelos	52
	3.3. Ensayos para obtención de C.B.R.....	60
	3.4 Diseño de mezcla $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ empleando el método ACI.....	64
	3.5 Propiedades Mecánicas a la Compresión y Flexión con Incorporación de Viruta de Acero Bonificado de $\frac{1}{2}$ " a 3kg y 5 kg.	73
	3.6 Diseño de Losa	86
IV.	DISCUSION	94
V.	CONCLUSION	98
VI.	RECOMENDACIONES	101
VII.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	103
	ANEXOS	107

Índice de Tablas

Tabla 1 Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t	16
Tabla 2 Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t	16
Tabla 3 Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t	16
Tabla 4 Índice de Servicialidad Inicial y Final, Diferencia de servicialidad	17
Tabla 5 Valores recomendados para Confiabilidad y Desviación Estándar, para 20 años	18
Tabla 6 Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico	19
Tabla 7 Valores de Transmisión de Carga J	20
Tabla 8 Características Mecánicas de las Fibras	21
Tabla 9 Compuestos del Cemento Portland.....	25
Tabla 10 Análisis Granulométrico del Agregado Fino	26
Tabla 11 Clases de mezcla según su rendimiento	29
Tabla 12 Tolerancia de tiempo para realizar el ensayo de resistencia.....	31
Tabla 13 Cálculo de la resistencia promedio (f'_c).....	33
Tabla 14 Cálculo de asentamiento según tipo de consistencia del concreto	34
Tabla 15 Asentamiento recomendado para diversos tipos de obras.....	34
Tabla 16 Volumen unitario de agua (Lt/m ³)	35
Tabla 17 Contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado	35
Tabla 18 Relación agua / cemento.....	36
Tabla 19 Volumen del agregado grueso por metro cúbico del concreto	36
Tabla 20 Estimación del peso del concreto	37
Tabla 21 Análisis Granulométrico por Tamizado.....	53
Tabla 22 Resultados de los Ensayos de Contenido de Humedad – ASTM D2216	54

Tabla 23 Resultados de los Ensayos de Límites de Consistencia – ASTM D4318	55
Tabla 24 Resultados de los Ensayos de Clasificación de Suelos por AASHTO y SUCS	56
Tabla 25 Análisis Granulométrico del Agregado Fino	57
Tabla 26 Características Físicas de la Muestra de Agregado Fino	58
Tabla 27 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso HUSO 56	58
Tabla 28 Características Físicas de la Muestra de Agregado Grueso	59
Tabla 29 Ensayo de Compactación – Proctor Modificado para CBR	60
Tabla 30 Cálculo de la Relación de Soporte de CBR	62
Tabla 31 Contenido de Información de Agregado Fino - Agregado Grueso.....	64
Tabla 32 Tabla para hallar el Límite de Resistencia y Resistencia Promedio	65
Tabla 33 Tabla para hallar el Slump de Concreto para Pavimentos	65
Tabla 34 Tabla para hallar el Slump de Concreto para pavimentos.....	66
Tabla 35 Tabla para hallar el Volumen Unitario de Agua	66
Tabla 36 Tabla para hallar la Relación agua / cemento para Diseño de Mezcla 280 Kg/cm ²	67
Tabla 37 Tabla para hallar la relación agua / cemento para Diseño de Mezcla 280 Kg/cm ²	68
Tabla 38 Tabla con datos de peso en seco de materiales agua, cemento, agregado grueso	69
Tabla 39 Tabla con datos para Diseño corregido de 280 kg/cm ²	70
Tabla 40 Proporción en Peso	70
Tabla 41 Granulometría para agregados de Diseño con incorporación de Viruta de Acero de ½” a 3 Kg.	71
Tabla 42 Tabla con datos corregidos para diseño con incorporación viruta de acero de ½” a 3Kg.....	71

Tabla 43 Proporción en Peso	71
Tabla 44 Granulometría para agregados de Diseño con incorporación de viruta de acero bonificada de ½” a 5 Kg.....	72
Tabla 45 Tabla con datos corregidos para diseño con incorporación viruta de acero bonificada de ½” a 5Kg.....	72
Tabla 46 Proporción en Peso	73
Tabla 47 Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 días.....	74
Tabla 48 Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 edades.....	75
Tabla 49 Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 días.....	75
Tabla 50 Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 edades	75
Tabla 51 Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 días.....	76
Tabla 52 Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 edades.....	76
Tabla 53 Tabla de comparación de f’c de compresión de diseño patrón y agregado de viruta ½” al 3% y 5%	77
Tabla 54 Tabla de comparación de f’c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta ½” a 3kg.....	78
Tabla 55 Tabla de comparación de f’c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta ½” a 5kg.....	79
Tabla 56 Resultados de ensayo para resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 edades.....	81
Tabla 57 Resultados promedio de resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 edades	81

Tabla 58 Resultados de ensayo para resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días.....	82
Tabla 59 Resultados de promedio de resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días.....	82
Tabla 60 Resultados de ensayo para resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días.....	82
Tabla 61 Resultados de promedio de resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días.....	82
Tabla 62 Tabla de resultados de ensayo a flexión de diseño con agregado de viruta bonificada de ½” a 3kg y 5kg.....	83
Tabla 63 Tabla de comparación de f’c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta ½” a 3kg.....	84
Tabla 64 Tabla de comparación de f’c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta ½” a 3kg.....	85
Tabla 65 Tabla de ensayos de suelos.....	85
Tabla 66 Tabla de dimension de losa.....	92

Índice de Figuras

<i>Figura 1:</i> Modo de fallas de probetas cilíndricas sin fibras y fibroreforzadas sometidas a tracción indirecta	3
<i>Figura 2:</i> Distribución de peso en un pavimento flexible y pavimento rígido	10
<i>Figura 3:</i> Corte Transversal de un pavimento rígido	11
<i>Figura 4:</i> Corte Transversal de un pavimento asfáltico	11
<i>Figura 5:</i> Pavimento de Concreto en la Av. Venezuela (Perú, 1922)	12
<i>Figura 6:</i> Construcción de la Vía Expresa, (Perú, 1968)	12
<i>Figura 7:</i> Estado del Pavimento	17
<i>Figura 8:</i> Concreto con incorporación de viruta	21
<i>Figura 9:</i> Viruta de acero Bonificado obtenido empresa metalmecánica	23
<i>Figura 10:</i> Componentes del Concreto	25
<i>Figura 11:</i> Identificar las probetas antes de refrentarlas	31
<i>Figura 12:</i> Tipos de roturas de probeta para ensayos de Compresión	32
<i>Figura 13:</i> Mapa – Ubicación del Proyecto	51
<i>Figura 14:</i> Entrada de Vehículos a Empresa de Transporte San Ignacio S.A	52
<i>Figura 15:</i> Gráfico de Análisis granulométrico por tamizado	53
<i>Figura 16:</i> Gráfico de granulometría de agregado fino dentro de los límites	57
<i>Figura 17:</i> Gráfico de granulometría de agregado grueso HUSO 56 dentro de los límites	59
<i>Figura 18:</i> Curva de compactación ASTM D1557	61
<i>Figura 19:</i> C.B.R. (0.1") 56 golpes 128%	63
<i>Figura 20:</i> C.B.R. (0.1") 25 golpes 89.6%	63
<i>Figura 21:</i> C.B.R. (0.1") 12 golpes 29.9%	63
<i>Figura 22:</i> Curva de C.B.R. vs Densidad	64
<i>Figura 23:</i> Dimensiones de cono para ensayo de rotura	74

<i>Figura 24:</i> Grafico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 3kg y 5kg	77
<i>Figura 25:</i> Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 3kg.	78
<i>Figura 26:</i> Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 5kg.	80
<i>Figura 27:</i> Grafico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 3kg y 5kg.	84
<i>Figura 28:</i> Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 3kg.....	85
<i>Figura 29:</i> Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 5kg.....	86
<i>Figura 30:</i> Calculo de espesor de losa de concreto.	86
<i>Figura 31:</i> Calculo de espesor de losa de concreto.	86
<i>Figura 32:</i> Calculo de espesor de losa de concreto.	90
<i>Figura 33:</i> Calculo de espesor de losa de concreto.	91

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar las propiedades físicas que obtiene el concreto en el diseño de losa de concreto para estacionamiento mediante la incorporación de viruta de acero Bonificada, en el estacionamiento empresa de transportes San Ignacio S.A. , ubicada en el distrito de San Antonio de Jicamarca, proyectándonos en los factores de costo y tiempo en la ejecución, con la intención de obtener y demostrar las mejoras proporcionadas a través de la incorporación de la viruta de acero Bonificada en el diseño de losa en comparación a un pavimento convencional. Se realizaron los ensayos necesarios en los agregados para determinar la resistencia de un concreto patrón de 280kg/cm² y posteriormente en un concreto incorporando viruta de acero bonificada en una dosificación de 3kg y 5kg por m³ en probetas y viguetas, se ensayaron a los 3 días, 14 días y 28 días, respectivamente, obteniendo así una comparación entre estas.

Finalmente, se concluye que en una dosificación de 3kg/m³ aumenta considerablemente el comportamiento mecánico del concreto ante la resistencia a la compresión y flexión; estos factores contribuyen a la resistencia de la losa lo que a su vez influye en un menor espesor y por ende a un menor volumen de concreto a emplear en la elaboración de la misma.

Palabras claves: Pavimento rígido, Propiedades Mecánicas, viruta de acero, ASSTHO 93.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the physical properties that concrete obtains in the design of concrete slab for parking by incorporating Bonified steel shavings, in the parking lot Empresa de Transportes San Ignacio S.A. , located in the district of San Antonio de Jicamarca, projecting on the factors of cost and time in the execution, with the intention of obtaining and demonstrating the improvements provided through the incorporation of the Bonified steel chip in the design of slab in comparison to a conventional pavement. The necessary tests were carried out on the aggregates to determine the resistance of a standard concrete of 280kg / cm² and later on a concrete incorporating steel chip bonded in a dosage of 3kg and 5kg per m³ in test tubes and joists, they were tested at 3 days, 14 days and 28 days, respectively, thus obtaining a comparison between them.

Finally, it is concluded that in a dosage of 3kg / m³ the mechanical behavior of the concrete considerably increases in the resistance to compression and bending; These factors contribute to the strength of the slab which in turn influences a smaller thickness and therefore a smaller volume of concrete to be used in the elaboration of the same.

Keywords: Rigid pavement, Mechanical Properties, steel shavings, AASHTO 93.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática.

En la actualidad la incorporación de nuevos materiales como adiciones para la elaboración del concreto ha ido evolucionando, se le ha ido adicionando distintos elementos todo esto con la finalidad de obtener mejoras en los elementos que se vayan a construir en él.

El concreto es un material empleado en la construcción de un pavimento rígido, se menciona esto porque es el principal componente del pavimento y ese se presenta las fallas, las cuales son generadas por diferentes factores propios.

Los pavimentos rígidos actualmente se construyen con concreto tradicional, sin adiciones que mejoren su resistencia. Y esto con el tiempo puede generar que el pavimento presente fallas como fisuras o deterioro del concreto, debido a la falta de la resistencia al impacto, fatiga y ductilidad.

Lo que se busca conseguir con estos materiales es mejorar la reacción del concreto ante los diferentes factores que podrían afectar en su tiempo de vida, el concreto por su resistencia es considerado el elemento principal para la construcción a nivel mundial. Para ello algunos le agregan materiales resistentes como lo son la fibra de acero, polipropileno, y la incorporación de virutas de acero ya que estos materiales han demostrado brindar mayor resistencia al concreto sometido a flexión, tracción y compresión.

Las circulaciones de vehículos sobre las carreteras cada vez más van en aumento debido a que es medio de transporte masivo y uno de los principales medios de transporte tanto como del uso particular, privado o público, así como también el transporte de carga. Motivo por el que un inversionista o propietario considera que tipo de pavimento deberá considerar para la construcción, así como las capacidades de carga que deberá soportar y sin olvidar los aspectos económicos a los que se encuentran ligados.

En este caso, tenemos una Empresa de Transporte ubicado en el distrito de San Antonio de Jicamarca Provincia de Huarochirí. Cuenta con un área de terreno de 5000 metros cuadrados, donde se instalará un pavimento rígido que se compone de una malla de acero de 3/8" y F'c de 280 kg/cm² de concreto armado con un sistema de juntas de construcción compuesto de dowells de varillas de

acero lisos. Se busca optimizar el costo de ejecución mediante un nuevo diseño que reemplace el uso de la malla de acero corrugado y permita el vaciado de paños continuos donde se mantengan o mejoren las prestaciones del pavimento en el aspecto técnico y económico.



Figura 1: Modo de fallas de probetas cilíndricas sin fibras y fibrorreforzadas sometidas a tracción indirecta

1.2 Trabajos previos

Tomando como referencia de investigación tanto experimental como teórica con virutas de acero y fibras de acero para nuestra variable residuo metálico triturado y para otra variable propiedades mecánicas del concreto lo que se encontró fueron los siguientes:

1.2.1 Antecedentes nacionales

Montalvo (2015) en su tesis “Pavimento rígido reforzado con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, presenta como objetivo realizar un comparativo de pavimentos rígidos, entre diseños de concreto simple, concreto reforzado con mallas de acero y concreto incorporado con fibras de acero; además contrasta el método de diseño, procedimiento constructivo y los costos de realizar el pavimento con cada una de los diseños propuestos. La muestra fue establecida como una losa industrial de pavimento rígido con la aplicación de concreto y sus variaciones en el diseño de dicha losa, verificando el diseño que optimice la ejecución, costos y recursos a través de un proyecto real. Se obtuvieron como resultados que el método de diseño por el PCA presento valores no tan precisos en comparación al diseño por el TR-34, la incorporación de fibras favorecen la resistencia y por ende la vida útil del pavimento, el procedimiento constructivo es más sencillo y genera un mayor ahorro de tiempo, por último el pavimento fibro reforzado redujo el espesor de la

losa lo que conlleva a un menor volumen de concreto, proyectando un ahorro del 13% en el costo y un menor tiempo de ejecución en su construcción en comparación a los diseños tradicionales de losas con concreto y mallas de acero.

Chahua, S. J. y Huayta, O. P. (2018) en su tesis titulada “Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro-huachipa-lima” tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas al adicionar fibra sintética Barchip MQ58, buscando optimizar el costo y tiempo de ejecución de un pavimento. Se determinó un concreto patrón cuya resistencia fue 280 kg/cm², luego adicionando las fibras sintéticas en cantidad de 1kg, 3kg y 4kg en viguetas y probetas. En la dosificación de 4kg/m³, tuvieron una variación de 105.35 % a los 3 días, con respecto al concreto patrón y una variación de 9.98% a los 14 días. Deduciendo así que un aumento en la proporción de fibra genera una mayor resistencia a compresión, pasando los valores establecidos. Con dosificación de 3kg/m³ obtenida a los 3 días y 14 días, obtuvieron una variación de 36.15% a los 3 días a diferencias del concreto sin fibra (patrón) y una variación de 4.36% a los 14 días respectivamente. Se concluyó que una dosificación de 4kg/m³ aumenta la resistencia a la compresión y flexión del concreto considerablemente.

Muñoz, A. G. y Pacheco, D. D. (2018) en su tesis titulada “Estudio para la optimización del diseño de un concreto autocompactante reforzado con fibra de acero” tuvo como objetivo establecer un diseño de mezcla óptimo para un concreto adicionado con fibra de acero y de una resistencia moderada, modifico el porcentaje de fibra añadida y comparo las variaciones en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, elevando su resistencia y reduciendo su fisuración a través de ensayos en laboratorio. Aplico la metodología del ACI para el diseño de mezcla con 3 relaciones a/c de 0.45, 0.50 y 0.55 y con un solo tipo de agregado, desarrolló 7 diseños con una sola relación agua/cemento variando fibra (kg por m³), redujeron la cantidad de fibra mediante la evaluación de las resistencias: compresión, tracción, flexión y retracción libre; para evaluar las propiedades del concreto auto-compactante en estado fresco se realizó los siguientes ensayos; (ASTM C 1611) ensayo de fluidez de asentamiento, ensayos a compresión (ASTM C39) a edades 3, 7 y 28 días, ensayos a tracción por compresión diametral

(ASTM C496) a edades 7, 14, y 28, ensayo a flexión (ASTM C78) a edades 7 y 28 días y ensayo a retracción libre a edades 3, 7, 14, 28 y 90 días (ASTM C490). Se obtuvo como resultado que el concreto auto-compactante fibro-reforzado #5 con adición de 60 kg de fibra por m³ presentó un mejor desempeño no obstante no justificaba su costo por lo cual se estableció que el CONCRETO AUTO-COMPACTANTE FIBRO-REFORZADO #1 de 20kg por m³ es el diseño con mejor optimización, mejorando su compresión en 27%, flexión en 7%, tracción en 27% y retracción en 30%.

Pacheco (2016) en su tesis de pregrado titulada “Resistencia a compresión axial del concreto $F'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades” presentó como objetivo determinar la influencia en la resistencia a compresión axial del concreto incorporando 2%, 4% y 8% de viruta de acero a distintas edades; su metodología de diseño sostuvo un concreto cuya resistencia fue de $F'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ e incorporando un 2%, 4% y 6% de virutas de acero ensayadas a los 7, 14 y 28 días, obteniendo como resultado que la adición del 2% de virutas de acero presentó una resistencia de $F'_c = 190.79 \text{ Kg/cm}^2$ en el concreto a la edad de 28 días, lo que representaba un aumento del 9.02% en la resistencia a compresión; en el caso del concreto con viruta de acero al 4% obtuvo un incremento a compresión del 12.47% y al 6% en un 15.58%. Se concluyó que la incorporación de virutas de acero de acuerdo a los resultados obtenidos en cada uno de los casos propuestos presentó un aumento en la resistencia a compresión axial en comparación a un concreto convencional ensayado.

Laos, W. J. (2011) en su tesis “Utilización de fibras metálicas para la construcción del concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa” fijó como objetivo evaluar cuáles son los beneficios del uso de fibras en el concreto y utilizarlo en la zona del proyecto para ello se quiso encontrar relación de resistencia en distintos periodos de tiempo de un concreto con y sin fibra, encontrar un diseño de mezcla y hallar también el módulo de rotura en vigas ensayadas a 28 días llevadas a cabo en ensayos normalizados en laboratorios. Aplicando la metodología de investigación experimental, los resultados obtenidos en la resistencia a compresión varía su resistencia para 7 días en un 15% y para los 14, 21 y 28 días

es mayor en un 20%, demostrando que el empleo de fibras metálicas aumentan su resistencia en función a los porcentajes empleados; además los resultados en la resistencia a flexión del concreto con fibras metálicas presentaron una mejora en comparación a la de un concreto convencional, con lo que es posible reducir los espesores del pavimento rígido, como conclusión el autor propone como recomendación que la dosificación de fibra de acero sea de 25 kg por m³ de concreto y la colocación de aditivos plastificantes para su trabajabilidad.

(De la Cruz, W. R. y Quispe, W. R., 2014) en su tesis de pregrado con el título de “Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga Ayacucho” fijaron como objetivo determinar la influencia de las fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto, así como también las ventajas técnicas de emplear un concreto con fibras de acero en pavimentos, su metodología consistió en la realización de un diseño convencional de concreto y uno adicionado con fibras de acero Wirand FF1 y a través de ensayos con probetas cilíndricas y prismática compararlos, se obtuvo como mejor resultado de resistencia a compresión el del concreto fibro-reforzado a los 28 días con 272 Kg/cm², en el caso de la resistencia a flexión (módulo de rotura) los mejores resultados se obtuvieron a la edad de 45 días con 44Kg/cm². Como conclusión el concreto fibro-reforzado no presenta gran influencia en la resistencia a compresión ya que es pequeño el aumento, en cambio en la resistencia a flexión el resultado es relevante, también concluyeron que la losa del pavimento rígido tuvo una reducción de 5 cm de espesor con respecto a una losa convencional, se deduce que gracias al acero este facilita el refuerzo de la losa lo cual garantiza un control óptimo de la fisuración.

(Vera, E. E., 2015) en la tesis de pregrado titulado “Resistencia a compresión axial del concreto $F'c= 210\text{Kg/cm}^2$ con la adición de diferentes porcentajes de virutas metálicas” fijo como objetivo determinar la influencia de la adición de virutas metálicas en la resistencia a compresión axial del concreto, aplico como metodología la preparación de un concreto con $F'c= 210\text{Kg/cm}^2$ con virutas metálicas al 5%,10% y 15% en edades de 7,14 y 28 días, los agregados empleados se obtuvieron de la cantera Rio Chonta. Como resultado el concreto con 5% de virutas metálicas a los 28 días dio un valor igual a 270.74Kg/ cm² de resistencia,

demostrándose un incremento en la resistencia a compresión axial del 28.92% en el caso de la incorporación de virutas metálicas en un 10% se obtuvo una resistencia de $F'y= 260.03 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días dando un incremento del 23.82% y el en caso de la incorporación de un 15% de virutas metálicas dio un incremento del 20.97% a los 28 días, en conclusión los resultados demuestran que el concreto con virutas metálicas incrementó su resistencia axial a la compresión en comparación a un diseño convencional de concreto.

Antecedentes internacionales

(Angarita, P. A. y Rincón, H.J., 2017) en su tesis de pregrado titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con virutas de acero en porcentajes de 10% y 12% respecto al agregado fino de la mezcla” fijaron como objetivo evaluar las propiedades físicas del agregado y diseñar mezclas de concreto con 10% y 12% de viruta de acero en parcial reemplazo del agregado fino para después llevarlas a ensayos mecánicos, la metodología que emplearon fue la realización de probetas cilíndricas para ensayos a compresión a las edades de 7, 14 y 28 días con una resistencia de $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, como resultado la resistencia a la compresión dio 15.35Mpa. 16.7Mpa y 9.16 Mpa para la muestra patrón, adición del 10% y del 12% respectivamente, en la resistencia a la flexión dio 3.14Mpa, 3.18Mpa y 3.02Mpa, para el módulo de elasticidad dio 22277.34Mpa, 23717.23Mpa y 10033.33 Mpa igualmente que la muestra patrón con adición de 10% y del 12% respectivamente a la edad de 28 días de curado, en conclusión al adicionar 12% de viruta al concreto evidencio una disminución en su resistencia mecánica en comparación al concreto patrón.

(Parra,K.M. y Bautista,M.A.,2010) en su tesis de pregrado titulado “Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros” presentaron como objetivo elaborar un concreto adicionando residuos industriales en distintos porcentajes y en diferentes porciones escombros para dar aprovechamiento de agregados no convencionales en el concreto, como metodología se realizó ensayos de laboratorio con tres relaciones de agua/cemento (0.4, 0.45 y 0.5), se usó 144 probetas con una altura de 30cm y un diámetro de 15cm, constituidas por escombros en un 10 %, variando los agregados con 6 % y/o 10 5 de limalla a un $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, como resultado el diseño de mezcla del

concreto presento que al 61% de agregado grueso, 23% de agregado fino, limalla y escombros incrementaron su resistencia a compresión y con ellos reutilizando dichos residuos, generando así un beneficio ambiental que lleva al ahorro de 30% con respecto al concreto convencional.

(Cando, L.F.,2016) en su tesis de pregrado titulado “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado” fijo como objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionado con fibras comerciales y recicladas con respecto al concreto convencional alcanzando un $F'c=240$ Kg/cm² de resistencia. Como metodología realizo ensayos físicos y mecánicos a muestras en estado fresco y solido de hormigón, como resultado fijo que para el hormigón con fibras comerciales la resistencia a la compresión simple dio como resultado un $F'c= 270.40$ Kg/cm² a los 28 días de curado, para el caso del hormigón convencional resulto un $F'c= 347.93$ Kg/cm² y para el hormigón convencional resulta un $F'c= 240$ Kg/cm², en el caso de la resistencia a la tracción indirecta a los 28 días, además se obtuvo un 27.90 Kg/cm² , 40.47 Kg/cm² y un 45.80 Kg/cm² para el hormigón sin fibra, hormigón con fibras comerciales y con fibras recicladas respectivamente, para la resistencia a la flexión en la edad de 28 días resulta 36.66 Kg/cm², 51.86 Kg/cm² y 48.97Kg/cm² para hormigón sin fibras, con fibras comerciales y recicladas respectivamente. En conclusión, las fibras recicladas alcanzan mayores resistencias a compresión dando un incremento de 22.28% con respecto al concreto con fibras comerciales y 30.70% respecto al concreto tradicional.

(Reyes, J.B. Y Rodríguez, Y. A., 2014) en su tesis de pregrado titulado con “Análisis de la resistencia a la compresión de concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla” sostuvieron como objetivo establecer el porcentaje adecuado de limalla en una diseño de mezcla óptimo de concreto y donde se incremente su resistencia ante la compresión respecto a un diseño convencional de concreto y bajo condiciones factibles tanto económica, técnica y de seguridad, como metodología realizaron la elaboración de 285 probetas de concreto adicionado con limalla fina a 3%, 4% y 5% y sin adición a una resistencia de $F'c=210$ Kg/cm² para luego ensayarlas a edades de 7,14 y 28 días a resistencia de compresión bajo normas colombianas, como resultado se

dio que el mejor de los casos fue un aumento de 48,7% de resistencia, con adición de limalla del 5% a la edad de 28 días respecto al concreto convencional, diseño por el cual se obtuvo un valor de $F'c=304.7$ Kg/cm² de resistencia, por otro lado el concreto con adición de 4% de limalla dio un incremento en su resistencia del 37.41% a compresión en contraste al concreto convencional, se concluyó que adicionar limalla al concreto convencional si proporciona un incremento significativo en la resistencia de compresión.

(Flores, A. M., 2107) en su trabajo experimental de pregrado titulado “Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero” presentó como objetivo diseñar un concreto adicionado con limalla, viruta y fibras de acero en 5%,10%,15% y 20% con una resistencia base de diseño de $F'c=240$ Kg/cm² y ub esfuerzo de fluencia de $F'y=4200$ Kg/cm² para el acero.

Garzón (2009) en su tesis denominada “Eficiencia en la transferencia de cargas en juntas transversales de pavimento rígido reforzado con fibras metálicas”, presento como objetivo analizar la eficiencia presentada a través del refuerzo con fibras metálicas en un pavimento rígido aplicándosele cargas en sus juntas transversales. Concluyo que las viguetas de concreto presentaron mayor resistencia al ensayo de flexión a diferencia de una vigueta con concreto simple e incrementándose en un 10%. Para aquellas viguetas que fueron elaboradas en el laboratorio y a escala, se obtuvo una mayor resistencia a la flexión que la del concreto simple al igual que en los ensayos del módulo de rotura en donde luego de aparecer la primera grieta este continuó resistiendo la carga debido a las fibras adicionadas, las cuales ayudan a no fallar abruptamente como ocurriría en un concreto convencional. Además, en los moldes que contenían fibra metálica, esta actuó como reemplazante de la malla electro soldada y para las cuantías que fueron mayores a los 30 Kg/m³ complementan las funciones de las transferencias de carga por los pasadores. Se recomienda poder desarrollar una mayor variedad de ensayos que puedan demostrar los resultados obtenidos para así determinar la interacción existente entre subrasante, sistema de juntas y las losas de concreto.

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Pavimento

Denominamos pavimentos a las capas superpuestas de materiales procesados y seleccionados que son ubicadas sobre el terreno natural que reciben de manera directa las cargas vehiculares que a su vez son distribuidas de manera homogénea a la subrasante.

Los pavimentos actuales deben cumplir las siguientes características:

- Impermeabilidad al agua.
- Superficie cómoda para el manejo de los vehículos.
- Resistencia al ahuellamiento y agrietamiento.
- Adherencia adecuada entre el vehículo y pavimento.

Tiene como función principal transmitir las cargas hacia la estructura para que así las cargas generadas por las llantas no sobrepasen las capacidades portantes de la subrasante.

“El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, sub - base y capa de rodadura.” (MTC, 2014, pág. 23)

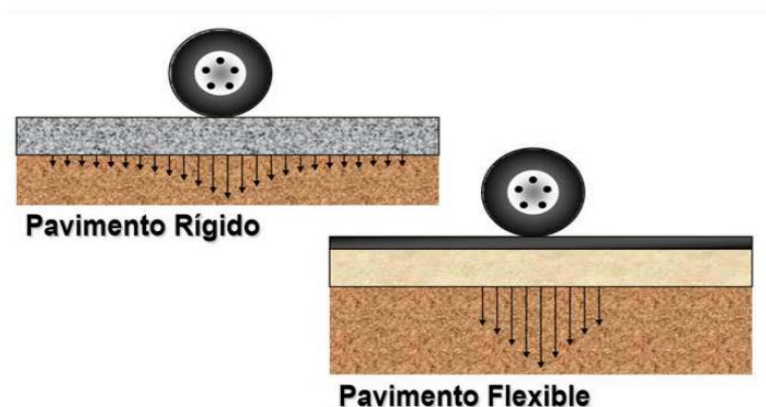


Figura 2: Distribución de peso en un pavimento flexible y pavimento rígido.
Fuente: Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

1.3.2 Clasificación de los pavimentos

AASHTO (1993): Establece dos clases de pavimentos;

- _ El Pavimento Rígido: Conformado por losa de concreto hidráulico reforzado con acero de refuerzo, su proceso constructivo tiene un costo

elevado que los pavimentos flexibles, teniendo en cuenta que se periodo de vida es de 30 y 40 años y requiere de un mantenimiento mínimo.

_ El Pavimento Flexible: Estructurado por una carpeta asfáltica sobre la superficie de rodamiento, su proceso constructivo es económico y de entre 10 a 15 años de vida útil, requiriéndose para su conservación de un mayor mantenimiento.

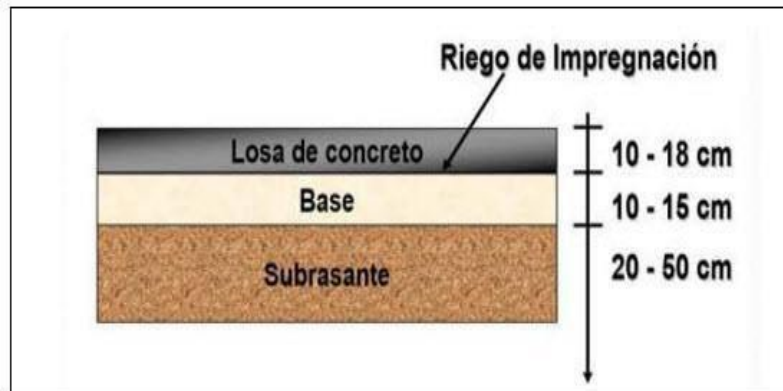


Figura 3: Corte Transversal de un pavimento rígido
Fuente: Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

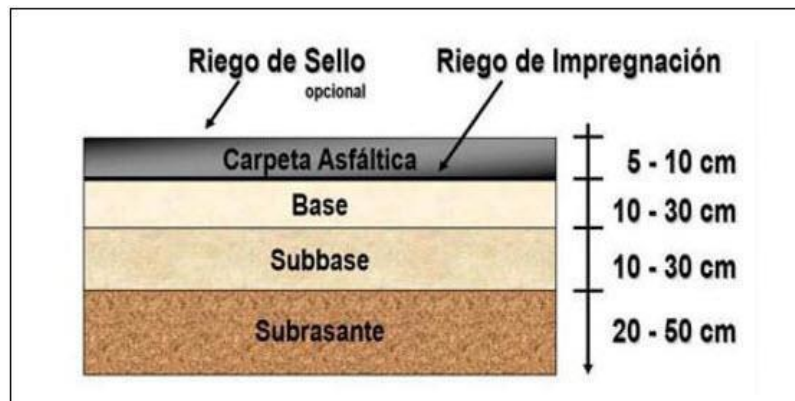


Figura 4: Corte Transversal de un pavimento asfáltico
Fuente: Universidad Tecnológica Nacional (UTN)

En el Perú la utilización de pavimentos de concreto antes fueron muy utilizados, se implementó en el Perú en los años 20 en la construcción de la Av. Venezuela luego en la construcción de la Vía Expresa del Paseo de la República, pero luego su uso fue disminuyendo debido a su alto costo al momento de su puesta en obra ya que realizar un pavimento flexible es más económico en comparación a un pavimento rígido, pero el mantenimiento de este es más económico que el de un pavimento flexible debido en gran parte a su tiempo de vida.

Los pavimentos flexibles tienen una vida estimada de 10 a 20 años al igual que tienen un costo inicial bajo, pero un costo de mantenimiento alto por la reparación

continua que requieren, a diferencia de los pavimentos rígidos que su vida estimada está entre los 20 a 30 años, pero tienen un costo inicial alto pero que no requiere mucho mantenimiento, solo en las juntas ya que esta parte es hacia donde se distribuyen las cargas por lo que su reparación es esporádica.



Figura 5: Pavimento de Concreto en la Av. Venezuela (Perú, 1922)
Fuente: ASOCEM

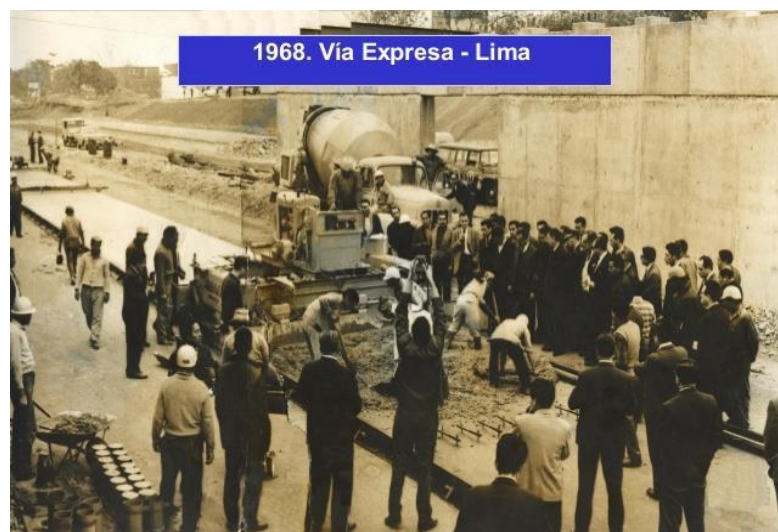


Figura 6: Construcción de la Vía Expresa, (Perú, 1968)
Fuente: ASOCEM

1.3.3 Transferencia de Carga en Pavimentos

1.3.3.1 Pavimentos rígidos

Estos pavimentos tienen la capacidad de transmitir el peso de las llantas de forma homogénea en la subrasante debido a su fuerza estructural que posee, ya que actúa como una losa rígida

Para analizar cómo actúa sobre la losa el peso de la llanta se establece la capacidad que tiene esta de doblarse y resistir la fuerza a la flexión, en el pavimento rígido se hace mediante el uso de la teoría de placas a diferencia del pavimento flexible que utiliza la teoría de capas.

El pavimento rígido está compuesto por:

- Losa
- Base y subbase
- Subrasante

Losa. Capa superior del pavimento y la última en construirse en pavimentos rígidos, pueden ser construidas con concreto simple o reforzadas con acero lo cual colabora a disminuir los esfuerzos sobre las capas inferiores.

Base y Subbase. Tienen como función principal la de soportar los esfuerzos de las cargas vehiculares, así como también la de mejorar el drenaje, suministrar un apoyo uniforme y reducir el agua acumulada bajo el pavimento.

Subrasante. - Es la capa de suelo natural de la carretera, se halla a nivel del corte y relleno en el movimiento de tierras, sirve también como soporte de la estructura total del pavimento.

Esta capa se encuentra conformada por los suelos que cumplan los requisitos mínimos aceptables y que han sido compactadas por capas para encontrarse en óptimas condiciones y no generar fallas en las losas.

b) Los requerimientos para la construcción de pavimentos rígidos:

- Equipos necesarios
- Procedimiento constructivo
- Requisitos de los materiales
- Dosificación.

Ventajas de pavimentos rígidos

Dentro de las ventajas que presenta un pavimento rígido podemos mencionar las siguientes:

- ✓ Menor costo de mantenimiento que otros pavimentos

- ✓ Mejor reflexión de luz en el pavimento
- ✓ No se produce el fenómeno de ahuellamiento
- ✓ Menor contaminación en comparación a un diseño con mezcla asfáltica
- ✓ Se puede elevar el grado de antiderrape dependiendo del tránsito vehicular que circule
- ✓ Fácil reparación en diversas condiciones climatológicas usando aditivos
- ✓ Cumple con el espacio de tiempo para el que fue diseñado y en condiciones favorables sobrepasa la vida útil de diseño.

1.3.4 Metodología de diseño

1.3.4.1 Metodología de diseño ASSHTO 93

El método AASHTO 93 establece para pavimentos nuevos empezar con un servicio de nivel alto y con el transcurrir del tiempo las cargas de tránsito a los que se encuentra sometido disminuyen el nivel de servicio a bajo. Este método propone la continuación, durante su vida útil, del nivel de servicio diseñado. (MTC, 2014, pág. 23)

Este método determina el espesor de la losa a través de iteraciones hasta llegar a un equilibrio en la ecuación que se presenta a continuación:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

W_{82} = número establecido de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, a lo largo del periodo de diseño.

Z_R = Desviación normal estándar

S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final

P_t = Índice de servicialidad o servicio final

M_r = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días

C_d = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

E_c = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción

Para determinar el espesor de la losa de concreto se ejecuta la ecuación presentada por el AASHTO 93 en una hoja de cálculo, empleando monogramas o también con la aplicación de software especializados en diseño de pavimentos. Sin embargo, también se nos proponen secciones estructurales de pavimentos rígidos por el Manual de Carreteras 2014, en el cual se relacionan las características del suelo y el tránsito en función a sus Ejes Equivalentes (EE). (Manual de Carreteras del MTC, 2014)

Para el diseño se presentan los siguientes parámetros:

I.- Periodo de Diseño

El periodo de diseño para pavimentos rígidos establecido por el Manual de carreteras indica un valor mínimo de 20 años y dejando a criterio del ingeniero encargado del diseño el ajuste del periodo de acuerdo a la particularidad de cada proyecto y condiciones solicitadas por cada entidad. (Manual de Carreteras-MTC, 2014)

II.-Variables de diseño

- Tránsito (ESALs). - El periodo de diseño se encuentra relacionado al tránsito para el cual se diseñan los carriles, se recomienda un valor de 20 años como periodo inicial de diseño.

El método ASSHTO 93 simplifica el efecto que causa el tránsito sobre el pavimento incorporando el concepto de ejes equivalentes (EE) a través del cual se establece una equivalencia entre las cargas de ejes y diferentes tipos de vehículos en función a ejes simples con un peso de 8.2 Ton. o también denominadas ESALs por sus siglas en inglés (Equivalent single axle load) Para establecer el valor de EE de diseño se debe realizar un estudio de tráfico vial que proporcione la información necesaria para definir la demanda de diseño. (Manual de Carreteras del MTC, 2014)

Se definen tres categorías para diseñar un pavimento rígido:

- a) Caminos con un tránsito de bajo volumen, con un tránsito entre 150 001 y 1 000 000 EE, para carril y periodo de diseño.

Tabla 1
Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t

Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE	Rango de Tráfico Pesado Expresado en EE
T _{P1}	> 150 000 EE ≤ 300 000 EE
T _{P2}	> 300 000 EE ≤ 500 000 EE
T _{P3}	> 500 000 EE ≤ 700 000 EE
T _{P4}	> 750 000 EE ≤ 1 000 000 EE

Fuente: Manual de carreteras, MTC

- b) Caminos con un tránsito entre los 1 000 001 EE hasta 30 000 000 EE para carril y periodo de diseño.

Tabla 2
Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t

Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE	Rango de Tráfico Pesado Expresado en EE
T _{P5}	> 1 000 000 EE ≤ 1 500 000 EE
T _{P6}	> 1 500 000 EE ≤ 3 000 000 EE
T _{P7}	> 3 000 000 EE ≤ 5 000 000 EE
T _{P8}	> 5 000 000 EE ≤ 7 500 000 EE
T _{P9}	> 7 500 000 EE ≤ 1 000 000 EE
T _{P10}	> 10 000 000 EE ≤ 12 500 000 EE
T _{P11}	> 12 500 000 EE ≤ 15 000 000 EE
T _{P12}	> 15 000 000 EE ≤ 20 000 000 EE
T _{P13}	> 20 000 000 EE ≤ 25 000 000 EE
T _{P14}	> 25 000 000 EE ≤ 30 000 000 EE

Fuente: Manual de carreteras, MTC

- c) Caminos con un tránsito superior a los 3 000 000 EE, para carril y periodo de diseño.

Tabla 3
Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 t

Tipos Tráfico Pesado Expresado en EE	Rango de Tráfico Pesado Expresado en EE
T _{P15}	> 30 000 000 EE

Fuente: Manual de carreteras, MTC

- Servicialidad. - El criterio de diseño ASSHTO establece este parámetro, servicio o servicialidad, en función a los parámetros siguientes:
 - “Pi”, índice de servicio inicial
 - “Pt”, índice de servicio terminal o final.

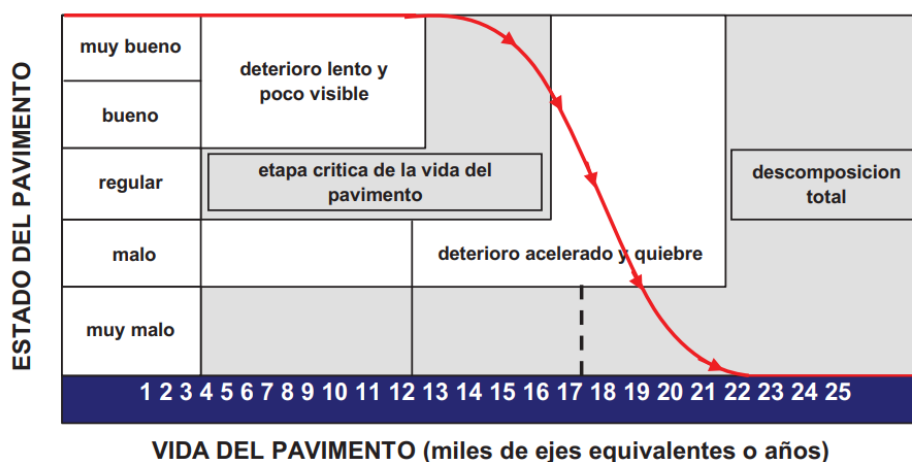


Figura 7: Estado del Pavimento
 Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones – MTC

El concepto de servicialidad es definido como la capacidad de un pavimento ante un determinado tránsito de servicio que recorrerá la vía, y se valora entre un rango con valores de 0 a 5, donde 0 representa una pésima calidad y 5 una muy buena. (Manual de Carreteras-MTC, 2014)

Tabla 4
 Índice de Servicialidad Inicial y Final, Diferencia de servicialidad

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados	Índice de Servicialidad Inicial (P _i)	Índice de Servicialidad Final (P _f)	Diferencial de Servicialidad (ΔPSI)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150 001	300 000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300 001	500 000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500 001	750 000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750 001	1 000 000	4.10	2.00	2.10
Resto de caminos	T _{P5}	1 000 001	1 500 000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1 500 001	3 000 000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3 000 001	5 000 000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5 000 001	7 500 000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7 500 001	10 000 000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10 000 001	12 500 000	4.30	2.50	1.80

T _{P11}	12 500 001	15 000 000	4.30	2.50	1.80
T _{P12}	15 000 001	20 000 000	4.50	3.00	1.50
T _{P13}	20 000 001	25 000 000	4.50	3.00	1.50
T _{P14}	25 000 001	30 000 000	4.50	3.00	1.50
T _{P15}	>30 000 000		4.50	4.50	3.00

Fuente: Manual de carreteras, MTC

- Confiabilidad (R) y desviación estándar (So). - La confiabilidad se establece para buscar establecer la variabilidad inherente de los materiales, procesos constructivos y de supervisión de pavimentos que siguiendo una misma metodología de construcción presentan variados tipos de deterioro. La confiabilidad se puede considerar como un factor de seguridad ante un incremento en el tránsito de diseño pronosticado para un periodo diseñado. (Manual de Carreteras-MTC, 2014)
ASSHTO sugiere un valor de entre 0.30 y 0.40 So, sin embargo, el MTC en su manual de carreteras propone un valor promedio igual a 0.35

Tabla 5

Valores recomendados para Confiabilidad y Desviación Estándar, para 20 años

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Niveles de Confiabilidad (R)	Desviación Estándar normal (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100 000	150 000	65%	-0.385
	T _{P1}	150 001	300 000	70%	-0.524
	T _{P2}	300 001	500 000	75%	-0.674
	T _{P3}	500 001	750 000	80%	-0.842
	T _{P4}	750 001	1 000 000	80%	-0.842
Resto de caminos	T _{P5}	1 000 001	1 500 000	85%	-1.036
	T _{P6}	1 500 001	3 000 000	85%	-1.036
	T _{P7}	3 000 001	5 000 000	85%	-1.036
	T _{P8}	5 000 001	7 500 000	90%	-1.282
	T _{P9}	7 500 001	10 000 000	90%	-1.282
	TP ₁₀	10 000 001	12 500 000	90%	-1.282
	TP ₁₁	12 500 001	15 000 000	90%	-1.282
	TP ₁₂	15 000 001	20 000 000	90%	-1.282
	TP ₁₃	20 000 001	25 000 000	90%	-1.282
	TP ₁₄	25 000 001	30 000 000	90%	-1.282
	TP ₁₅	>30 000 000		95%	-1.645

Fuente: Manual de carreteras, MTC

- Suelo y efecto de capas de apoyo (Kc). - Caracterizado por el módulo de reacción de la sub rasante (K), el cual busca mejorar la sub rasante mediante el implemento de capas intermedias ya sean estas granulares o tratadas que brinden mejor apoyo para así reducir el espesor de concreto calculado.

Para obtener el módulo de reacción se realiza un ensayo de placa (Ensayo ASTM D-1196 y AASHTO T – 222), cuyo objetivo es establecer la presión a ejercer para obtener una deformación de 13 mm. El valor de K es representado en Mpa / m. (Manual de Carreteras-MTC, 2014)

Para la subrasante se considera materiales aptos suelos cuyo CBR presente un valor igual o mayor a 6% y de presentar un valor por debajo a este se deberá estabilizar el suelo con las diferentes alternativas existentes en el territorio y aprobados por el MTC eligiéndose la más conveniente para el diseño. (Manual de Carreteras-MTC, 2014)

- Resistencia a flexotracción del concreto (MR). - Dado que principalmente los pavimentos trabajan a flexión se incorpora en la ecuación ASSTO 93 el parámetro MR (módulo de rotura), este se normaliza a través del ASTM C – 78, para esto se ensayan vigas aplicándoseles una carga en sus tercios y forzándose la falla en se terció central.

Tabla 6
Valores Recomendados de Resistencia del Concreto según rango de Tráfico

Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE	Resistencia Mínima a la Flexotracción del concreto (MR)	Resistencia Mínima equivalente a la compresión del concreto (F'c)
≤ 300 000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
> 750 000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
≤ 300 000 EE		
> 750 000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fuente: Manual de carreteras, MTC

Para determinar el módulo de rotura se emplea una ecuación en función a la compresión del concreto (f'c):

$$Mr = a \sqrt{f'c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}, \text{ ACI 363}$$

El valor de “a” varía entre los valores de 1.99 y 3.18

- Modulo elástico del concreto. - Debido que a través de correlaciones establecidas el dimensionamiento se puede prever de acuerdo a la resistencia de compresión o flexotracción, este es un parámetro muy importante. El módulo elástico es normado por el ensayo ASTM C – 49. ASSHTO indica que el valor del módulo de elasticidad puede ser calculado mediante a siguiente formula:

$$E = 57\,000 (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

El valor del módulo de elasticidad del concreto se obtiene a través del ensayo ASTM C – 469. (Manual de Carreteras-MTC, 2014)

- Drenaje. (Cd) -El ASSHTO 93 inserta el “Cd” parámetro de drenaje para realizar su diseño, el cual representa la probabilidad de mantener agua libre o humedad por cierto tiempo bajo la estructura de la losa de concreto. El valor del coeficiente de drenaje debe encontrarse entre 0.70 a 1.25, según el diseño, tipo y permeabilidad de las capas subbase y subrasante, como también de las condiciones climáticas. El Manual de Carreteras asume un valor de 1 para las capas granulares. (Manual de Carreteras-MTC, 2014)
- **Transferencia de cargas (J)**
Determina la capacidad estructural de transmitir las cargas entre juntas y fisuras. De acuerdo al tipo de pavimento de concreto que se construya se considera valores proporcionales al del valor del espesor de la losa. En consecuencia, a un menor valor se obtiene un menor espesor y viceversa. (Manual de Carreteras-MTC, 2014).

Tabla 7
Valores de Transmisión de Carga J

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

Fuente: Manual de Carreteras – MTC

1.3.5 Viruta de Acero

(Gutiérrez, s.f). Define la viruta como un material con forma curvada o espiral, el cual es extraído como residuo producto del cepillado sobre metales empleándose cepillos, brocas u otras herramientas. Es considerado por las industrias de metal como un desecho; sin embargo, puede tener diversas aplicaciones.

(Diego, j., 2016) Definió a las fibras como elementos cortos y de sección pequeña donde se puede incorporar a la masa de hormigón tradicional para otorgarle ciertas propiedades específicas, estas fibras pueden ser usadas como refuerzo en todas las direcciones del hormigón, ofreciendo así un control de fisuración y aumento de su tenacidad a través de la sección fisurada mediante esfuerzos, asimismo la disminución de retracción por fraguado e incremento en la resistencia al impacto y desgaste constante.



Figura 8: Concreto con incorporación de viruta
Fuente: Interempresas.net

(MACCAFERRI, 2014) Indica en su reporte de investigación que las fibras de acero según BISFA (Oficina internacional para la estandarización de las fibras sintéticas) se clasifican como fibras artificiales inorgánicas, y cuyas fibras de acero presentan buenos resultados en sus características mecánicas, liderando en módulo de elasticidad en comparación a otras fibras.

Tabla 8
Características Mecánicas de las Fibras

	(μm)	(kg/)	A ELÁSTICO (kN/m)	A TRACCIÓN (kN/m)	A RUPTURA (%)
	5 - 500	7,84	200	0,5 - 2	0,5 - 3,5
Vidrio	9 - 15	2,60	70 - 80	2 - 4	2 - 3,5

Amianto	0,02 – 0,04	3,00	180	3,30	2- 3
Polipropileno	20 - 200	0,90	5 -7	0,5 – 0,75	8
Nylon	-	1,10	4,00	0,90	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,30	0,0007	10
Carbono	9	1,90	230	2,60	1
Kevlar	10	1,45	65 - 133	3,60	2,1 - 4
Acrílico	18	1,18	14 – 19,5	0,4 – 1	3

Fuente: MACCAFERRI

1.3.5.1 Tipos de Viruta de acero

(Guevara Huarcaya, 2008) Menciona que para comparar una fibra de otra estas se evalúan según su esbeltez expresada como su longitud entre diámetro, normalmente siendo de 30 a 50 mm, es recomendable no superar los 100mm evitando así formar erizos durante el amasado. Un buen concreto con fibras es aquel que logre aumentar, respecto al concreto simple, sus resistencias mecánicas considerando las características físicas de las fibras.

- **D1. Rectilínea**

Al cortarse el material y la viruta al hacerse de mayor tamaño se torna inestable llegando a romperse finalmente; en fibras rectilíneas, suele formarse a velocidades de corte elevadas con materiales dúctiles, en general no siempre son deseables debido a su tendencia a quedar enredadas en el sistema de eliminación y portaherramientas.

- **D2. Ondulada**

Este tipo de viruta se desarrolla en materiales metálicos y no metálicos como madera o plásticos en sus operaciones de corte al desprenderse de la superficie de la pieza. Por lo general, la viruta tiende a enredarse más conforme se reduce la profundidad de corte, al emplear fluidos de corte y al aplicarse aditivos al material.



Figura 9: Viruta de acero Bonificado obtenido empresa metalmecánica

Fuente: Elaboración propia 1.3.5.2 Beneficio de la incorporación de viruta de acero en el concreto

Según (Sarta, H. N. y Silva, J.L., 2017) Indicaron que las fibras fueron y son usadas principalmente en pavimentos y losas, reduciendo el ahorro del costo, tiempo, y evitando la falla frágil por cortante, y siendo más dúctil en estos.

(Cárdenas, 2015) Afirmando que al adicionársele al concreto fibras de acero estas aumentaban su desempeño mecánico y capacidad portante, también la adherencia a la mezcla y el prescindir de mallas o varillas en la construcción. Cárdenas comenta agrega lo siguiente sobre las fibras de acero:

- Las fibras enlazan “cociendo” las fisuras que se pueden producir en el concreto, evitando así fisuras mayores en el concreto endurecido.
- Mejoran las resistencias (flexión, tracción y corte) en el concreto, generando así un aumento a la capacidad portante.
- Alcanzan altas resiliencias.
- Transforman el concreto fibro-reforzado en un material isótropo y homogéneo.
- Estudios recientes indican que las fibras de acero junto con un reforzado tradicional son increíbles en el comportamiento bajo cargas sísmicas.

1.3.6. Concreto y sus propiedades físicas y mecánicas

1.3.6.1. Concreto

Se define al concreto como un material cuya composición está dada por una pasta, áridos gruesos y finos, la cual al mezclarse forman un material trabajable producto de una reacción química.

(Sánchez, D., 2011 pág. 221) Indicó que el concreto es un compuesto trabajable utilizado en la construcción, este material se obtiene de la combinación de entre 7% a 15% del cemento empleado en la mezcla, entre el 14% al 18% de agua en la mezcla y el agregado (grueso y fino) entre 59% y 76% del volumen de mezcla. Por otro lado, se puede agregar otros materiales secundarios como u otras adicciones y cuya proporción varía de 1% a 7% del volumen de la mezcla.

(MACCAFERRI, 2014) Denomina al concreto (Hormigón) como un material con características importantes que lo mantienen vigentes en el mundo y con limitaciones que pueden ser minimizadas con fibras, las limitaciones del concreto es su comportamiento frágil y la baja capacidad de deformación ante la rotura.

1.3.6.2. Componentes del concreto

La composición del concreto con fibras de acero está conformada por: cementos, agua, áridos, aditivo y fibras de acero; sin embargo, al ser las fibras de acero un elemento rígido la trabajabilidad del concreto se ve reducida al contrastarse con una mezcla convencional; no obstante, la naturaleza de los componentes del concreto no se ve condicionada por la las fibras de acero incorporadas.

El concreto es elaborado mediante la mezcla de cemento portland, agregados finos, gruesos, agua y aire; todos estos elementos en cantidades proporcionales para llegar a conseguir propiedades establecidas, específicamente la resistencia. (Abanto, 2009, p.11)

(Cachay, 2014) Indicó las proporciones típicas del concreto en volúmenes absolutos y que se conforman de la siguiente manera:

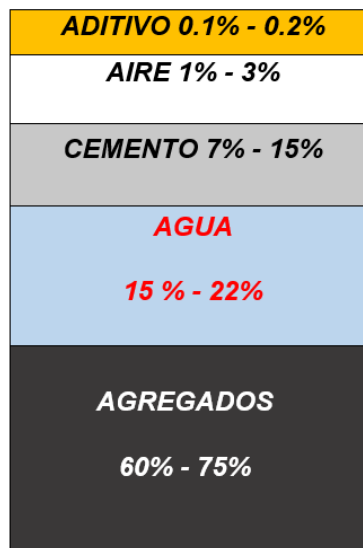


Figura 10: Componentes del Concreto
Fuente: Ing. Rafael Cachay

a. Cemento Portland

Se describe como un material aglomerante el cual cuenta con propiedades de cohesión y adherencia, el cual le proporciona juntar fragmentos minerales, los cuales obtienen una resistencia y durabilidad adecuada. Así mismo, el Clinker se define como mineral conformado artificialmente por silicatos, aluminio y ferroaluminatos de calcio, los cuales son los principales elementos del cemento portland como se aprecia en la siguiente tabla. (Sánchez, 2001, p.27)

Tabla 9
Compuestos del Cemento Portland

Nombre del compuesto	Composición del	Abreviatur
Silicato tricálcico	$3CaOSiO_2$	C3S
Silicato dicálcico	$2CaOSiO_2$	C2S
Aluminio tricálcico	$3CaOAl_2O_3$	C3A
Ferroaluminato tetracálcico	$3CaOFe_2O_3Al_2O_3$	C4AF

Fuente: Sánchez, 2002, p.35

b. Agregados

Son llamados áridos, son producto del triturado y/o molido de rocas, los cuales al juntarse los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua producen el mortero y concreto. Estos agregados de la mezcla constituyen el 65 a 75% del volumen total

del concreto. Tener en cuenta la importancia de no presentarse impurezas dentro de los agregados como pudiesen ser los limos, arcillas o materiales orgánicos, que reduzcan la unión de la pasta de cemento. (Abanto, 1995, p.23)

- **Agregado fino**

Es denominado agregado fino la arena o piedra natural triturada, cuyos tamaños pequeños pasan por el tamiz de 3/8" (9.5mm) y cumpliendo con los límites estandarizados de la norma NTP 400.037. (Abanto Castillo, 2017)

Tabla 10
Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Tamiz		Porcentaje que pasa
9.5 mm	3.8"	100
4.75mm	N°4	95 - 100
2.36mm	N°8	80 – 100
1.18mm	N°16	50 – 85
600 µm	N°30	25 – 60
300 µm	N°50	05 – 30
150 µm	N°100	0 - 10

Fuente: Norma Técnica Peruana

- **Agregado grueso**

El agregado grueso este compuesto por la grava o piedra chancada, proveniente de la descomposición de las rocas, ya sea natural o mecánicamente, y el cual se retiene en el tamiz N°4 (4.75 mm), dichos límites son determinados por la norma NTP 400.037.

1.3.7. Propiedades del concreto

(Sotil, A. J. y Zegarra, J. E., 2015) Indicaron que el concreto tiene dos estados el fresco y el endurecido cada una de ellas varían en comportamientos y usos; para ello los divide en *concreto fresco* resaltando la trabajabilidad, tiempo de fraguado y el *concreto endurecido* resaltando la resistencia y durabilidad.

1.3.7.1. Propiedades físicas del concreto

(Carrillo, J. R. y Rojas, J. F., 2017) Definieron como propiedades del concreto fresco: La trabajabilidad, segregación, posesividad, exudación y la consistencia, esta ultima los autores fijaron como propiedad que registra la humedad de la mezcla y si relación directa con la mayor facilidad de colocación de la mezcla.

(Pacheco, 2016) Indicó que para cumplir con las especificaciones técnicas para una adecuada trabajabilidad del concreto se deben realizar los ensayos establecidos según Norma ASTN / NTP (Asociación Americana de Ensayos de Materiales / Norma técnica peruana), normas que consideraremos también en nuestro proyecto, de la siguiente manera:

- Asentamiento ASTM C 143 / NTP 339.035: Ensayo directamente ligado con la consistencia del concreto, la cual se define por el nivel de asentamiento del concreto y con la que se determina la aceptación o el rechazo de la mezcla.
- Peso unitario ASTM C 138 / NTP 339.046: En este ensayo el peso unitario se define como el peso volumétrico de una muestra representativa del concreto en estado fresco, expresada en Kg/m³. A continuación se presenta la fórmula para obtener el peso unitario del concreto fresco.

$$P.U.C \text{ fresco} = \frac{(W_b - W_{me}) - W_b}{Vol}$$

Dónde: W_b = Peso del balde

W_{me} = Peso de la mezcla

Vol.= Volumen del recipiente

Para pavimentos de concreto convencional el peso unitario se encuentra entre los 2240 y 2400 kg por m³ (Kg/m³)

- Contenido de aire (NTP 339.083): Esta norma nos indica que al contener el concreto una mayor cantidad de aire se disminuirá su resistencia, no obstante, el contenido de aire es necesario en el concreto para climas con temperaturas muy bajas. Para este ensayo se puede hacer uso de diferentes métodos para medir el contenido del aire como: ASTM C 231-ASTM C 173 – ASTM C 138.

- Temperatura del concreto (NTP. 339.184): En esta norma se establece la forma de medir la temperatura del concreto con precisión de 0.5° C y un tiempo introducido en la mezcla de entre 2 a 5 minutos.

1.3.7.2. Granulometría

(Arriaga, 2013), detalla que el proceso de granulometría comprende la distribución de las partículas y/o de los agregados reciclados por tamaños, este proceso depende principalmente de proceso de trituración de las muestras del suelo.

1.3.7.3. Absorción de agua

(Contreras L., 2012), asegura que para agregados reciclados la absorción de agua varía en un rango de 3,3% a 13%. La absorción se presenta en mayor parte en el mortero adherido debido a la tendencia de sus partículas a una mejor absorción.

1.3.7.4. Contaminantes e Impurezas

La existencia de materiales como plásticos, vidrio, ladrillo, madera, materia orgánica, etc. Se convierten en impurezas, las cuales inciden negativamente en las propiedades de un concreto adicionado con materiales reciclados.

1.3.7.5. Relación de agua/cemento

(Sánchez V., 2016), menciona que la relación agua/cemento de un concreto es un parámetro muy importante, debido a su influencia en la resistencia final del concreto y para lo que se precisa ajustar dicha relación de agua/cemento en la mezcla del concreto preparado con agregados reciclados aplicándose los ensayos pertinentes.

1.3.7.6. Porosidad

Para (Javier Z., 2016), el rango de la propiedad de porosidad se encuentra establecido entre los valores de 12.5% y 16%, esto es debido al porcentaje de mortero adherido hallado en los agregados adicionados del concreto reciclado.

1.3.7.7 Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado fresco

a. Peso Unitario

Según (Jordan, J.; Viera, N., 2014), los agregados obtenidos por medio del reciclado presentan una densidad menor, dicha afirmación se basa en Torben

Hansen quien sostiene que adicionar agregados reciclados reducen en un 5% la densidad del concreto.

b. Trabajabilidad

(Jordan, J.; Viera, N., 2014), sostiene que la forma y textura de los agregados reciclados influyen en la trabajabilidad del concreto. Generalmente un concreto es considerado trabajable mientras más fluido y consistente sean, esto permite un mejor manejo, compactado y acabado.

Para medir la trabajabilidad se realiza el ensayo de asentamiento, a través de un molde a base de lámina metálica en forma de cono, con diámetros de 20 y 10 cm con altura de 30 cm. (Abanto, 1995, p.47)

Tabla 11
Clases de mezcla según su rendimiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" – 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" - 4"	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto, 1995, p.49

c. Exudación

Para (Jordan, J.; Viera, N., 2014), el sangrado con agregados reciclados empleados en concretos debería realizarse posteriormente a las dos horas del mezclado, esto involucra que se comprenda el fenómeno para el cual se deban prever las precauciones pertinentes que permitan controlar dicho fenómeno, caso contrario se produciría indudablemente el problema de agrietamiento.

d. Consistencia

La consistencia permite medir la capacidad de fluencia del concreto, punto importante puesto que con esta propiedad se puede determinar la factibilidad con la que puede compactarse el concreto. Este ensayo puede ponerse a prueba con el Cono de Abrams.

Según NTP 339.035

-El ensayo ejecuta una muestra de concreto fresco en un molde de cono trunco, cabe señalar que dicho cono tiene que estar debidamente limpio, seguidamente se compacta por varillado dando 25 golpes en lapsos de 1/3 del cono, luego se retira el cono en forma vertical logrando con ello que el concreto se asiente. Observando ello, se tiene que diferenciar la distancia vertical entre su posición inicial y la desplazada del concreto, esto finalmente nos indica el asentamiento.

1.3.7.8. Propiedades del concreto en estado endurecido

(Carrillo, J. R. y Rojas, J. F., 2017) Indicaron que con respecto al concreto endurecidos sus propiedades son: Elasticidad, extensibilidad y la resistencia, esta última los autores fijan en su tesis como la capacidad de soportar cargas y esfuerzos debido a las propiedades adherentes del cemento (expresada en relación de agua/cemento en peso)

(Cachay, 2014) Nos indica que entre los ensayos en concreto endurecido destacan aquellos que sirven para la determinación de las resistencias mecánicas y dentro de aquellos destaca el ensayo para determinar la resistencia a compresión en muestras cilíndricas.

1.3.7.9. Comportamiento mecánico

(MACCAFERRI, 2014) Indicó que los pavimentos carreteros son considerados como losas apoyadas en el suelo sometidos a cargas y que, a través de los distintos tipos de cargas, el comportamiento mecánico de las dichas losas es compatible con el nivel de esfuerzos resistentes que puede ofrecer las losas de concreto reforzado con fibras.

(Sánchez, J. L.; Cobo, A.; Díaz, B. y Mateos, I., 2015) Indicaron que las fibras de acero incrementan la ductilidad del concreto bajo todo tipo de carga, pero su eficiencia varía en la mejora de su resistencia a compresión, tracción, esfuerzo cortante, torsión y flexión (p.2)".

a. Resistencia a la Compresión

(INACAL, 2018) El instituto nacional de la calidad nos brinda las normas técnicas peruanas en las cuales se encuentra la NTP 339.034 en la que se nos brinda el método normalizado para determinar la resistencia a la compresión.

Cabe resaltar que la propiedad más importante del concreto es la resistencia a la compresión, el cual se mide en Kg/cm². Para medir este esfuerzo se realiza ensayos mecánicos en probetas cilíndricas cuyo dimensionamiento de los cilindros presentan un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm; se deberá incluir en su diseño que las maquinas sean operadas por energía y no manual, aplicando carga continua sin detenimiento. Este ensayo está establecido por la norma ASTM C39, en la cual se determina la fuerza de compresión del cilindro al dividir la carga máxima obtenida de los ensayos entre el área de la sección transversal calculada según norma NTP 339.034

Tabla 12
Tolerancia de tiempo para realizar el ensayo de resistencia

Edad de	Tolerancia de Tiempo Permisible	NTP 339.034
	Horas	%
24 h	± 0.5	± 2.1
3 d	± 2	± 2.8
7 d	± 6	± 3.6
28 d	± 20	± 3.0
90 d	± 48	± 2.2

Fuente: Control de calidad del concreto

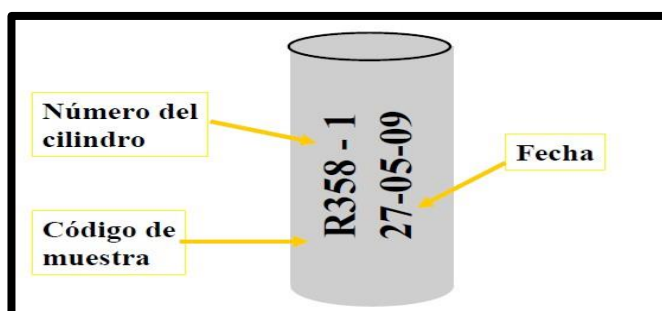


Figura 11: Identificar las probetas antes de refrentarlas
Fuente: Ing. Rafael Cachay

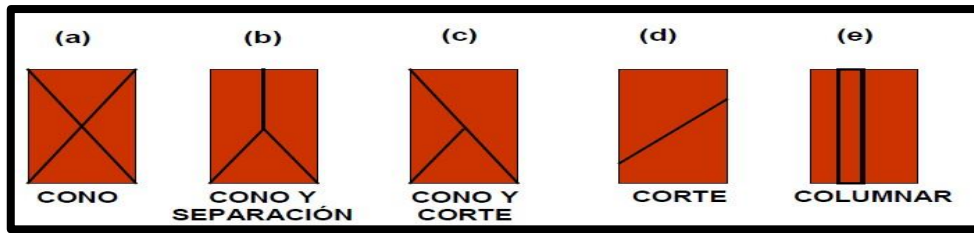


Figura 72: Tipos de roturas de probeta para ensayos de Compresión
Fuente: Elaboración propia

b. Resistencia a la flexión

(Norma NTP 339.079) La resistencia del concreto a la flexión simple es obtenida realizando un ensayo de vigas en el cual estas serán sometidas tanto a tensión como compresión. Según la norma este ensayo se determina aplica una carga sobre los tercios de la luz de la viga hasta que se presente la falla, para ello las vigas deben cumplir con las normas técnicas NTP 339.033, NTP 339.059 o NTP 339.183, debe considerarse que sus superficies deben ser lisas libres de cangrejeras.

Procedimiento:

- Después del diseño de la viga y luego de curarla está se somete inmediatamente a la prueba de flexión.
- Se aplica un esfuerzo de 3% a 6% de la carga estimada de rotura.
- Se aplica la carga considerando que se continúa sin ser impactos a una velocidad constante.

(Montalvo, 2015) Indicó que la resistencia a la flexión presenta un mayor incremento que por tensión o compresión debido a la respuesta dúctil del concreto con fibras de acero en la sección traccionada de una viga produciendo el desplazamiento del eje neutro hacia la zona de compresión; en conclusión, resume que la deformación ejercida a esfuerzos de flexión se ve incrementada entre un rango del 50 % al 70% en comparación a un concreto convencional.

(Guevara Huarcaya, 2008) En su tesis de pregrado señala que la influencia de las fibras es mayor en la resistencia a flexión que las propiedades de tensión o compresión, debido a la ductilidad del concreto fibroreforzado con acero y

haciendo que al traccionarse la viga desplace hacia la zona de compresión el eje neutro.

1.3.8. Diseño de mezcla de concreto

Se desarrollará el diseño de mezcla con los siguientes porcentajes de virutas de acero: 3%, 5% y 7%; y se obtendrá la resistencia del concreto a compresión, flexión y tracción. El diseño de mezcla se realizará según el método ACI-COMITÉ 211 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) considerado como un método tabulador donde se hace uso de tablas estandarizadas.

(Pacheco, 2016) Señaló que el ACI data del año 1944, y está basado en requisitos de diseño físicos y granulométricos, determinados por la norma ASTM C33, para agregados; determina en función del tamaño del agregado la cantidad de agua en la mezcla y de la trabajabilidad medida a través del SLUMP; también determina el volumen total del agregado grueso compactado en seco y correlaciona la relación a/c (agua – cemento).

PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO ACI PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.

Para emplear el método ACI- COMITÉ 211 se requiere conocer:

- **PRIMERO** los resultados de los ensayos aplicados a los materiales, como: Análisis granulométrico de agregados (ASTM C 136), peso específico del cemento (ASTM C 188), gravedad específica y absorción de agregados (ASTM C 127 – 128), peso volumétrico de agregados (ASTM C-29), contenido de humedad (ASTM C 566) y ensayo de asentamiento (ASTM C 143 o NTP 339.035); además también datos como la resistencia específica ($f'c$), tipo de cemento según NTP 334.009, condición de exposición: sin aire o con aire incorporado.

- **SEGUNDO:** Determinar la resistencia promedio ($f'cr$)
(Cachay, 2014) Indicó que el concreto se comporta estadísticamente, de no contar con resultados estadísticos de producción el comité ACI a nivel mundial recomienda calcular el $f'cr$ (resistencia promedio) de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 13
Cálculo de la resistencia promedio ($f'c$)

$f'c$ Especificado	$f'c$ (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$

210 - 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$
	$1.10f'c + 50$

Fuente: Elaboración propia

- **TERCERO:** selección del asentamiento según el tipo de consistencia del concreto. (Rodríguez, 2012) Indico que el nivel de asentamiento señala la relación de consistencia del concreto en función a su estado de fluidez.

Tabla 14
Cálculo de asentamiento según tipo de consistencia del concreto

Tipo de Concreto	Asentamiento	Comportamiento en la descarga
Muy seco	<2"	No fluye
Seco	2" a 3"	Necesita ayuda para fluir
Plastificado	4" a 5"	Fluye bien, forma pilas suaves
Fluido	6" a 7"	Fluye rápidamente, no forma pilas
Muy fluido	>7"	Muy fluido, >8" se puede auto nivelar

Fuente: Ing. José Rodríguez

Para obtener el valor de asentamiento para diseñar la mezcla según el tipo de obra requerida, decidimos usar como guía el cuadro realizado por el ingeniero Vizconde.

(Vizconde, 2013) Establece un cuadro de valores máximos y mínimos de asentamiento (SLUMP), para diversos tipos de obras; esto ayuda a ser más precisos al momento de obtener el volumen unitario del agua.

Tabla 15
Asentamiento recomendado para diversos tipos de obras

Tipo de Estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losa y Pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Nota:

1. El Slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación.

2. El Slump puede incrementarse en 1" si no se vibrados en la compactación.

Fuente: Ing. Hebert Vizconde

- **CUARTO:** Selección de volumen unitario de agua, son cantidades aproximadas para diversos asentamientos en donde se establecen tamaños máximos de agregados y la incorporación o no de aire en el concreto.

Tabla 16
Volumen unitario de agua (Lt/m³)

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
<u>Sin aire incorporado</u>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<u>Concreto con aire incorporado</u>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
<u>% de aire incorporado en función del grado de exposición</u>								
NORMAL	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
MODERADA	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
EXTREMA	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI 211

- **QUINTO:** Seleccionar el contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado grueso, según la tabla confeccionada por el comité ACI a más pequeño el agregado más aire atrapado.

Tabla 17
Contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado

TMN Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.3%

Fuente: ACI 211

- **SEXTO:** Relación Agua/cemento por resistencia del concreto.

Tabla 18
Relación agua / cemento

<u>F'c a 28 días</u> (kg/cm ²)	<u>Relación agua/cemento vs f'c</u>	
	<u>Relación Agua / Cemento en peso</u>	
	<u>Sin aire incorporado</u>	<u>Con aire incorporado</u>
3/8"	0.80	0.71
1/2"	0.70	0.61
3/4"	0.62	0.53
1	0.54	0.45
1 1/2"	0.47	0.39
2"	0.42	---
3"	0.38	Ley de Abraham's

Fuente: ACI 211

- **SEPTIMO:** Se determina el factor cemento (C) con la siguiente formula:

$$c = \frac{\text{Volumen Unitario del agua}}{\text{Relacion a / c}}$$

Luego el resultado es dividido entre el peso de una bolsa de cemento (42.5 kg), obteniéndose el número d bolsas de cemento a emplear.

$$\text{Cantidades de bolsas de cemento} = \frac{c}{42.5 \text{ Kg}} = \# \text{ bolsas de cemento}$$

- **OCTAVO:** En este paso se determina el contenido de agregado grueso por unidad de volumen del concreto, hay casos donde será necesario interpolar.

Tabla 19
Volumen del agregado grueso por metro cúbico del concreto

Tamaño Máximo Nominal del agregado	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
	3/8"	0.50	0.46	0.46
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

La cantidad total del agregado grueso es determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de A.G} = \text{Volumen de A.G} * \text{peso seco compactado de A.G}$$

- **NOVENO:** Luego los volúmenes absolutos del cemento, agua y agregado grueso son sumados; seguidamente se resta 1 a los volúmenes sumados anteriormente (cemento, agua, aire y agregado grueso) para obtener el volumen del agregado fino
- **DECIMO:** En este paso el peso seco del agregado fino es determinado.

Tabla 20
Estimación del peso del concreto

TNM de la Piedra	Sin aire incluido
3/8"	2280
1/2"	2310
3/4"	2345
1"	2380
1 1/2"	2410
2"	2445
3"	2490
3"	2490
6"	2530

Fuente: ACI 211

Peso seco del A.F = Volumen absoluto * peso específico del A.F.

- **ONCEAVO:** Se determinan los valores de diseño considerando el contenido de humedad y se finaliza estableciéndose las proporciones en peso.

1.4 Formulación del problema

En función a la realidad problemática expuesta se planteó lo siguiente:

1.4.1 Problema general

- En qué medida influye la incorporación de viruta de acero en el diseño de losa de concreto para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cómo realizar el diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?
- ¿Cuál es la resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?

1.5 Justificación del estudio

El trabajo experimental presente tiene como finalidad evaluar las propiedades mecánicas del concreto al incorporarse viruta de acero en el diseño de mezcla, para ello a través de ensayos en laboratorio se determinará la resistencia y aplicarse en pavimentos rígidos con tránsito medio o pesado de lima, consideramos también que para nuestro país sea un tema importante el uso alternativo de residuos metálicos en el concreto y aportar los resultados del siguiente trabajo.

1.5.1 Justificación metodológica

Con el propósito de cumplir con nuestros objetivos, acudimos al empleo de técnicas de investigación experimental, en el presente trabajo el concreto se diseñará convencionalmente y también incorporando fibras de acero en porcentajes diferentes, evaluándose el comportamiento de los diseños de mezcla propuestos apoyándonos de trabajos previos similares a nuestro tema.

1.5.2 Justificación tecnológica

Nuestro trabajo de investigación contribuirá con los nuevos avances tecnológicos para el concreto aplicado en pavimentos rígidos, de manera que se permitirá conocer resultados que puedan llegar a recomendar estos nuevos elementos en el concreto (viruta de acero) con los beneficios de calidad, costo y tiempo.

1.5.3 Justificación económica

En lima no abundan pavimentos regidos por su alto costo, pero los aumentos de vehículos pesados dan a exigir el uso de estos pavimentos, para la reducción de

costos y tiempo en la aplicación, proponemos en nuestro trabajo de investigación el uso de limalla de acero, un material metálico reciclable obtenidas de fábricas metalmeccánicas, así también dar mayor resistencia a los pavimentos con un tránsito medio/pesado.

1.6 Objetivo

1.6.1 Objetivo general

- Determinar la influencia de la incorporación de viruta de acero para mejorar el diseño de losa de concreto para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?

1.6.2 Objetivos específicos

- Elaborar un diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?
- Determinar a través de ensayos la resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?
- Determinar a través de ensayos la resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

- La incorporación de viruta de acero en el diseño de losa de concreto para estacionamiento presentará una mejora en sus propiedades físicas para su aplicación en la empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?

1.7.2 Hipótesis específicos

- El diseño de losa de concreto para estacionamiento se verá modificado incorporando viruta de acero, empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.

- La resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento presentará un incremento, empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.
- La resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento presentará un incremento, empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

(Ramírez, A., 2010) Define como método científico al conjunto de normas que determinan el proceso para realizar una investigación y en el cual los resultados se vean validados por la comunidad científicas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones nuestro estudio aplicará el método experimental y a su vez será ubicado dentro del grupo como cuasi experimental, en vista que para nuestro proyecto realizaremos procedimientos ya definidos y no ejecutados al azar.

Emplearemos una contrastación, en la que se utilizará una medición previa de la variable dependiente (Diseño de estacionamiento de concreto) que será usada antes de la aplicación de la segunda variable independiente (virutas de acero).

2.1.1. Método: Científico

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) El método científico tiene como finalidad esclarecer las relaciones entre las variables con el fin de confirmar la confiabilidad y dar fe de la validez de los resultados. Este método está basado en formular problemas relacionados al hombre y su realidad, tiene como esencia observar la realidad y la existente teoría para prever y poder dar soluciones a los problemas generados, de esta manera poder verificarlas al contrastarlas con la misma realidad, a través de los hechos observados y su análisis.

Tomando en cuenta estas indicaciones en nuestra investigación se iniciará con el planteamiento del problema principal, el cual es conocer ¿En qué medida influye la incorporación de viruta de acero en el diseño de losa de concreto para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí, 2019?, en merito a la anterior definición la investigación aplicará el método científico, para lo cual se aplicarán los pasos establecidos por dicho método de estudio.

2.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (Carrasco Díaz, 2014), la investigación básica o también llamada investigación pura o fundamental, es aquella llevada a cabo en ambientes como laboratorios y la cual busca contribuir al conocimiento científico, creando o modificando aportes teóricos o experimentales ya existentes.

Tomando en consideración las observaciones mencionadas, el proyecto de investigación a realizar se enmarca como tipo básica, ya que, se realizaría ensayos en laboratorios para obtener el comportamiento del concreto adicionado con virutas de acero aplicados en pavimentos rígidos.

2.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO-EXPLICATIVO

Según (Hernández Sampieri, y otros, 2014), este nivel de investigación está enfocado a relacionar diversos conceptos y se direccionan a poder responder las causas de hechos sociales y físicos; es decir por qué ocurre y el entorno u condiciones bajo las que se manifiesta, explicando así la relacionan entre variables; además el nivel descriptivo mide una serie de conceptos en un determinado momento relacionando sus dimensiones; considerando dichos detalles nuestro proyecto se establece bajo un nivel descriptivo - explicativo, ya que se medirá el comportamiento mecánico del concreto al adicionársele virutas de acero.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.2 Variables

Para nuestro proyecto las variables de investigación son las siguientes:

- ❖ Variable Independiente: Incorporación Virutas de Acero.
- ❖ Variable Dependiente: Diseño de losa de concreto para estacionamiento

2.2.3 Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables se define como el proceso a través del cual las variables de una determinada investigación son medidas. Este proceso se proyecta en un cuadro donde se especifican las dimensiones e indicadores de medición, además de detallarse en él también los problemas, objetivos e hipostasis de la investigación que se realiza.

2.2.4 Matriz de Operacionalización de las variables

DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE VIRUTA DE ACERO PARA ESTACIONAMIENTO, EMPRESA DE TRANSPORTES, SAN ANTONIO ,HUARACHIRI 2019

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿En qué medida influye la incorporación de viruta de acero en el diseño de losa de concreto para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Determinar la influencia de incorporación de viruta de acero para mejorar el diseño de losa de concreto para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.	La incorporación de viruta de acero en el diseño de losa de concreto para estacionamiento presentará una mejora en sus propiedades físicas para su aplicación en la empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.	Viruta de Acero	Ensayos Físicos	Peso Especifico Peso Unitario Incorporación con 3 KG Incorporación con 5 KG
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
¿Cómo realizar el diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Elaborar un diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.	El diseño de losa de concreto para estacionamiento se verá modificado incorporando viruta de acero, empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.	Diseño de Losa de Concreto	Estudios Diseño de Mezcla Método AASHTO 93	Granulometría CBR ACI ESAL'S Serviciabilidad %CBR Módulo de Reacción de la Subrasante Modulo Elástico del Concreto Modulo Rotura del Concreto
¿Cuál es la resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Determinar a través de ensayos la resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.	La resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento presentará un incremento, empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.			Ensayo de Resistencia a la Flexión
¿Cuál es la resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Determinar a través de ensayos la resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.	La resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento presentará un incremento, empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019.		Ensayos Mecánicos	Ensayo de Resistencia a la Compresión

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Variable	Dimensión	Indicador
Variable Dependiente INCORPORACION DE VIRUTA DE ACERO	(Parra, K. M. y Bautista, M. A., 2010). Definieron a la viruta de acero como un material producido como consecuencia del pulido o moldeado de metales y que al ser considerados desechos para las empresas y compañías metalmecánicas pueden ser obtenidas por medio del reciclado en dichas empresas.	Se recogieron las virutas de acero eliminadas como los desechos de las empresas dedicadas al rubro metal mecánica. Se limpian y seleccionan los tipos de viruta de acero que posteriormente se utilizarán.	Viruta de Acero	Ensayos Físicos	Peso Especifico
					Peso Unitario
				Dosificación	Incorporación con 3 KG
					Incorporación con 5 K
Variable Independiente DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO PARA ESTACIONAMIENTO	El manual de carreteras del MTC define a los pavimentos de concreto o "rígidos" como losas de concreto que debido a su rigidez absorben casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante. (MTC Manual de Carreteras, 2014)	Se realizará el diseño de losa de concreto para estacionamiento de la empresa San Ignacio S.A El diseño de losa de concreto para el estacionamiento se realizará a través del método ASHTO93 para pavimentos Se realizarán los ensayos correspondientes en el laboratorio.	Diseño de Losa de Concreto	Estudios	Granulometría
					CBR
				Diseño de Mezcla	ACI
					ESAL'S
				Método AASHTO 93	Serviciabilidad
					%CBR
					Módulo de Reacción de la Subrasante
					Modulo Elástico del Concreto
					Modulo Rotura del Concreto
				Ensayos Mecánicos	Ensayo de Resistencia a la Flexión
Ensayo de Resistencia a la Compresión					

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Para Arias (2012) la población representa el conjunto finito o infinito de elementos que presentan características comunes y de las cuales se extenderá las conclusiones de la investigación. Además, es delimitada por el problema y por los objetivos de estudio". (p.81).

Para Carrasco Díaz (2006) Es el conjunto conformado por todos los elementos (unidad de análisis) pertenecientes a un mismo ámbito espacial en el cual es desarrollado un trabajo de investigación (p.236).

Para esta investigación la población de estudio se encuentra definida por la mezcla del pavimento rígido con incorporación de viruta de acero bonificada.

2.3.2 Muestra

Balestrini, M., (2006) define la muestra como una porción representativa de una población, cuyas características en ella deben producirse lo más exactamente posible. (p.141).

Arias (2012) la define como un subconjunto representativo y finito extraído de una población accesible (p.83).

Para nuestra investigación la muestra es establecida por las probetas y viguetas incorporadas con virutas de acero, evaluando las variaciones en las propiedades mecánicas que se obtengan mediante el concreto modificado.

2.3.3 Muestreo

El muestreo se le denomina a la "clasificación de elementos o aquellos elementos que cumplan con determinadas especificaciones técnicas", por otra parte, podemos definir el muestreo como un tipo no probabilístico, sino más bien que es por conveniencia, definiéndolo como "aquella que no es dependiente de las probabilidades y está formado por casos a los que se tiene accesos"

En nuestra investigación utilizaremos el muestreo no probabilístico, es decir que sea de tipo intencional.

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

2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Para poder realizar nuestro proyecto investigación, procedimos a utilizar las siguientes técnicas y herramientas, las mismas que nos permitirán lograr cada uno de nuestros objetivos.

2.4.2 Técnica:

(Borja S., 2012) Es un proceso por el cual se recolectan los datos a través de la selección de un instrumento para recolectar datos y que a su vez presente validez y confiabilidad. Para ello se utilizará la información recabada de campo, exponiendo los formatos empleados en la investigación. Aplicar dicho instrumento de estudio a la muestra; obteniendo registros de observaciones o medir las variables para realizar un análisis de la información producida.

La principal técnica aplicada para el siguiente estudio se realizará a través de la observación directa, análisis de documentos y ensayos de laboratorio con y sin incorporación de virutas de acero bonificado.

Las técnicas aplicadas son:

- Análisis de Documentos y /o fichas
- Observación directa
- Ensayos de laboratorio para testigos según norma.
- Se aplicarán dichos ensayos según la norma.

2.4.3 Instrumentos:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) Sostiene que los instrumentos para recolectar los datos tienen que cumplir tres requisitos. Los cuales son la confiabilidad, validez y objetividad. Para nuestro proyecto se aplicarán los siguientes instrumentos:

- Ficha de recolección de datos.
- Balanza electrónica
- Prensa Hidráulica para comprensión, flexión certificada.

PROTOSCOLOS:

- Normas ASTM
- Método ACI Comité 21

2.4.4 Validez:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) “la validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir y en el que se puede obtener diferentes tipos de evidencias” (p.201)

En nuestra investigación se aplicarán las normas técnicas establecidas y que han sido dispuestas para los diversos ensayos de prueba de laboratorio, las cuales no necesitan un juicio de expertos para su validación, ni de evaluar su confiabilidad debido a que los procedimientos ejecutados en el diseño de mezcla de concreto son procesos estandarizados y de alcance nacional e internacional como lo son las normas peruanas (NTP) y el Método ACI Comité 211.

2.4.5 Confiabilidad:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) La confiabilidad define el grado por el cual los resultados producidos por un instrumento presentan consistencia y coherencia; ya que si al medir la temperatura ambiental con un termómetro cada cierto minuto y este presentara resultados muy distintos no presentaría confiabilidad dicho termómetro (p.200).

Para nuestro proyecto de investigación se emplearán técnicas, así mismo método AASHTO 93 y ACI, los cuales constituyen procedimientos estandarizados a nivel nacional e internacional. Adicionalmente todos los ensayos estarán sujetos a la presencia personal e ingenieros capacitados, así mismo se solicitará certificados de calibración de cada instrumento empleado.

2.5. Métodos de Análisis de Datos:

(Borja S., 2012) El análisis de datos a aplicar debe realizarse en función al tipo de datos recolectados a través de las pruebas de laboratorio. Además, estos deben ser codificados y digitalizados en alguna hoja electrónica estableciendo una matriz de datos.

Para analizar los datos obtenidos con los ensayos en laboratorio se realizará lo siguiente:

- Recolección de información: observación del comportamiento y ensayos de probetas.

- Diseño de los cuadros y tablas comparativos (Excel)
- Históricos de los resultados en gráficos estadísticos (Excel)
- Se analizará la mejora de las propiedades mecánicas del concreto aplicado en pavimentos.

2.6. Aspectos éticos:

El cumplimiento de los aspectos éticos de la investigación está establecido en conformidad a lo siguiente:

- De acuerdo al artículo 14 del Código de Ética de la UCV para realizar una investigación, aprobado por Consejo Universitario con resolución N° 0126-2017/UCV el 23 de mayo de 2017, para realizar una investigación mencionando el nombre de la entidad en la que fue desarrollada, es preciso tener la aprobación del representante legal de la entidad. Esto aplica para todo tipo de documento de investigación: tesis, artículo, proyecto de investigación docente, etc., sobre todo si es pensado publicarse.

En general y principalmente en investigaciones relacionadas con la salud precisan el cumplimiento de los principios universales de la bioética: beneficiar, no mal eficiencia, autonomía y justicia establecidos en el Código de Ética de la UCV para la realización de una investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de Resultados

Recopilación de Información

Trabajo de Campo

Empresa Transporte San Ignacio S.A

Para la ejecución del estudio, “Diseño de losa de concreto incorporando viruta de acero para el estacionamiento en la empresa de transportes san Ignacio s.a, san Antonio -Huarochirí 2019” debemos de tener en cuenta la ubicación de lugar, las características de los vehículos.

Ubicación del Proyecto: Se encuentra en la Av. Naciones Unidas – Sector el Palomar. Distrito de San Antonio de Jicamarca Provincia de Huarochirí.

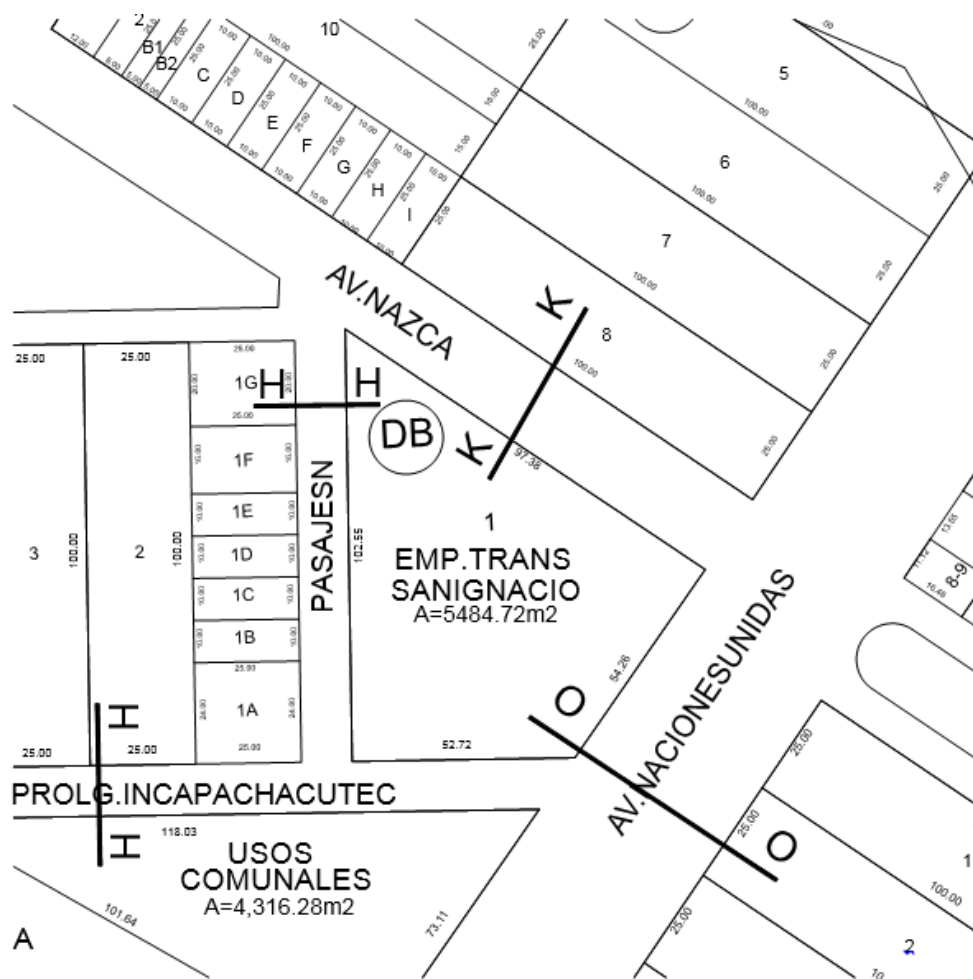


Figura 13: Mapa – Ubicación del Proyecto
Fuente: Municipio de San Antonio de Jicamarca



Figura 14: Entrada de Vehículos a Empresa de Transporte San Ignacio S.A
Fuente: Elaboración propia

3.2 Ensayos para la clasificación de los suelos

3.2.1 Análisis granulométrico por tamizado

La granulometría del suelo se analizará conforme a la norma ASTM D6913-18

- ❖ Este método se utiliza para separar partículas en rangos de tamaño y establecer la cantidad de masa de partículas en cada rango. Los datos se combinan determinando la distribución del tamaño de partícula (gradación). Por medio de método se aplica un criterio de tamizado de aperturas cuadradas estableciendo la gradación del suelo entre los tamices 3" (75 mm) y N° 200 (75 μ m).
- ❖ Para la muestra de este ensayo se empleará un tamizado compuesto, donde la muestra se obtendrá por medio del secado al horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, el tamiz N° 4 se establece como tamiz separador y se reportarán los resultados por el método "B" de la norma ASTM D6913
- ❖ La muestra será secada al horno a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Antes del tamizado se lavará la muestra para separar las partículas finas y se secará nuevamente en el

horno. La muestra obtenida luego del secado es colocada en el tamiz más grueso, se agitan los tamices y el material retenido en cada tamiz para cada tamaño es pesado.

Tabla 21
Análisis Granulométrico por Tamizado

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PORCENTAJE QUE PASA
3"	76.200	100.0
2"	50.800	97.5
1 1/2"	38.100	90.7
1"	25.400	76.8
3/4"	19.000	52.3
3/8"	9.500	35.4
N°4	4.750	29.1
N°10	2.000	28.4
N°20	0.840	25.5
N°40	0.425	20.8
N°60	0.250	16.7
N°100	0.150	13.9
N°140	0.106	12.0
N°200	0.075	10.8

Fuente: Elaboración propia

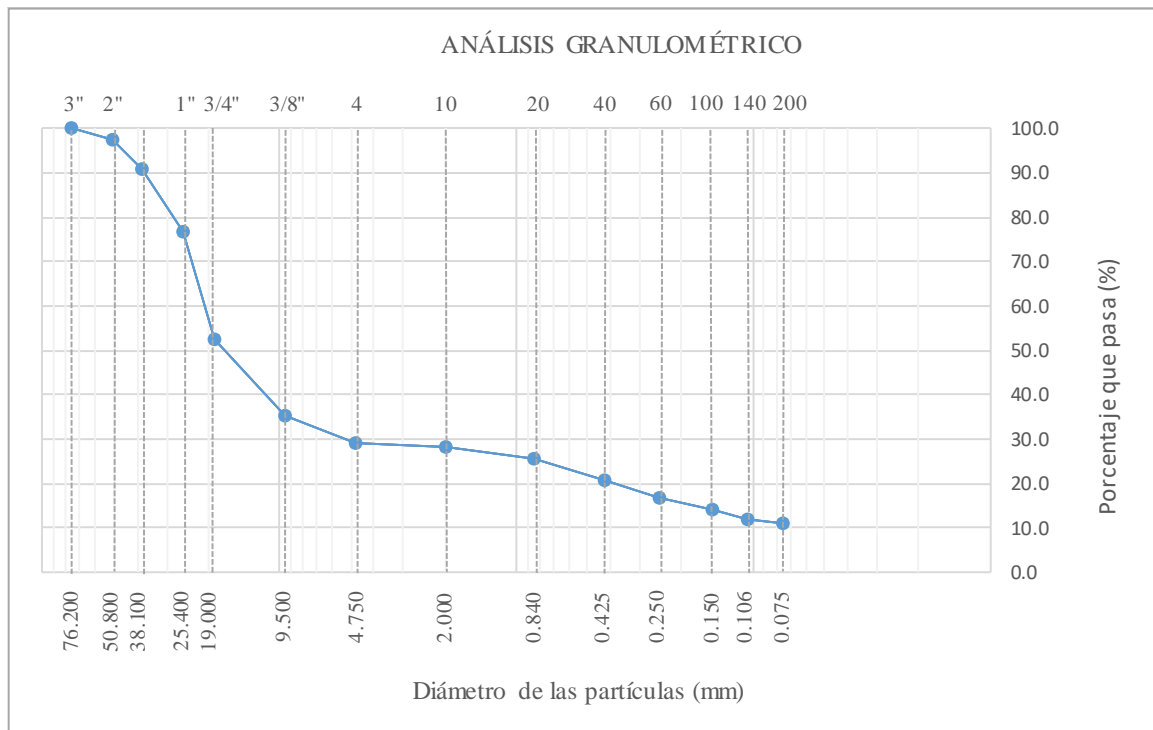


Figura 8: Gráfico de Análisis granulométrico por tamizado
Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Contenido de Humedad

Según la norma ASTM D2216 se determinó el porcentaje de humedad del suelo

- ❖ Este método obtiene el peso eliminado de agua en una muestra de suelo al secarse en un horno con una temperatura controlada de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. El peso obtenido del secado de la muestra de suelo es considerado como el peso seco del suelo y el peso perdido luego del secado como el peso del agua

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$

Tabla 22
Resultados de los Ensayos de Contenido de Humedad – ASTM D2216

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a $110^\circ \pm 5^\circ\text{C}$

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Límites de consistencia

Los límites de consistencia del suelo se determinaron a través de la norma ASTM D4318

- ❖ Este método presenta como objetivo obtener el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de un determinado tipo de suelo.
- ❖ El límite líquido es obtenido mediante el esparcimiento de la muestra sobre una copa de latón, dividida por una herramienta de ranurado en dos partes, posteriormente se dejan fluir juntas a partir de los golpes causados al dejar caer repetidamente la copa en un dispositivo mecánico estándar, siguiendo el Método de Límite Líquido A (Método Multipunto) o el Método de Límite Líquido B (Método de un Punto).
- ❖ El límite plástico es obtenido al presionar alternadamente y enrollar una porción de suelo plástico en una hebra de 3.2 mm de diámetro hasta reducir el contenido de agua hasta el punto de deshacerse la hebra, siendo imposible aplastar y enrollar nuevamente.

- ❖ El índice de plasticidad es calculado mediante la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Tabla 23
Resultados de los Ensayos de Límites de Consistencia – ASTM D4318

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LIQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
INDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
INDICE DE CONSISTENCIA	-
INDICE DE LIQUIDEZ	-
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Clasificación del Suelo

La muestra del suelo se determinó a través de la clasificación SUCS (ASTM D2487) y la clasificación AASHTO (ASTM D3282)

- ❖ La clasificación del suelo según SUCS (AASHTO D2487) determina la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el índice de plasticidad en laboratorio, además también se apoya en la gráfica de plasticidad definida por A. Casagrande (1932). Su nomenclatura es designada por un símbolo conformado por dos letras; la primera referida al principal componente del suelo y la segunda refiere información respecto a la curva granulométrica o características de plasticidad del suelo.
- ❖ La clasificación del suelo según AASHTO está basado en los resultados de laboratorio para establecer en una determinada muestra de suelo el tamaño de las partículas, así como también los valores del límite líquido (LL) y plástico (LP). El suelo es clasificado por medio de grupos establecidos en un cuadro donde se encuentran los distintos grupos divididos a través de un índice de grupo, el cual se calcula por medio de una ecuación establecida por el AASHTO.

- ❖ Mediante una clasificación visual – manual se clasifico la muestra de suelo como una GP-GW, Grava pobremente gradada con limo y arena de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca con grava de TM < 2” de forma sub angulosa o angulosa
- ❖ Los ensayos aplicados sobre la muestra del suelo dieron como resultado para los métodos SUCS y AASHTO la siguiente clasificación

*Tabla 24
Resultados de los Ensayos de Clasificación de Suelos por AASHTO y SUCS*

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	GP - GM
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava pobremente gradada con limo y arena

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Análisis granulométrico del agregado grueso y fino

El análisis granulométrico se realizó bajo la NTP 400.037, cuya normativa toma como base la norma ASTM C33, y la cual indica determinar la gradación de materiales a emplear como agregados grueso y fino bajo la norma NTP 4000.012.

- ❖ Para el agregado fino, una vez seleccionada la muestra esta es colocada a una temperatura de 10°C con un margen de $\pm 5^\circ\text{C}$ en el horno. Se debe contar con una muestra mínima de 1000 gr. en estado seco, realizar el tamizado y luego pesarse los pesos retenidos encontrados en las distintas mallas desde la malla superior hasta la malla #200.
- ❖ Para el agregado grueso, de igual manera que el fino se seleccionara la muestra y se colocara en el horno a una temperatura de 10°C con un margen de $\pm 5^\circ\text{C}$. Posteriormente se secura el agregado, se pesaran 500 gr. y se realizara el tamizado, por último, se procederá a pesar cada uno de los pesos retenidos encontrados en cada malla a partir desde la malla superior.

Tabla 25
Análisis Granulométrico del Agregado Fino

a	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm					
3 1/2"	88.90 mm					
3"	76.20 mm					
2 1/2"	63.50 mm					
2"	50.80 mm					
1 1/2"	38.10 mm					
1"	25.40 mm					
3/4"	19.05 mm					
1/2"	12.70 mm					
3/8"	9.53 mm				100.00	100.00
# 4	4.75 mm	36.2	3.07	3.07	96.93	95.00
# 8	2.36 mm	121.3	10.28	13.34	86.66	80.00
# 15	1.18 mm	369.4	31.30	44.64	55.36	50.00
# 30	0.59 mm	265.1	22.46	67.10	32.90	25.00
# 50	0.30 mm	198.3	16.80	83.90	16.10	5.00
# 100	0.15 mm	124.6	10.56	94.46	5.54	0.00
# 200	0.07 mm					
Fondo	0.01 mm	65.4	5.54	100.00	0.00	0.00
Total		1180.3				

Fuente: Elaboración propia

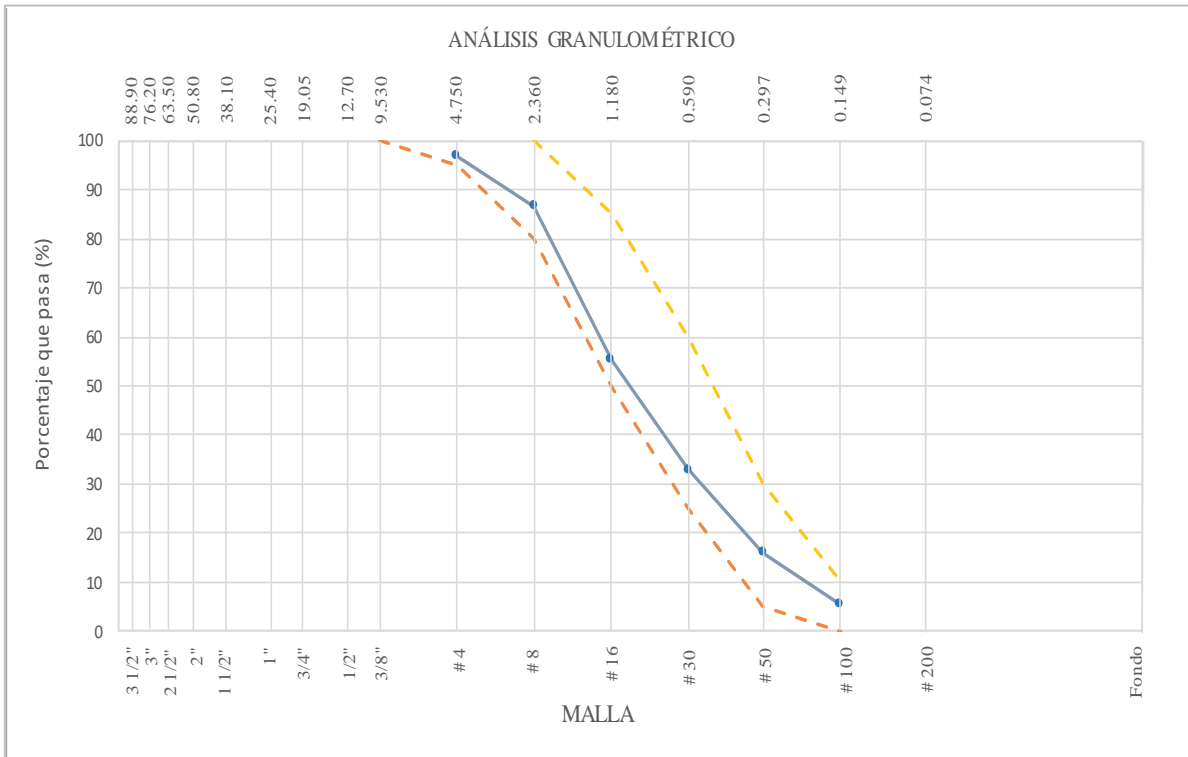


Figura 9: Gráfico de granulometría de agregado fino dentro de los límites
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26
Características Físicas de la Muestra de Agregado Fino

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Peso Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.515
Peso Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.591
Peso Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.722
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)	1580
Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)	1720
Humedad de absorción (%)	3
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.07
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27
Análisis Granulométrico del Agregado Grueso HUSO 56

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	
4"	101.60	mm					
3 1/2"	88.90	mm					
3"	76.20	mm					
2 1/2"	63.50	mm					
2"	50.80	mm					
1 1/2"	38.10	mm		100.00	100.00	100.00	
1"	25.40	mm	326.2	7.13	7.13	92.87	90.00
3/4"	19.05	mm	1702.0	37.21	44.34	55.66	40.00
1/2"	12.70	mm	1065.0	23.28	67.63	32.37	10.00
3/8"	9.53	mm	980.0	21.43	89.05	10.95	0.00
# 4	4.75	mm	364.5	7.97	97.02	2.98	0.00
# 8	2.36	mm					
# 15	1.18	mm					
# 30	0.59	mm					
# 50	0.30	mm					
# 100	0.15	mm					
# 200	0.07	mm					
Fondo	0.01	mm	136.2	2.98	100.00	0.00	0.00
Total			4573.9				

Fuente: Elaboración propia

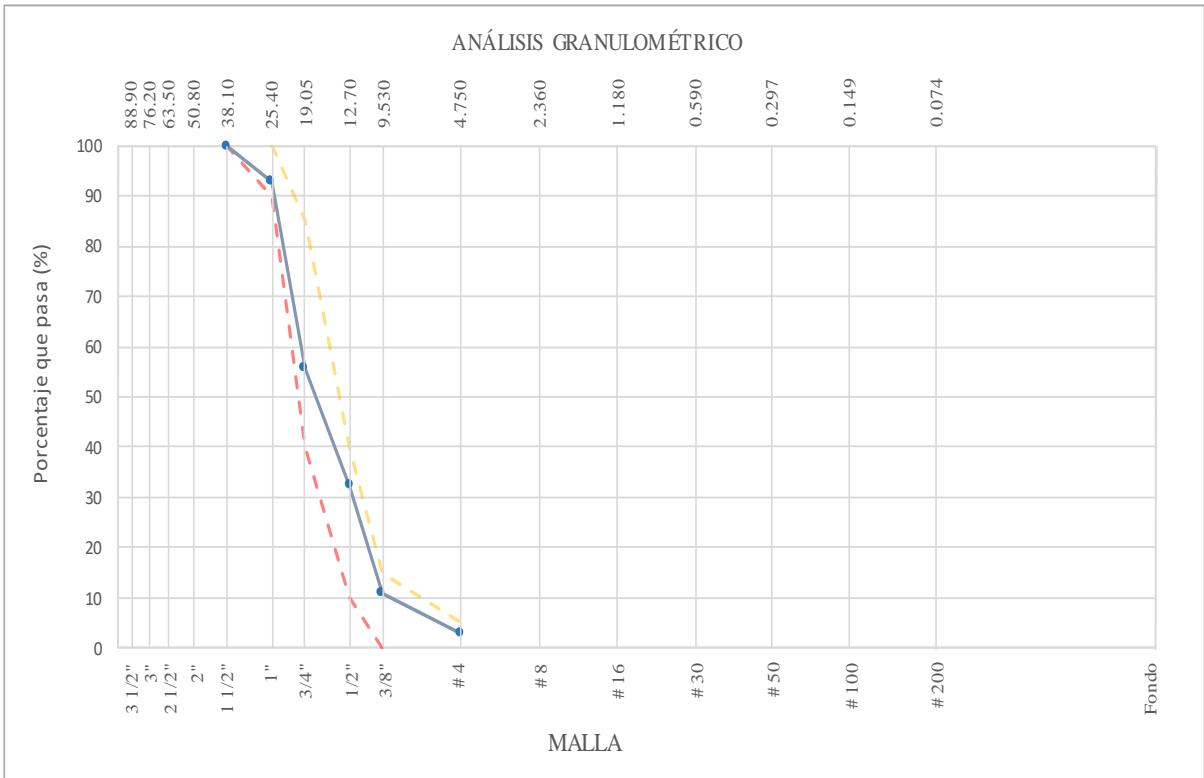


Figura 10: Gráfico de granulometría de agregado grueso HUSO 56 dentro de los límites
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28
Características Físicas de la Muestra de Agregado Grueso

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Peso Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.744
Peso Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.755
Peso Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.775
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)	1610
Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)	1506
Humedad de absorción (%)	0.41
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"
Módulo de Fineza	7.3
% < Malla N° 200 (0.75 μm)	0.26

Fuente: Elaboración propia

3.3. Ensayos para obtención de C.B.R

3.3.1 Ensayo de Proctor modificado para C.B.R.

El ensayo de Proctor modificado se determinó acuerdo a los parámetros pactados por la norma ASTM D1557

- ❖ Este ensayo es el más empleado para la compactación en laboratorio, tiene tres variantes que varían dependiendo del porcentaje del tamaño de las partículas existentes en un suelo. Esta prueba establece el valor máximo de peso específico seco y óptimo contenido de humedad
- ❖ Este ensayo se emplea para suelos con un porcentaje menor de 30% de peso retenido en el tamiz 19mm. Se utilizó un molde con volumen igual a 2127 cm³ y en donde el suelo es compactado en cinco capas empleando un pisón de 4.5 ±0.01kg, dejando caer el pisón a una altura de 457.2 ±1.6mm, la cara de golpe del pisón tiene un diámetro de 50.8 ±0.25mm.

Tabla 29

Ensayo de Compactación – Proctor Modificado para CBR

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR				
Volumen Molde = 2127 cm ³	Peso Molde = 6382 gr.			
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso volumétrico Húmedo (gr.)	2.13	2.281	2.303	2.281
Contenido de agua (%)	5.4	7.3	9.3	11.3
Densidad Seca (gr/cc)	2.02	2.126	2.108	2.049
Densidad Max. Seca: 2.130 gr/cm ³	Contenido de humedad óptimo: 7.80 %			

Fuente: Elaboración propia

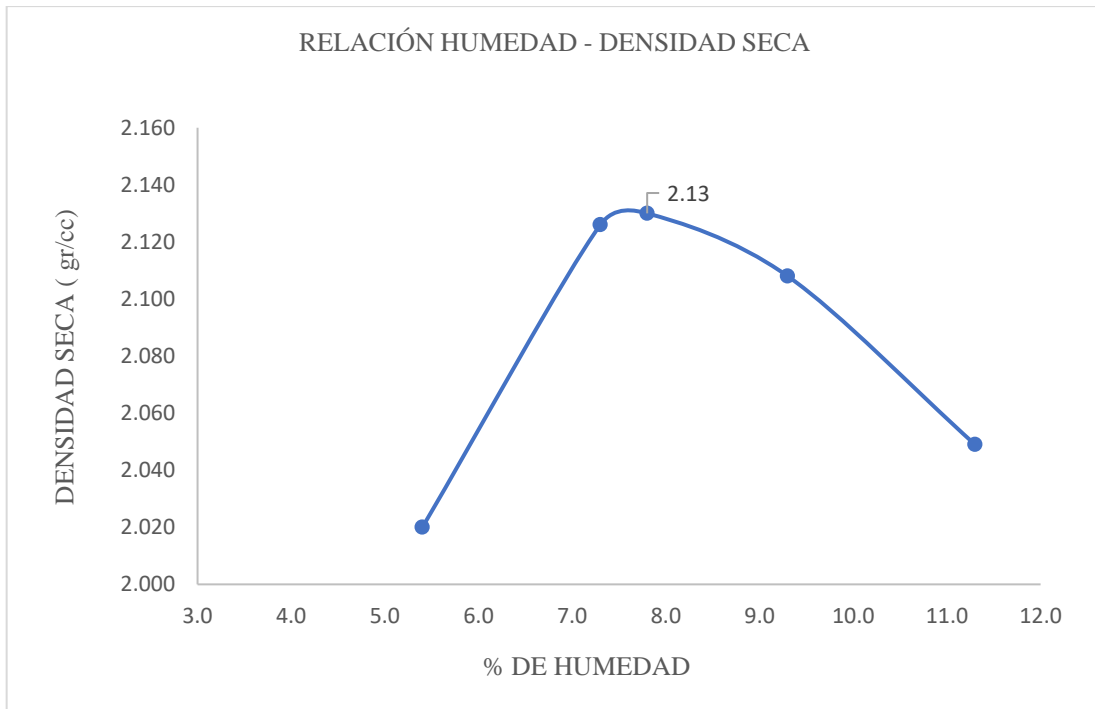


Figura 11: Curva de compactación ASTM D1557
Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Ensayo de Valor de soporte de California – C.B.R.

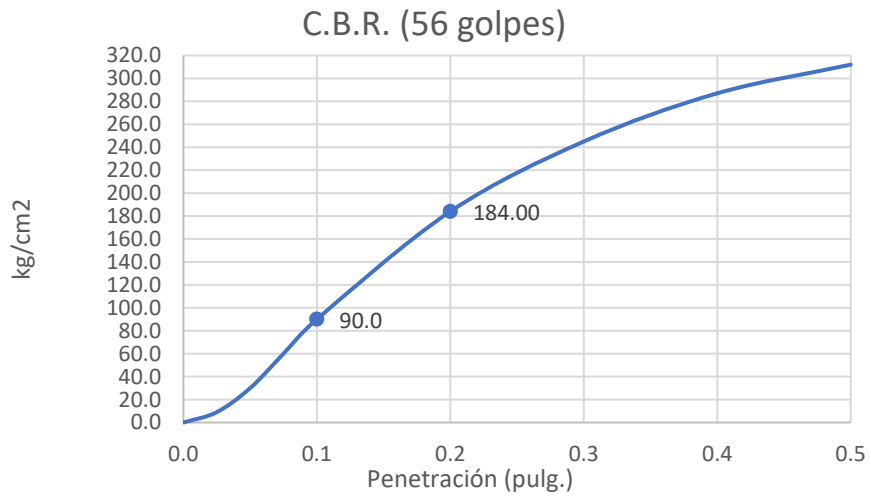
El ensayo de Proctor modificado se determinó siguiendo la norma ASTM D1883 y sus parámetros establecidos.

- ❖ El procedimiento determina los valores de relación de soporte obtenidos a través de muestras ensayadas con igual peso unitario y contenido de agua que se espera hallar en el terreno. Generalmente se observa una condición de humedad crítica cuando la muestra se encuentra saturada, debido a esto el método original establece ensayar las muestras luego de ser sumergidas en agua por un espacio de cuatro días colocados en moldes siendo sobrecargados con un peso igual al peso del pavimento que soportara el material.

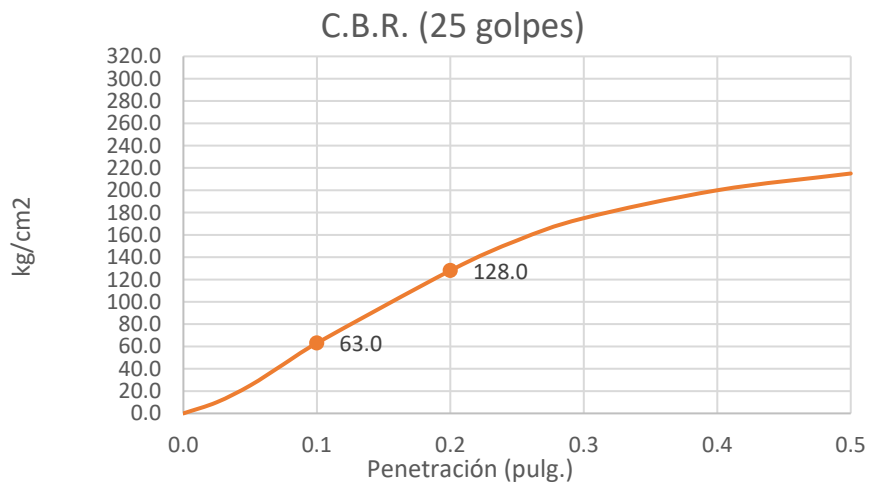
Tabla 30
Cálculo de la Relación de Soporte de CBR

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE CBR													
Molde N°		4				6					2		
N° de capas		5				5					5		
N° de golpe por capa		56				25					10		
Peso suelo + molde (gr.)		11.974				12.121					12.257		
Peso molde (gr.)		7.105				7.326					7.675		
Peso suelo compactado (gr.)		4.869				4.795					4.582		
Volumen de molde (cm ³)		2.123				2.123					2.124		
Densidad húmeda (gr./cm ³)		2.294				2.259					2.157		
Humedad (%)		7.8				7.8					7.9		
Densidad seca (gr./cm ³)		2.128				2.095					2.000		
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>													
Peso de tara (gr.)		91.4				86.3					145.5		
Tara + suelo húmedo (gr.)		560.4				498					506.2		
Tara + suelo seco (gr.)		526.5				468.2					479.9		
Peso de agua (gr.)		33.9				29.8					26.3		
Peso de suelo seco (gr.)		435.1				381.9					334.4		
Humedad (%)		7.8				7.8					7.9		
<u>PENETRACIÓN</u>													
		<u>Molde N°4</u>				<u>Molde N°6</u>				<u>Molde N°2</u>			
<u>Penetración (pulg.)</u>	<u>Carga Standard (kg/cm³)</u>	<u>Carga</u>		<u>Corrección</u>		<u>Carga</u>		<u>Corrección</u>		<u>Carga</u>		<u>Corrección</u>	
		<u>Indicador</u>	<u>kg/cm²</u>	<u>kg/cm²</u>	<u>CBR %</u>	<u>Indicador</u>	<u>kg/cm²</u>	<u>kg/cm²</u>	<u>CBR %</u>	<u>Indicador</u>	<u>kg/cm²</u>	<u>kg/cm²</u>	<u>CBR %</u>
0.025		35	1.7			25	1.2			57	2.80		
0.050		212	10.5			148	7.4			169	8.40		
0.075		514	25.6			360	17.9			287	14.30		
0.100	70.307	940	46.7	90.0	128	658	32.7	63.0	89.6	404	20.10	21.0	29.9
0.150		1815	90.3			1271	63.2			609	30.30		
0.200	105.46	2356	117.2	184.0	174.5	1649	82.0	128.0	121.4	811	40.30	40.0	37.9
0.250		3778	187.9			2645	131.5			1002	49.80		
0.300		4727	235.1			3309	184.6			1166	58.00		
0.400		5560	276.5			3892	193.5			1504	74.80		
0.500		6210	308.8			4256	211.6			1869	92.90		

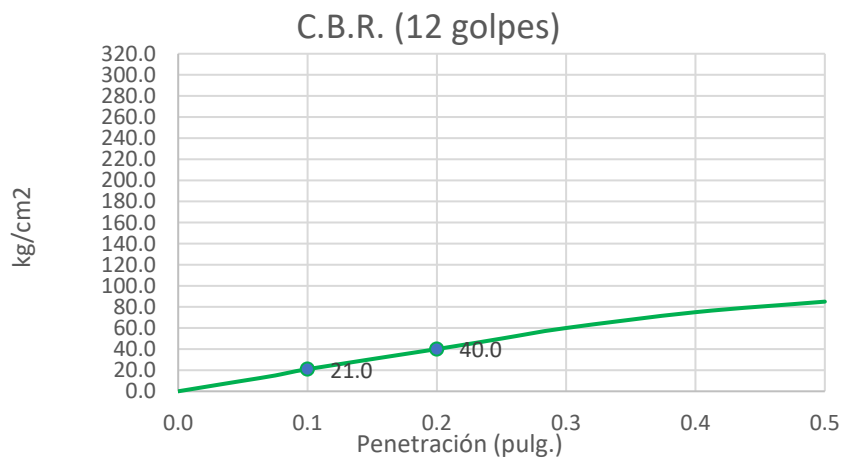
Fuente: Elaboración propia



*Figura 12: C.B.R. (0.1") 56 golpes 128%
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 20: C.B.R. (0.1") 25 golpes 89.6%
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 13: C.B.R. (0.1") 12 golpes 29.9%
Fuente: Elaboración propia*

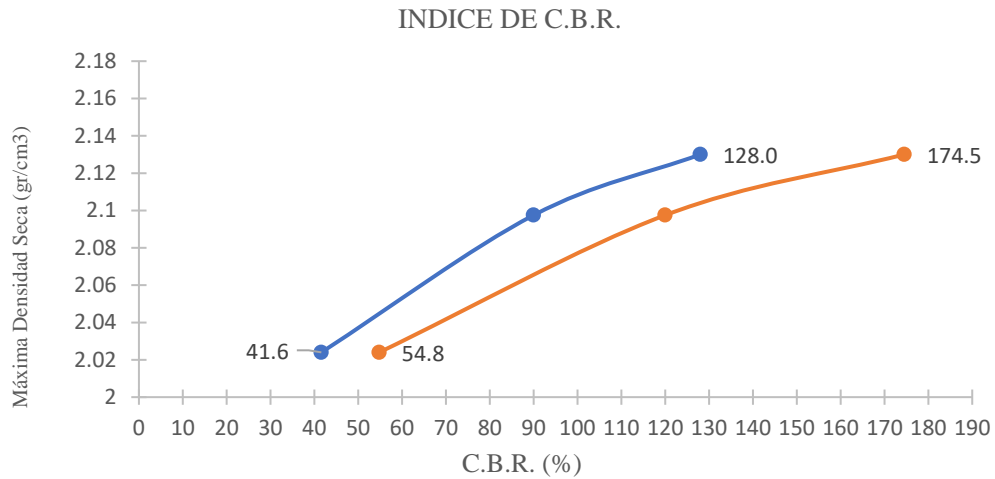


Figura 14: Curva de C.B.R. vs Densidad
Fuente: Elaboración propia

- ❖ CBR (100% MDS) 0.1" : 128%
- CBR (100% MDS) 0.2" : 174.5%
- CBR (95% MDS) 0.1" : 41.6%
- CBR (95% MDS) 0.2" : 54.8%

3.4 Diseño de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ empleando el método ACI

3.4.1. Diseño de mezcla 280 kg/cm^2 concreto patrón sin sustitución de agregado grueso reciclado a los 28 días.

La selección de las proporciones se realizará aplicando el método del ACI, cuya prueba de compresión busca una fuerza de 280 kg/cm^2 a los 28 días.

- PRIMERO: DATOS DE GRANULOMETRIA
 - Cemento
 - Sol/Tipo I
 - $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - $P_c = 3.12 \text{ gr/cm}^3$
 - Slump= 3"
 - $P_c \text{ Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$
 - Agregado

Tabla 31
Contenido de Información de Agregado Fino - Agregado Grueso

AGREGADOS	Arena Gruesa	Agregado Grueso
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1580	1506

Peso unitario compactado (kg/m ³)	1720	1610
Peso específico (kg/m ³)	2515	2744
Módulo de fineza	3.07	7.3
TMN		1"
% Absorción	3.00 %	0.41 %
Contenido de humedad	1.00 %	0.30 %

Fuente: Elaboración propia – ACI 211

- SEGUNDO: DETERMINAR LA RESISTENCIA PROMEDIO

Calculo F'cr (resistencia promedio requerida)

$$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabla 32

Tabla para hallar el Límite de Resistencia y Resistencia Promedio

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 - 350	F'c + 84
>350	F'c + 98

Fuente: Elaboración propia - ACI 211

$$F'cr = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2$$

- TERCERO: Selección de asentamiento

Tabla 33

Tabla para hallar el Slump de Concreto para Pavimentos

TIPO DE ESTRUCTURA	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapata y muros de cimentación reforzado	3"	1"
Cimentaciones simples y calzadura	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Elaboración Propia – ACI 211

- CUARTO: CONTENIDO DE AIRE

Seleccionar el porcentaje de aire atrapado en función al tamaño del agregado grueso, según tabla confeccionada por el comité ACI.

Tabla 34

Tabla para hallar el Slump de Concreto para pavimentos

TMN Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: Elaboración Propia – ACI 211

Aire Seleccionado = 1.5%

- QUINTO : CONTENIDO DE AGUA

Se determina el volumen unitario de agua, el ACI 211 establece cantidades aproximadas para diferentes asentamientos, tamaño máximo de agregado, con aire incorporado y sin aire incorporado del concreto.

Tabla 35

Tabla para hallar el Volumen Unitario de Agua

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
	<u>Sin aire incorporado</u>							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Concreto con aire incorporado

1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

% de aire incorporado en función del grado de exposición

NORMAL	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
MODERADA	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
EXTREMA	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: Elaboración Propia – ACI 211

$$a = 205 \text{ Lt/m}^3$$

- **SEXTO:** Determinar la relación agua/cemento para la resistencia del concreto.

Tabla 36

Tabla para hallar la Relación agua / cemento para Diseño de Mezcla 280 Kg/cm²

Relación agua/cemento vs f'c

F'c a 28 días (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.54	0.45
350	0.47	0.39
400	0.42	-----
450	0.38	LEY DE ABRAM'S

Fuente: Elaboración Propia – ACI 211

$$\begin{array}{r}
 350 \text{ ----- } 0.47 \\
 364 \text{ ----- } X \\
 400 \text{ ----- } 0. \\
 \hline
 \frac{350-364}{0.42-X} = \frac{400-364}{0.42-0.47}
 \end{array}$$

$$X=0.46=a/c$$

- **SÉPTIMO:** Se determina el factor de cemento con la formula.

$$C = \frac{\text{Volumen Unitario del Agua}}{\text{Relacion a/c}}$$

$$F.C = \frac{205}{0.46} = 445.65 \text{ ----- } = \frac{445.65 \frac{Kg}{m^3}}{42.5 Kg} = 10.48 \text{ Bolsas/m}^3$$

- **OCTAVO:** Se determina el contenido de agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tabla 37

Tabla para hallar la relación agua / cemento para Diseño de Mezcla 280 Kg/cm²

Tamaño Máximo Nominal del Agregado	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diferentes módulos de fineza del agregado fino. (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.46	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Elaboración Propia – ACI 211

$$\text{Peso del a. grueso} = \frac{b}{b_0} \times \text{Peso unitario Compactado}$$

$$\text{Peso del a. grueso} = 943 \text{ Kg}$$

- **NOVENO:** Sumamos los volúmenes absolutos del cemento, agua y agregado grueso; luego el volumen del agregado fino es determinado al restar 1 al total de los volúmenes anteriores sumados (cemento, agua, aire y agregado grueso).

Tabla 38

Tabla con datos de peso en seco de materiales agua, cemento, agregado grueso

Aire Incorporado	1.5%
Agua	205
Cemento	446
Peso a. grueso	946

Fuente: Elaboración Propia – ACI 211

- Cemento

$$\text{Cemento} = \frac{446 \text{ Kg}}{3.12 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.1433 \text{ m}^3$$

- Agua

$$\text{Agua} = \frac{205 \text{ Kg}}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 0.205 \text{ m}^3$$

- Aire

$$\text{Aire} = \frac{1.5}{100} = 0.015 \text{ m}^3$$

- Volumen agregado grueso

$$\text{Vol. A. grueso} = \frac{943 \text{ Kg}}{2744 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.3438 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.143 \text{ m}^3 + 0.205 \text{ m}^3 + 0.015 \text{ m}^3 + 0.3438 \text{ m}^3 = 0.7067 \text{ m}^3$$

- Volumen agregado fino

$$\text{Vol. A. fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.7067 \text{ m}^3 = 0.2929 \text{ m}^3$$

- Peso del agregado fino

$$\text{Peso A. fino} = 0.2929 \text{ m}^3 \times 2515 \text{ kg/m}^3 = 737 \text{ kg}$$

- **DECIMO:** Valores de diseño corregidos

Tabla 39
 Tabla con datos para Diseño corregido de 280 kg/cm²

DATOS CORREGIDOS	
Cemento	446 Kg
Agua efectiva	205 lt/m ³
Agregado fino	737 Kg
Agregado grueso	943 Kg

Fuente: Elaboración Propia – ACI 211

- **ONCEAVO:** Se determina los valores de diseño por el contenido de humedad, se halla proporciones en peso.

Tabla 40
 Proporción en Peso

CEM	A.F	A.G	AGUA
1	1.4	2.12	21.1 Lt/Bol.

Fuente: Elaboración propia – ACI 211

3.2.2. Diseño de mezcla con incorporación de agregado de viruta de acero bonificado de 1/2" a 3Kg.

- **DATOS DE GRANULOMETRIA**
 - Cemento
 - Sol/Tipo I
 - F'c= 280 kg/cm²
 - Pe=3.12 gr/cm³
 - Slump= 3"
 - Pe Agua= 1000 kg/m³
 - Viruta de Acero de 1/2" = 3 Kg
 - Agregado

Tabla 41
Granulometría para agregados de Diseño con incorporación de Viruta de Acero de ½" a 3 Kg.

AGREGADOS	Arena Gruesa	Agregado Grueso	Viruta Acero
		Angular	Ondulada
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1580	1506	1824
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1720	1610	-----
Peso específico (kg/m ³)	2515	2744	4975
Módulo de fineza	3.07	7.3	-----
TMN		1"	-----
% Absorción	3.00 %	0.41 %	-----
Contenido de humedad	1.00 %	0.30 %	-----

Fuente: Elaboración propia – ACI 211

- **VALORES DE DISEÑO CORREGIDO**

Tabla 42

Tabla con datos corregidos para diseño con incorporación viruta de acero de ½" a 3Kg.

DATOS CORREGIDOS	
Cemento	446 Kg
Agua efectiva	205 lt/m ³
Agregado fino	735 Kg
Agregado grueso	943 Kg
Viruta de Acero ½" (3Kg)	3kg

Fuente: Elaboración propia – ACI 211

- **PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN**

Tabla 43
Proporción en Peso

CEM	A.F	VIR	A.G	AGUA
1	1.4	0.0	2.12	21.1 Lt/Bol.

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Diseño de mezcla con incorporación de agregado de viruta de acero bonificado de ½" a 5Kg.

- **DATOS DE GRANULOMETRIA**

- Cemento
 - Sol/Tipo I
 - F'c= 280 kg/cm²
 - Pe=3.12 gr/cm³
 - Slump= 3"
 - Pe Agua= 1000 kg/m³
 - Viruta de Acero de ½" = 5 Kg
- Agregado

Tabla 44

Granulometría para agregados de Diseño con incorporación de viruta de acero bonificada de ½" a 5 Kg.

AGREGADOS	Arena Gruesa	Agregado Grueso	Viruta Acero
		Angular	Ondulada
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1580	1506	1824
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1720	1610	---
Peso específico (kg/m ³)	2515	2744	4975
Módulo de fineza	3.07	7.3	---
TMN		1"	---
% Absorción	3.00 %	0.41 %	---
Contenido de humedad	1.00 %	0.30 %	---

Fuente: Elaboración propia – ACI 211

- **VALORES DE DISEÑO CORREGIDO**

Tabla 45

Tabla con datos corregidos para diseño con incorporación viruta de acero bonificada de ½" a 5Kg.

DATOS CORREGIDOS	
Cemento	446 Kg
Agua efectiva	205 lt/m ³

Agregado fino	735 Kg
Agregado grueso	943 Kg
Viruta de Acero 1/2" (5Kg)	5kg

Fuente: Elaboración propia ACI - 211

- **PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN**

Tabla 46
Proporción en Peso

CEM	A.F	VIR	A.G	AGUA
1	1.4	0.0	2.12	21.1 Lt/Bol.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Propiedades Mecánicas a la Compresión y Flexión con Incorporación de Viruta de Acero Bonificado de 1/2" a 3kg y 5 kg.

3.5.1 ENSAYO A LA COMPRESION

Los ensayos a la Compresión responden a la Norma de Diseño ASTM C-39, la cual consiste en aplicar una Carga Axial en la parte superior de la Probeta, hasta alcanzar la rotura del concreto, para obtener el resultado de la resistencia a la compresión es aplicar una carga entre el área de la probeta.

Esta resistencia a la Compresión de los testigos se calcula con la siguiente Formula:

$$R_c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Donde:

Rc: Es la resistencia a la Compresión en (Kg/cm²)

G: La carga máxima de rotura en (Kg)

D: Diámetro de la probeta cilíndrica en (cm)

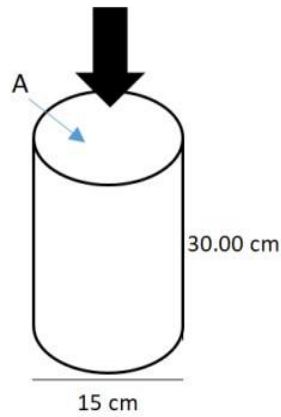


Figura 15: Dimensiones de cono para ensayo de rotura
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las pruebas de Resistencia a Compresión son realizados fundamentalmente para verificar el cumplimiento de los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) por la mezcla del concreto diseñada para el proyecto.

3.5.1.1. Ensayo de Compresión de Mezcla Patrón

Tabla 47

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14, 28 días

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
N°	Elemento	Vaciado	Rotura	Días	Kg /cm ²
01	Patrón	07/11/2019	14/11/2019	7	219
02	Patrón	07/11/2019	14/11/2019	7	217
03	Patrón	07/11/2019	14/11/2019	7	221
01	Patrón	07/11/2019	21/11/2019	14	269
02	Patrón	07/11/2019	21/11/2019	14	279
03	Patrón	07/11/2019	21/11/2019	14	265
01	Patrón	07/11/2019	05/12/2019	28	316
02	Patrón	07/11/2019	05/12/2019	28	304
03	Patrón	07/11/2019	05/12/2019	28	295

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm2	219	271	305

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2. Ensayo de Compresión de Mezcla con Incorporación de viruta de acero de ½" a 3Kg

Tabla 49

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 días

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
Elemento					
Nº	Elemento	Vaciado	Rotura	Días	Kg /cm2
01	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	267
02	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	256
03	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	265
01	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	290
02	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	287
03	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	306
01	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	331
02	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	322
03	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	326

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50

Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
------	---	----	----

FC kg/cm2	262.67	294.33	326.33
------------------	--------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.3. Ensayo de Compresión de Mezcla con Incorporación de viruta de acero de ½" a 5Kg

Tabla 51

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 días

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
Elemento					
Nº	Elemento	Vaciado	Rotura	Días	Kg /cm2
01	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	246
02	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	256
03	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	252
01	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	282
02	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	287
03	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	279
01	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	311
02	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	312
03	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	311

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a las 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm2	251.33	282.67	311.33

Fuente: Elaboración propia

- **Comparación de la resistencia a la compresión**

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión realizados en el laboratorio, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro con incorporación de viruta bonificada de 1/2" con adiciones de 3 Kg y 5 Kg en las edades de 7, 14 y 28.

Tabla 53

Tabla de comparación de f'_c de compresión de diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3% y 5%

TESTIGOS /DIAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	219	271	305
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA 1/2" A 3KG	262.67	294.33	326.33
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA 1/2" A 5KG	251.33	282.67	311.33

Fuente: Elaboración propia

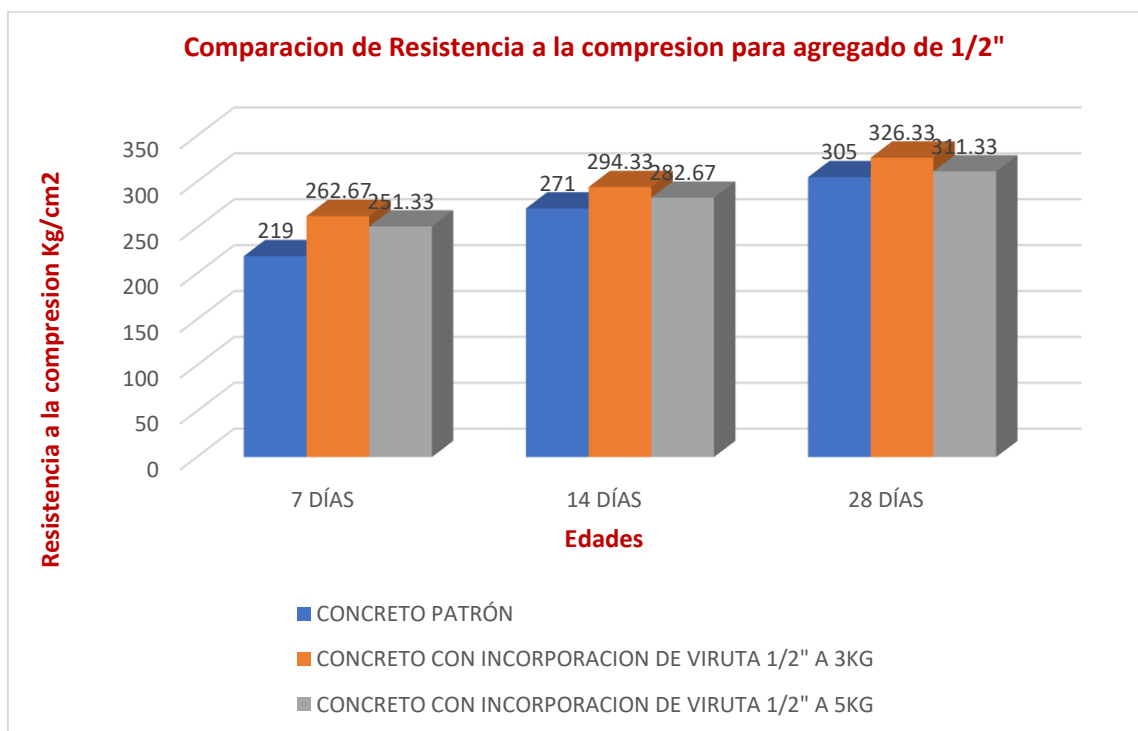


Figura 16: Gráfico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 3kg y 5kg

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Analizando los resultados de resistencia a la compresión presentados en la Figura 24, se puede observar, que a la edad de los 28 días el concreto patrón demuestra un promedio de 305 kg/cm², este valor se encuentra dentro de los

límites de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ y $f'cr = 360\text{ kg/}$. De igual forma los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión a la edad de 28 días con la incorporación de virutas de acero bonificado de $\frac{1}{2}$ " en cantidades de 3kg y 5kg lograron alcanzar una resistencia de 326.33 kg/cm^2 y 311.33 kg/cm^2 , superando así la resistencia de 280 kg/cm^2 y logrando lo establecido.

3.5.1.4 Comparación de la resistencia a la compresión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero bonificado de $\frac{1}{2}$ " a 3kg.

Tabla 54

Tabla de comparación de $f'c$ de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta $\frac{1}{2}$ " a 3kg.

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	0	219	271	305
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA $\frac{1}{2}$ " A 3KG	0	262.67	294.33	326.33

Fuente: *Elaboración propia*

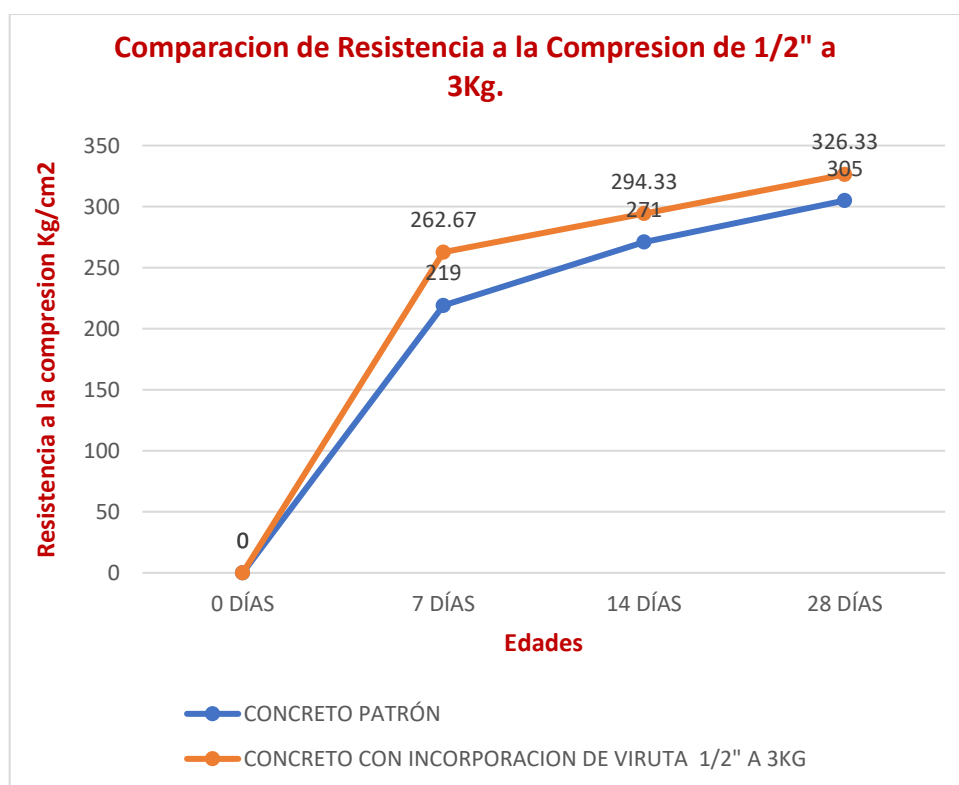


Figura 17: Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero $\frac{1}{2}$ " a 3kg.

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

El f_c promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 3kg de viruta bonificada a la edad de 7 días, es de 262.67 kg/cm², esto representa un 120% con respecto a la resistencia de 219 kg/cm² lograda del concreto normal. Obteniéndose así un aumento de 20% de resistencia a la compresión.

El f_c promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 3kg de viruta bonificado a la edad de 14 días, es de 294.33 kg/cm², esto representa un 108.6% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 271 kg/cm². Obteniéndose así un aumento de 8.6% de resistencia a la compresión.

El f_c promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 3kg de viruta bonificado a la edad de 28 días, es de 326.33 kg/cm², esto representa un 107 % con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 305 kg/cm². Obteniéndose así un aumento de 7 % de resistencia a la compresión.

3.5.1.5 Comparación de la resistencia a la compresión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero bonificado de 1/2" a 5kg.

Tabla 55

Tabla de comparación de f_c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" a 5kg.

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	0	219	271	305
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA 1/2" A 5KG	0	251.33	282.67	311.33

Fuente: *Elaboración propia*

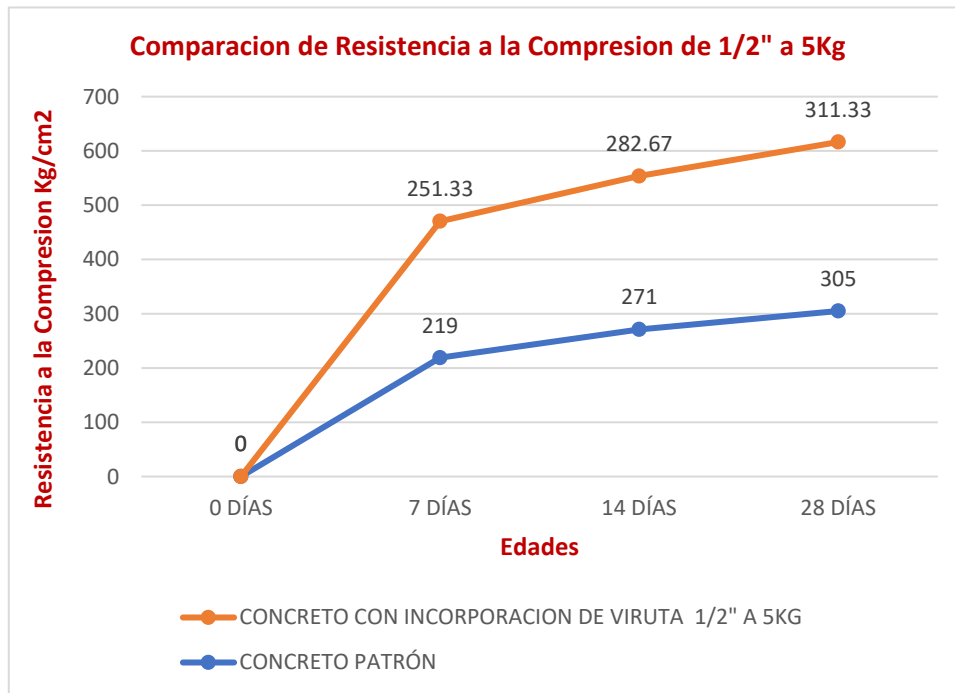


Figura 18: Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 5kg.
Fuente: Elaboración propia

Interpretación

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 5kg de viruta bonificado a la edad de 7 días, es de 251.33 kg/cm², en la cual representa el 114.9% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 219 kg/cm². Obteniendo así un aumento de 14.9% de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 5kg de viruta bonificado a la edad de 14 días, es de 282.67 kg/cm², en la cual representa el 104.3% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 271 kg/cm². Obteniendo así un aumento de 4.3% de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 5kg de viruta bonificado a la edad de 28 días, es de 311.33 kg/cm², en la cual representa el 102.1 % con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 305 kg/cm². Obteniendo así un aumento de 2.1 % de resistencia a la compresión.

3.5.2. ENSAYOS DE FLEXIÓN

Los ensayos de resistencia a la flexión se establecen bajo la norma de diseño ASTM C-78 y la (Norma NTP 339.079), para ello es necesario realizar un ensayo de vigas. Según la norma el método de ensayo consiste en la realización de una viga para luego aplicársele una carga en los tercios de su luz hasta que se dé la falla, para ello las vigas deben cumplir la NTP 339.033, NTP 339.059 o NTP 339,183.

3.5.2.1. Ensayo de Flexión de Mezcla Patrón

Tabla 56
Resultados de ensayo para resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 edades

N°		FECHA		EDAD	MODULO ROTURA
Elemento		Vaciado	Rotura	Días	Kg /cm2
01	Patrón	07/11/2019	14/11/2019	7	39
02	Patrón	07/11/2019	14/11/2019	7	39
01	Patrón	07/11/2019	21/11/2019	14	45
02	Patrón	07/11/2019	21/11/2019	14	43
01	Patrón	07/11/2019	05/12/2019	28	50
02	Patrón	07/11/2019	05/12/2019	28	49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57
Resultados promedio de resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm2	39	44	49.5

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.2. Ensayo de Flexión de Mezcla con Incorporación de viruta de acero de 1/2" a 3Kg

Tabla 58

Resultados de ensayo para resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días

	N°	FECHA		EDAD	MODULO ROTURA
01	Elemento	Vaciado	Rotura	Días	Kg /cm2
02	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	43
01	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	14/11/2019	7	43
02	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	48
01	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	21/11/2019	14	50
01	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	55
02	Viruta de acero de ½" a 3Kg	07/11/2019	05/12/2019	28	54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Resultados de promedio de resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días

EDAD	7	14	28
FC kg/cm2	43	49	54.5

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. Ensayo de Flexión de Mezcla con Incorporación de viruta de acero de ½" a 5Kg

Tabla 60

Resultados de ensayo para resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días

	N°	FECHA	EDAD	MODULO ROTURA
01	Elemento	Vaciado	Días	Kg /cm2
		Rotura		

02	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019 14/11/2019	7	47
01	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019 14/11/2019	7	46
02	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019 21/11/2019	14	46
01	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019 21/11/2019	14	47
01	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019 05/12/2019	28	52
02	Viruta de acero de ½" a 5Kg	07/11/2019 05/12/2019	28	51

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61

Resultados de promedio de resistencia a la flexión de testigos a los 7, 14,28 días

EDAD	7	14	28
FC kg/cm2	46.5	46.5	51.5

Fuente: Elaboración propia

□ Comparación de la resistencia a la flexión

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la flexión realizados en el laboratorio, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro con incorporación de viruta bonificada de ½" con adiciones de 3 Kg y 5 Kg en las edades de 7, 14 y 28, el cual representa el 100% del resultado.

Tabla 62

Tabla de resultados de ensayo a flexión de diseño con agregado de viruta bonificada de ½" a 3kg y 5kg

TESTIGOS /DIAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	39	44	49.5
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA 1/2" A 3KG	43	49	54.5
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA 1/2" A 5KG	46.5	46.5	51.5

Fuente: Elaboración propia

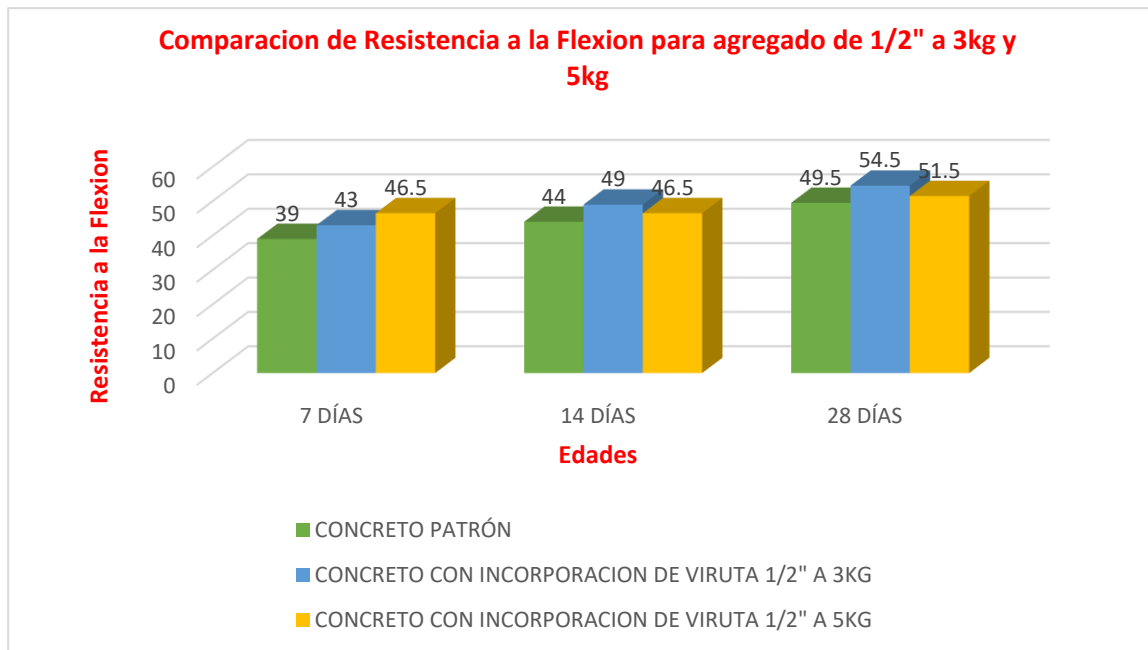


Figura 27: Grafico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 3kg y 5 kg.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Analizando los resultados obtenidos de resistencia a la flexión en la Figura 27 se puede apreciar, que, a la edad de 28 días el concreto patrón, obtiene 49.5 kg/cm², logrando de este modo la resistencia requerida de diseño (280 kg/cm²). Así mismo los resultados obtenidos de la resistencia a flexión a los 28 días de edad con incorporación de virutas de acero bonificado de 1/2" en 3kg y 5kg, logran en el primer caso alcanzar una resistencia de 54.5 kg/cm y en el segundo caso se obtiene 51.5 kg/cm², ambos casos logrando llegar a la resistencia requerida.

Comparación Resistencia a la Flexión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero bonificado de 1/2" a 3kg.

Tabla 63

Tabla de comparación de f'c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" a 3kg.

TESTIGOS /DIAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	39	44	49.5
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA 1/2" A 3KG	43	49	54.5

Fuente: *Elaboración propia*

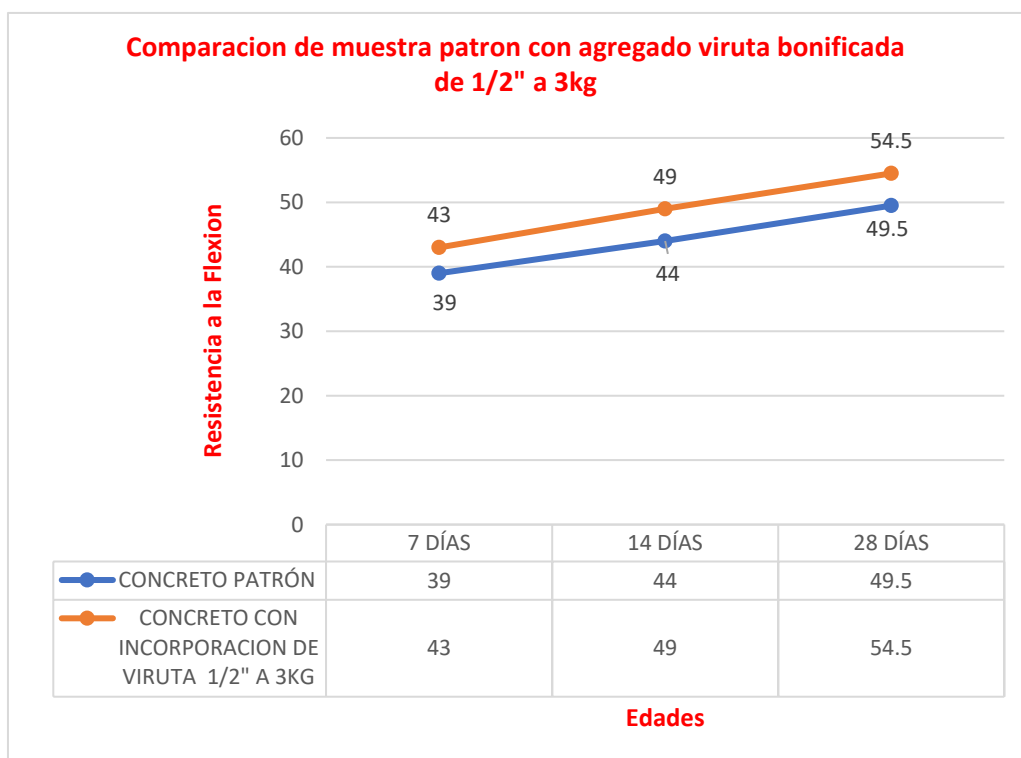


Figura 19: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 3kg.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

En consecuencia, el $f'c$ promedio para la resistencia de flexión del concreto con incorporación de 3kg de viruta de acero bonificado de 1/2" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 54.5 kg/cm², el cual representa un 110.1 % respecto de la resistencia lograda de 49.5 kg/cm² del concreto normal. Obteniendo así la resistencia a la flexión un aumento del 10.1 %.

Comparación Resistencia a la Flexión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero bonificado de 1/2" a 3kg.

Tabla 64

Tabla de comparación de $f'c$ de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" a 3kg.

TESTIGOS /DIAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	39	44	49.5
CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA 1/2" A 5KG	46.5	46.5	51.5

Fuente: Elaboración propia

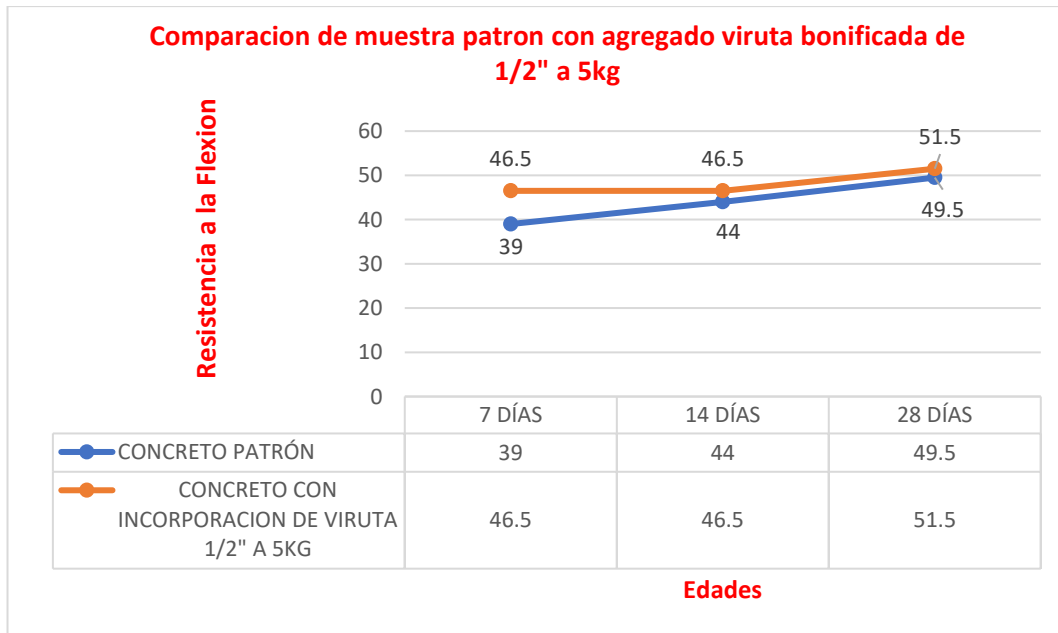


Figura 20: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con incorporación de viruta de acero 1/2" a 5kg.

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

En consecuencia, de la figura 29, el $f'c$ promedio para la resistencia de flexión del concreto con incorporación de 5kg de viruta de acero bonificado de 1/2" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 51.5 kg/cm², el cual representa un 104.1 % con respecto a la resistencia de 49.5 kg/cm² del concreto normal. Obteniendo así un aumento de resistencia a la flexión del 4.1%.

3.6 Diseño de Losa

3.6.1 Diseño de pavimento rígido Método AASHTO-93

De acuerdo al análisis y ensayos de laboratorio se concluye que, el área en estudio está constituida por grava pobremente gradada con limo y arena, clasificada como GP-GM.

Tabla 65

Tabla de ensayos de suelos

Razón soporte california promedio (para el 95% de compactación)	41.6%
Contenido de Humedad (%)	4.5
Límites de Plasticidad	N.P

Fuente: Elaboración propia

Empleando el método ASSHTO-93 por medio de la siguiente relación:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_R S_O + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Tomando en consideración para el diseño de Pavimento Rígido por el método ASSTHO 93, los siguientes datos de diseño:

Periodo de diseño = 20 años

Módulo de Subrasante K = 124.71 Mpa/m

Trafico ESAL = 4.01×10^6 (Conteo y clasificación Vehicular) Anexo

Confiabilidad R (%) = 85%

Desviación estándar So = 0.35

Servicialidad Inicial = 2.5

Servicialidad Final = 4.3

$\Delta \text{PSI} = 4.3 - 2.5 = 1.8$

Concreto F'c = 280 Kg/cm²

Módulo de Elasticidad del Concreto Ec = 3597088 PSI ----- 24819.9 Mpa

Módulo de Rotura del Concreto S'c = 631.1 PSI ----- 4.35 Mpa

Coefficiente de Drenaje Cd = 0.90

Coefficiente de Transferencia de Carga J = 2.8

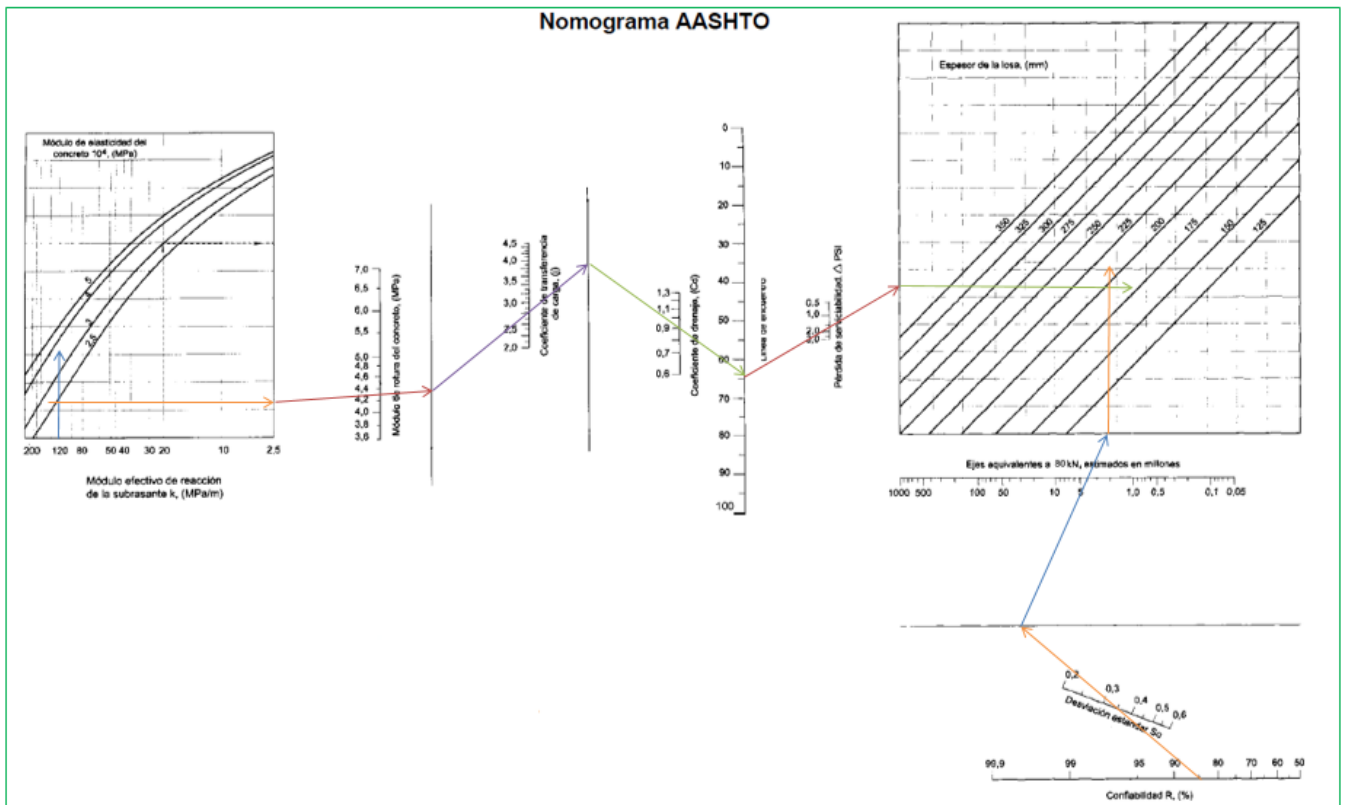


Figura 30: Calculo de Espesor de losa de concreto

Fuente: Abaco de Asshto 93

- Mediante el Abaco de Asshto 93 se obtiene un espesor para la losa de, $D = 19.5$ cm.

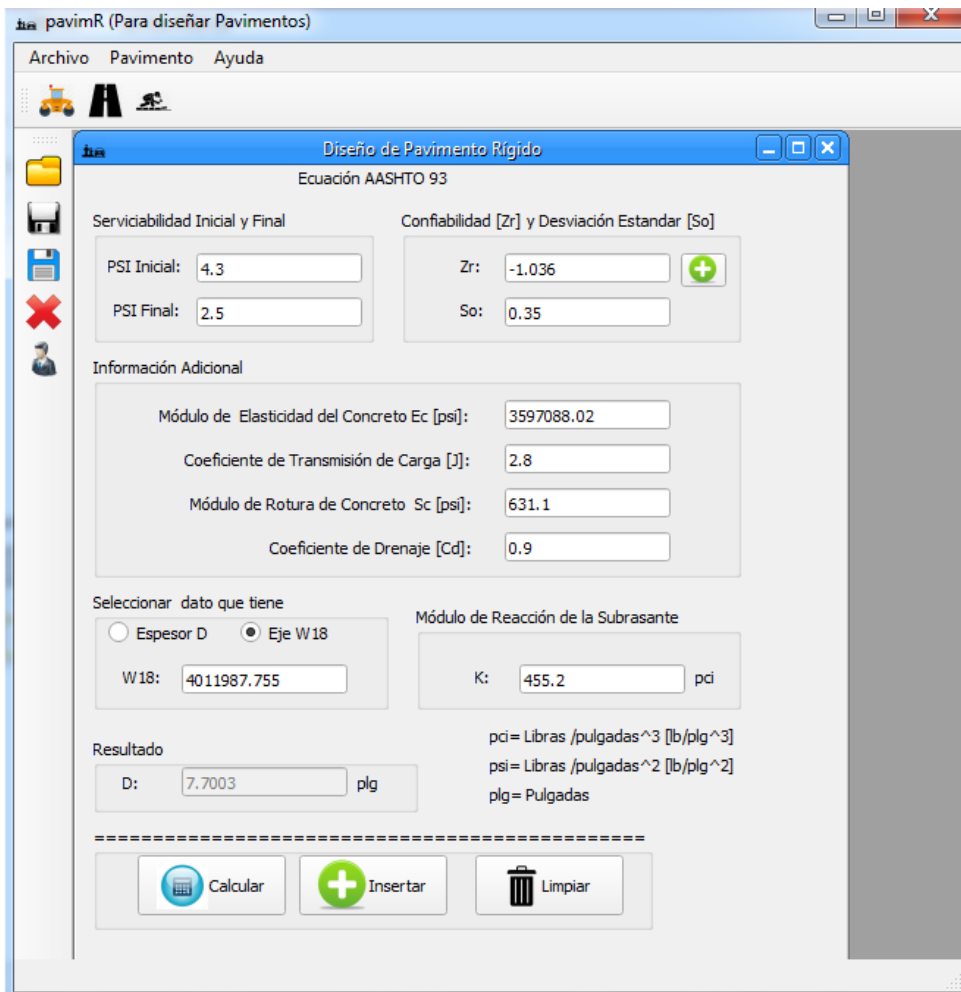


Figura 31: Calculo de espesor de losa de concreto

Fuente: Calculadora PavimR (2016)

- Mediante un programa basado en Asshto 93 se obtiene un espesor de $D = 7.7$ Pulg, lo que en unidades del sistema métrico serian 19.56cm de espesor.

3.6.2 Diseño de Losa con Incorporación de Viruta de Acero Bonificada.

Para el diseño de losa con incorporación de viruta se siguió el mismo procedimiento que en el anterior caso donde se adicionaba la viruta de acero.

Datos:

Periodo de diseño = 20 años

Módulo de Subrasante $K = 124.71$ Mpa/m

Trafico ESAL = 4.01×10^6 (Cuento y clasificación Vehicular) Anexo

Confiabilidad $R (\%) = 85\%$

Desviación estándar $So = 0.35$

Servicialidad Inicial = 2.5

Servicialidad Final = 4.3

Δ PSI = 4.3-2.5 = 1.8

Concreto F'c = 326 Kg/cm²

Módulo de Elasticidad del Concreto Ec = 3881333 PSI ----- 26781.2 Mpa

Módulo de Rotura del Concreto S'c = 680.9 PSI ----- 4.70 Mpa

Coefficiente de Drenaje Cd = 0.90

Coefficiente de Transferencia de Carga J = 2.8

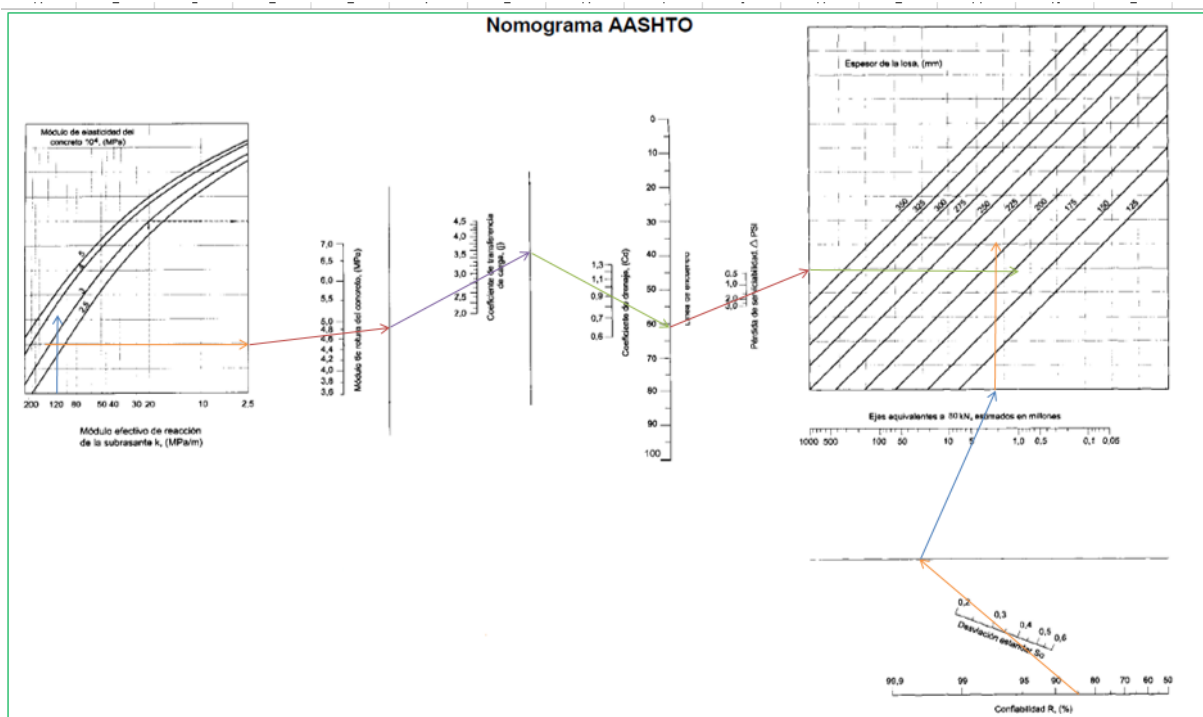


Figura 32: Calculo de Espesor de losa de concreto

Fuente: Abaco de Asshto 93

- Mediante el Abaco de Asshto 93 se obtiene un espesor para la losa de, D = 18.5 cm.

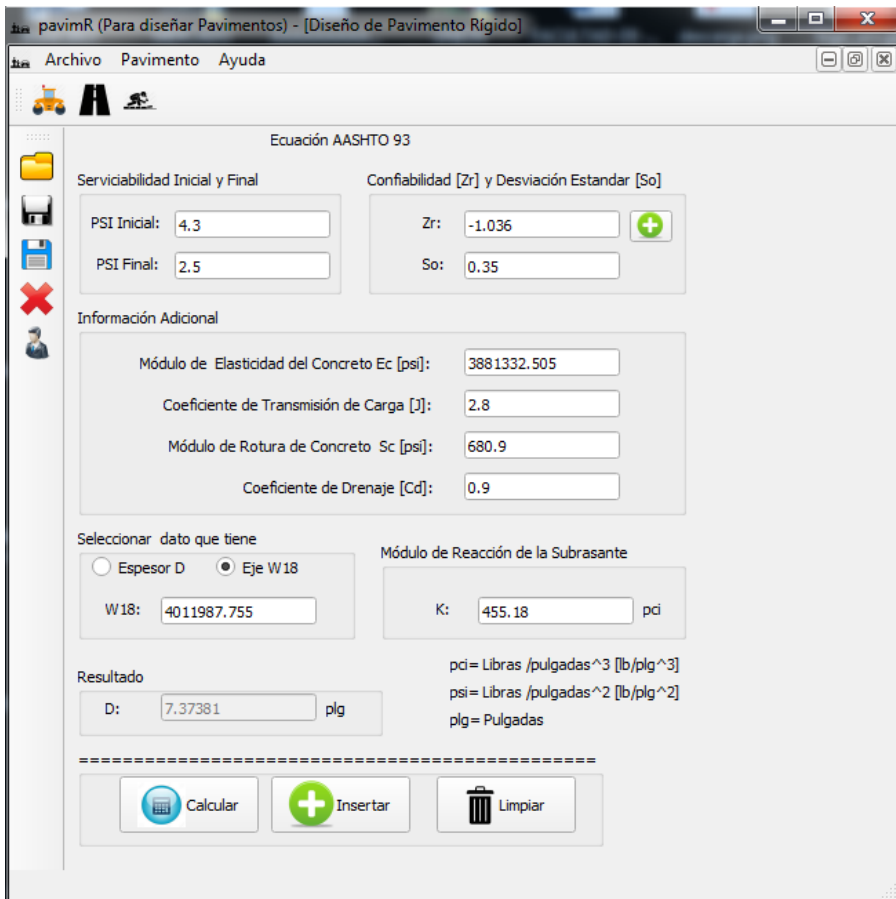


Figura 33: Calculo de espesor de losa de concreto

Fuente: Calculadora PavimR (2016)

- Mediante un programa basado en Ashto 93 se obtiene un espesor de $D = 7.37$ Pulg, lo que en unidades del sistema métrico serian 18.70cm de espesor.
Por último, para el diseño concluyo lo siguiente:
 - Subbase: Se colocará sobre la subrasante una subbase de un espesor de 0.15 m.
 - Losa de Concreto: Sobre la sub-base granular se colocará la losa de concreto de 7.7 Pulg. de espesor.
 - Pre dimensionamiento de Losa
Dimensionamiento de Losa (MTC)
Ancho de Losa = 3.6 mts
Espesor de Losa = 18 cm

Tabla 66
Tabla de dimensión de losa

Longitud de Losa (m)	L/4.5 (m)	Paños (Und)
93.85	20.85	
91.36	20.30	
88.90	19.75	
86.50	19.22	
84.05	18.67	
81.60	18.13	
79.20	17.60	
76.75	17.05	
74.30	16.51	
71.85	15.96	
69.40	15.42	
77.00	17.11	
64.55	14.34	
62.10	13.80	
59.70	13.26	
54.10	12.02	
46.56	10.34	
39.04	8.67	
31.52	7.00	
24.00	5.33	
16.47	3.66	
8.95	1.98	
Total Paños	306.97	307.00

Fuente: *Elaboración propia*

- Pasadores o Dowels

Características de Pasadores o Dowels (MTC)

Espesor de Losa = 18 cm

Diámetro = 1" Pulg.

Longitudes (mm) = 410 mm

Separación (mm) = 300 mm

- Barra de Amarres (MTC)

Distancia de la junta (Ext. Libre) = 3.60 m

Espesor de Losa = 18 cm

Tamaño de Varilla = Diam. x Long. = 1.27 x 71 cm

Distancia de la Junta = @76 cm

Interpretación 1:

El diseño de la Losa de concreto elaborado con un diseño de mezcla con una resistencia a la compresión del concreto igual a $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, mediante el Método de diseño del Asshto-93, y aplicándose el Abaco de diseño de Ashton 93 determinó como resultado un espesor de 19.5 cm (7 Pulg.) para la losa y a su vez haciendo uso del programa "Ecuación ASSHTO 93" para verificar los resultados, se obtuvo a través de este un resultado de espesor de 19.56 cm (7.7 Pulg.) de losa, el cual se aproxima bastante al valor entregado por el Abaco del ASSHTO 93. Al compararse los espesores obtenidos a través de ambos métodos es posible observar una variación entre los resultados de ambos cálculos igual a 0.06 cm.

Interpretación 2:

Se diseñó la losa de concreto incorporando Viruta de Acero con una dosificación de viruta de $\frac{1}{2}$ " a 3kg/m^3 , la cual presentó una resistencia más alta que la segunda opción propuesta, viruta de $\frac{1}{2}$ " a 5kg/m^3 , y fue de $F'c = 326 \text{ Kg/cm}^2$ promedio, para el cual el diseño de la losa por el Abaco de Asshto 93 nos presentó como resultado un espesor de 18.5cm y además empleado el programa Ecuación AASHTO 93, para su verificación, un espesor de 7.37 Pulg. (18.70cm). Observándose así una variación entre el espesor de losa realizado con un concreto convencional y el espesor de losa con un concreto incorporado con viruta de acero en su diseño de mezcla igual a 0.9 cm de diferencia.

IV. DISCUSION

(De la Cruz, W. R. y Quispe, W. R., 2014) en su tesis de pregrado con el título de “Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga Ayacucho” fijaron como objetivo determinar las influencias del concreto con adición de fibras de acero en las propiedades mecánicas, así también definir las ventajas técnicas del empleo del concreto con fibras de acero para pavimentos, su metodología consistió la realización de ensayos con probetas cilíndricas y prismática para luego comparar entre el concreto convencional y el concreto con fibras de acero Wirand FF1, obtuvieron como mejor resultado a la resistencia a compresión en concreto fibro-reforzado en el tiempo de 28 das con 272 Kg/cm² en el caso a la resistencia a flexión (módulo de rotura) los mejores resultados lo obtuvieron a la edad de 45 días con 44Kg/cm² como conclusión el concreto fibro-reforzado no presenta gran influencia en el incremento de la resistencia a compresión ya que el aumento es pequeño, en cambio en la resistencia a flexión el resultado es relevante, también concluyeron que de la losa del pavimento rígido disminuyo su espesor en 5 cm respecto al de una losa convencional, se deduce que como el acero facilita el refuerzo a la losa eso garantiza un control optimo a la fisuración.

Estamos de acuerdo con la tesis de Del Cruz y Quispe 2014, respecto a que los nuevos diseños de mezcla con incorporación de virutas de acero bonificada brindan una variación en cuanto a los ensayos de la resistencia a la compresión y flexión, teniendo en cuenta como patrón una mezcla base de concreto con un $f'c$ mayor de 280 kg/cm², los resultados nos brindaron respuestas favorables en diseños con agregados de viruta de acero bonificada de 1/2” a 3Kg , puesto que su resistencia logra alcanzar los $f'c= 331$ kg/cm² para compresión, y $f'c= 55$ kg/cm² para la flexión. Así mismo la incorporando viruta de acero bonificada si disminuye el espesor de una losa de concreto convencional

Chahua, S. J. y Huayta, O. P. (2018) en su tesis titulada “Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro-huachipa-lima” tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas al adicionar fibra sintética Barchip MQ58, buscando optimizar el costo y tiempo de ejecución del pavimento. Se determinó la resistencia en un concreto patrón de 280 kg/cm², luego adicionando las fibras sintéticas en cantidad de 1kg, 3kg y 4kg en viguetas y probetas. En la dosificación de 4kg/m³, tuvieron una variación de 105.35 % a los 3 días, con respecto al concreto patrón y una variación de 9.98% a los 14 días. Deduciendo así que, al aumentar la fibra, mayor es la resistencia a la compresión, pasando los valores establecidos. Con dosificación de 3kg/m³ obtenida a los 3 días y 14 días, obtuvieron una variación de 36.15% a los 3 días a diferencias del concreto sin fibra (patrón) y una variación de 4.36% a los 14 días respectivamente. Se concluyó que una dosificación de 4kg/m³ incrementa considerablemente la resistencia a la compresión y flexión del concreto.

Como mencionan la tesis los autores antes citados, estamos conformes con los resultados arrojados por el laboratorio, teniendo en cuenta que una dosificación de 3kg/m³ aumentó la resistencia a la compresión y flexión considerablemente. Por otro lado, la dosificación de 5kg/m³ tiene casi igual a una resistencia de compresión y flexión a un concreto convencional. Lo cual para un mejor trabajo de resistencia optamos utilizar la dosificación de 3kg/m³ de viruta de acero bonificada.

Laos, W. J. (2011) en su tesis “Utilización de fibras metálicas para la construcción del concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa” fijó como objetivo evaluar cuáles son los beneficios del uso de fibras en el concreto y utilizarlo en la zona del proyecto para ello se buscó establecer la relación de resistencia del concreto en diferentes periodos de tiempos con y sin adición de fibra, encontrar un diseño de mezcla y hallar también el módulo de rotura en vigas ensayadas a 28 días llevadas a cabo en ensayos normalizados en laboratorios. Aplicando la metodología de

investigación experimental, los resultados obtenidos en la resistencia a compresión varían su resistencia para 7 días en un 15% y para los 14, 21 y 28 días es mayor en un 20%, lo cual indica que las fibras metálicas aumentaron su resistencia según los porcentajes mencionados; para el caso de los resultados en la resistencia a flexión del concreto con fibras metálicas presentaron una mejora en la resistencia a comparación del concreto convencional con lo que es posible reducir los espesores del pavimento rígido, como conclusión el autor de la tesis propone como recomendación que la dosificación de fibra de acero sea de 25 kg por m³ de concreto y la colocación de aditivos plastificantes para la trabajabilidad del concreto.

Al igual que la tesis previamente mencionada en discusión, en nuestro proyecto de investigación se realizaron 2 diseños de mezcla, cuyo primer diseño fue elaborado con agregados de viruta de acero bonificado de 1/2" a 3 Kg y con un porcentaje de más de 18.3% respecto al concreto patrón y de 1/2" a 5 Kg con un porcentaje de más de 11.3% respecto al concreto patrón. Así mismo una dosificación de 1/2" a 3kg si brinda un incremento en las propiedades mecánicas de un concreto convencional.

V. CONCLUSION

Conclusión general

- Concluimos que la incorporación de Viruta de Acero Bonificado sobre un diseño de concreto convencional, presenta en sus propiedades mecánicas un incremento considerable en su resistencia a los esfuerzos de compresión y flexión, se trabajaron como referencia 2 diseños de mezcla de $\frac{1}{2}$ " a 3kg y 5kg, siendo el más favorable con una dosificación de 3kg de incorporación de viruta de acero. Cabe destacar que la utilización de Virutas de Acero disminuyen el espesor de la losa de concreto, con una diferencia de 0.8 cm al de una losa de concreto convencional.

Conclusión específica

- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron y analizaron en nuestra investigación, diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero bonificado, se logró diseñar una losa, tanto un concreto convencional y otro con incorporación de viruta, obteniendo un espesor de diferencia de 0.8 cm, logrando así que la incorporación de viruta de acero bonificado si disminuye el espesor de losa del concreto. La viruta de acero bonificada por su alta resistencia a la flexión y compresión aumenta la durabilidad y resistencia al impacto en losas de estacionamiento (patio de maniobras), industriales y aeropuertos.
- Los resultados obtenidos y analizados en nuestra investigación con el agregado de virutas de acero bonificado demuestran la incidencia en la resistencia a la flexión, siendo el resultado más óptimo el demostrado por el agregado de $\frac{1}{2}$ " a 3Kg con un valor de 55 kg/cm², teniendo presente que a flexión el patrón dio como resultado un valor de 50 kg/cm². Sin embargo, con un valor de $\frac{1}{2}$ " a 5Kg de Viruta bonificada se presentaron resultados de 52 kg/cm².

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que la incorporación de virutas de acero bonificado presentan un incremento en los resultados de resistencia a la compresión, siendo el resultado más óptimo el agregado de 1/2" a 3Kg, obteniendo un valor de 331 kg/cm² considerando que a compresión obtuvo un resultado de 316 kg/cm² en el patrón. Sin embargo, la mezcla con 1/2" a 5Kg de viruta bonificada nos dio un resultado de 312 kg/cm², logrando pasar la barrera del f'c patrón.

VI. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a todos los ensayos realizados, se recomienda hacer uso del diseño de mezcla adicionado con viruta de acero de $\frac{1}{2}$ " a 3Kg de agregado, ya que resulto con valores óptimos para los ensayos de evaluación de comportamiento mecánico de compresión, flexión.
- Para trabajos de laboratorio tanto en el manejo de materiales de agregado finos, gruesos, virutas de acero, así mismo como la fabricación de probetas, es importante utilizar los equipos de protección personal como mascarillas, gafas y guantes, ya que los elementos utilizados en el experimento, pueden resultar siendo dañinos para la salud.
- Se recomienda realizar las dosificaciones de diseño de mezcla de manera tal que permitan brindar una mejor trabajabilidad del concreto, ya que si esta se ve alterada en su relación de agua/cemento (a/c) puede afectar sus propiedades en estado fresco como lo son el slump y la exudación del concreto, entre otros, lo cual conllevaría posteriormente a malos resultados obtenidos por las pruebas de resistencia mecánica del concreto como flexión, tracción y compresión.
- Se recomienda diseñar las mezclas haciendo uso de las normas vigentes establecidas, nacionales e internacionales, para garantizar así un resultado óptimo. Considerar un cronograma de tiempo, ya que cada ensayo cuenta con tiempo estimado entre los 7 ,14 y 28 primeros días.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

REFERENCIA

- Gutiérrez Medina Cristian. Evaluación del comportamiento del concreto al que se ha reemplazado el agregado fino por viruta de acero
- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica (7ªed.). Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Episteme. Obtenido de Trabajo de Grado Barinas:
<http://trabajodegradobarinas.blogspot.pe/2017/06/el-proyecto-de-investigacion-de-fidias.html>
- Chahua, S. J. y Huayta, O. P. (2018) "Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro-huachipa-lima"
- Editora Macro EIRL. (2015). Manual de carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". Surquillo, Lima, Perú: Macro.
- Garcés, A., & Callejo, C. (2011). Incidencia de la fibra metálica Dramix-65/35-BN en pavimentos rígidos de temprana edad [Tesis de grado]. Universidad Nueva Esparta, Caracas, Venezuela.
- McCormac, J., & Brown, R. (2011). Diseño de concreto reforzado. México: Alfaomega. Obtenido de <http://aportesingecivil.com/disen-o-de-concreto-reforzado-8va-edicion-mccormac/>
- Montalvo, M. (2015). Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Obtenido de:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6117>
- Pacheco, G. A. (2016) Resistencia a compresión axial del concreto $F'c=175$ Kg/cm² incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades. Cajamarca: UPN
- De la Cruz, W. R, y Quispe, W. R. (2014). Influencia de la adición de fibra de acero el concreto empleado para pavimento en la construcción de pistas en la provincia de huamanga – Ayacucho. Huamanga: Universidad nacional de Huancavelica.

- Vera, E. E. (2015). Resistencia a compresión axial del concreto $F'c=210$ Kg/cm² con la adición diferente porcentajes de virutas metálicas. Cajamarca: UPN.
- Angarita, P. A. y Rincón, H.J. (2017). Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando con virutas de acero en porcentajes de 10% y 12% respecto al agregado fino de la mezcla. Colombia: UFPSO
- Silva, L. (2014). Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Obtenido de:
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8337>
- Parra, K. M. y Bautista, M. A. (2010). Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. Bucaramanga: UPBSB
- Reyes, J. B. y Rodríguez, Y. A. (2014). Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla. Bucaramanga: UPBSB
- Flores, A. M. (2017) Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero. Ecuador: UTA
- NTP 339.047. (2006). Hormigón (Concreto): Definiciones y terminologías relativas al Hormigón y Agregado. Lima: Comisión de Reglamento Técnicos y Comerciales- INDECOPI.
- Ministerio de Fomento. (2008). Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Carrasco Díaz, S. (2006). Metodología de la investigación científica: pautas para diseñar y elaborar un proyecto de investigación. Lima. Perú: San Marcos.
- Balestrini, M. (2006). Como se elabora el proyecto de investigación (séptima ed.). Caracas: consultores asociados.
- **400.010, NTP. 2008. AGREGADOS.** Definición y clasificación de agregados para uso de morteros y hormigones (concreto). Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2008.

- **NTP 400.010. 2001.** AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. Lima: Comisión de Reglamento Técnico y Comerciales - Indecopi, 2001.
- **NTP 400.012. 2001.** AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado. Lima: Comisión de Reglamento Técnico y Comerciales - Indecopi, 2001.
- **NTP 400.017. 2011.** AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2011.
- **NTP 400.021, 2002. 2002.** AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima: Comisión de Reglamento Técnico y Comerciales - INDECOPI, 2002
- **NTP 400.022. 2013.** AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Lima: Comisión de reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2013.

ANEXOS

ANEXO 01: GUIA DE MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿En qué medida influye la incorporación de viruta de acero en el diseño de losa de concreto para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Determinar la influencia de incorporación de viruta de acero para mejorar el diseño de losa de concreto para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	La incorporación de viruta de acero en el diseño de losa de concreto para estacionamiento presentara una mejora en sus propiedades físicas para su aplicación en la empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Viruta de Acero	Ensayos Físicos	Peso Especifico Peso Unitario
				Dosificación	Incorporación con 3 KG Incorporación con 5 KG
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
				Estudios	Granulometría CBR
				Diseño de Mezcla	ACI ESAL'S Serviciabilidad %CBR
				Método AASHTO 93	Módulo de Reacción de la Subrasante Modulo Elástico del Concreto Modulo Rotura del Concreto
			Diseño de Losa de Concreto		
¿Cuál es la resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Determinar a través de ensayos la resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	La resistencia a la flexión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, presentara un incremento empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?			Ensayo de Resistencia a la Flexión
¿Cuál es la resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	Determinar a través de ensayos la resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, empresa de transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?	La resistencia a la compresión del diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, presentara un incremento empresa transporte, San Antonio, Huarochirí 2019?		Ensayos Mecánicos	Ensayo de Resistencia a la Compresión

ANEXO 02:

RESULTADOS DE LABORATORIO

	INFORME		Código	AG-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-08-2018
			Página	1 de 1

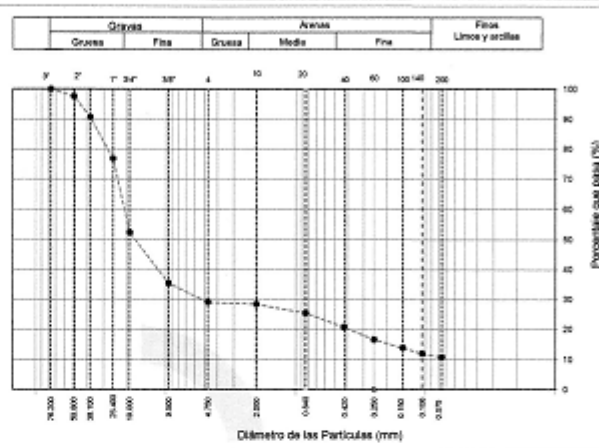
Proyecto : Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de Transporte, San Antonio, Huarochiri
Propietario : Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres
Código del Proyecto : ---
Ubicación del Proyecto : Jilamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri
Material : Terreno existente

Registro N° : IGC19-LEM-561-01
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : C. Arriango
Fecha de Ensayo : 23/10/19
Turno : Diurno

Código de Muestra : ---
Sondaje / Calicata : C-1
N° de Muestra : M-1
Progresiva : ---

Profundidad : 0.00 - 1.50 m
Norte : ---
Este : ---
Cota : ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	97.6	
1 1/2"	38.100	90.7	
1"	25.400	76.6	
3/4"	19.000	52.3	
3/8"	9.500	25.4	
N° 4	4.750	29.1	
N° 10	2.000	28.4	
N° 20	0.840	25.5	
N° 40	0.425	20.8	
N° 60	0.250	16.7	
N° 100	0.150	13.9	
N° 140	0.106	12.0	
N° 200	0.075	10.8	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2218	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	GP-GM - Grava pobremente graduada con limo y arena de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca con grava de TM = 2" de forma sub angulosa a angulosa.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo.


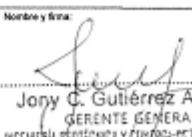
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N/A
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




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

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GP - GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D2028)	A-2.4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava pobremente graduada con limo y arena

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	70.9
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	18.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	10.8

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM		JEFE LEM	
Nombre y Firma:	D:	Nombre y Firma:	D:
	M:		M:
	A:		A:
		Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL / CP N° 196025 INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-15
	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3

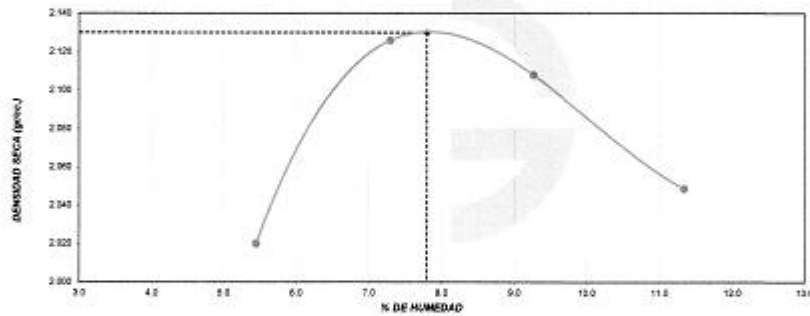
Proyecto	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento.	Registro N°:	IGC19-LEM-561-02
Propietario	: Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri	Muestreado por	: Solicitante
Código del Proyecto	: Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres	Ensayado por	: C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Ensayo	: 29/04/18
Material	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri	Turno	: Diurno
Identificación	: ---	Profundidad	: 1.50 m
Procedencia	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Costa	: ---

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1553			
Volumen Moide	2127	cm ³	
Peso Moide	6282	gr.	

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	2.130	2.281	2.303	2.281
Contenido de agua	%	5.4	7.3	9.3	11.3
Densidad Seca	gr/cc	2.020	2.128	2.108	2.049

Densidad Máxima Seca:	2.130	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	7.80	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	------	---


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
- * Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 34" y fue reemplazado en peso por material pasante 34" y retenido en el tamiz N°4

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 GEOLOGICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOLOGICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:

	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	: Diseño de losa de concreto con incorporación de virutas de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		Registro N°:	IGC19-LEM-561-02
Propietario	: Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		Muestreado por :	Solidante
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		Fecha de Ensayo:	27/10/19
Material	: Suelo Natural		Turno:	Diurno
Identificación	: ---		Profundidad:	1,50 m
Procedencia	: C-1		Norte:	---
N° de Muestra	: M-1		Este:	---
Progresiva	: ---		Cota:	---

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

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

	Molde N° 4		Molde N° 6		Molde N° 2	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Número de capas	5	5	5	5	5	5
Número de golpes	56	25	25	10	10	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11,974		12,121		12,257	
Peso molde (gr.)	7,105		7,326		7,875	
Peso suelo compactado (gr.)	4,869		4,795		4,382	
Volumen del molde (cm³)	2,123		2,123		2,124	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,293		2,259		2,157	
Humedad (%)	7,8		7,8		7,9	
Densidad Seca (gr./cm³)	2,120		2,095		2,055	

CONTENIDO DE HUMEDAD

	Molde N° 4	Molde N° 6	Molde N° 2
Peso de tara (gr.)	91,4	89,3	145,5
Tara + suelo húmedo (gr.)	552,4	498,0	509,2
Tara + suelo seco (gr.)	526,5	488,2	479,9
Peso de agua (gr.)	33,9	29,8	29,3
Peso de suelo seco (gr.)	435,1	381,9	334,4
Humedad (%)	7,8	7,8	7,9

EXPANSIÓN


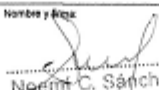
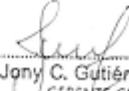
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
23/10/19	09:00	0	24	0,90	0,90	29	0,00	0,00	30	0,00	0,00
24/10/19	09:00	24	27	0,98	0,97	33	0,10	0,09	34	0,08	0,04
25/10/19	09:00	48	30	0,15	0,13	36	0,18	0,15	38	0,15	0,13
26/10/19	09:00	72	33	0,23	0,20	39	0,25	0,22	40	0,20	0,17
27/10/19	09:00	96	37	0,33	0,28	41	0,30	0,26	42	0,25	0,22


PENETRACIÓN

Penetración (x/10)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 6				Molde N° 2			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Indicador	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	Indicador	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	Indicador	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0,025		35	1,7			25	1,2			97	2,5		
0,050		212	10,5			148	7,4			109	8,4		
0,075		514	25,5			360	17,9			287	14,3		
0,100	70,307	940	46,7	90,0	128,0	658	32,7	63,0	88,6	404	20,1	21,0	29,9
0,150		1815	90,3			1271	63,2			609	30,3		
0,200	125,460	2356	117,2	184,0	174,6	1949	97,0	129,0	121,4	811	40,3	40,0	37,9
0,250		3779	187,9			2645	131,5			1002	49,6		
0,300		4727	235,1			3329	166,0			1166	58,0		
0,400		5590	279,5			3992	199,5			1504	74,8		
0,500		6210	308,9			4296	211,8			1669	82,9		

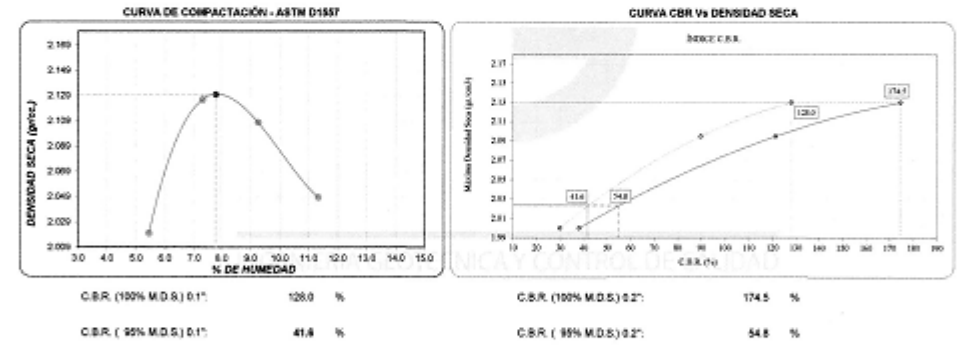
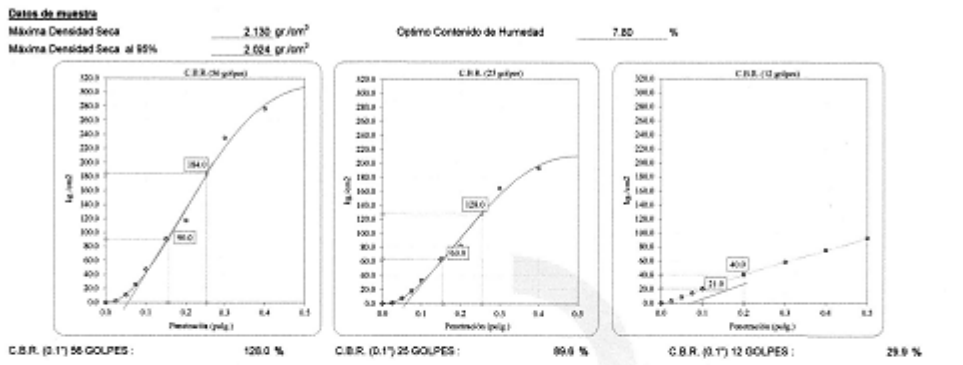
OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL
- Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4



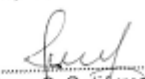
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	


	INFORME		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3
Proyecto	Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		Registro N°:	IGC19-LEM-561-02
Propietario	Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	---		Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		Fecha de Ensayo:	22/08/19
Materia	Suelo Natural		Turno:	Diurno
Identificación	---		Profundidad:	1.00 m
Procedencia	C-1		Norte:	---
N° de Muestra	M-1		Este:	---
Progresiva	---		Cota:	---

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



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL
 * Según norma, para la ejecución de los ensayos de Proctor para CBR y CBR, se eliminó el material retenido en el tamiz 3/4" y fue reemplazado en peso por material pasante 3/4" y retenido en el tamiz N°4

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 INGENIERA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	INFORME		Código	AE-FO-156
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS		Versión	01
			Fecha	07-06-2018
			Página	1 de 1

Proyecto : Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huacho
Solicitante : Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres
Código del Proyecto : ---
Ubicación de Proyecto : Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huacho
Materia : Agregado fino (Arena gruesa)

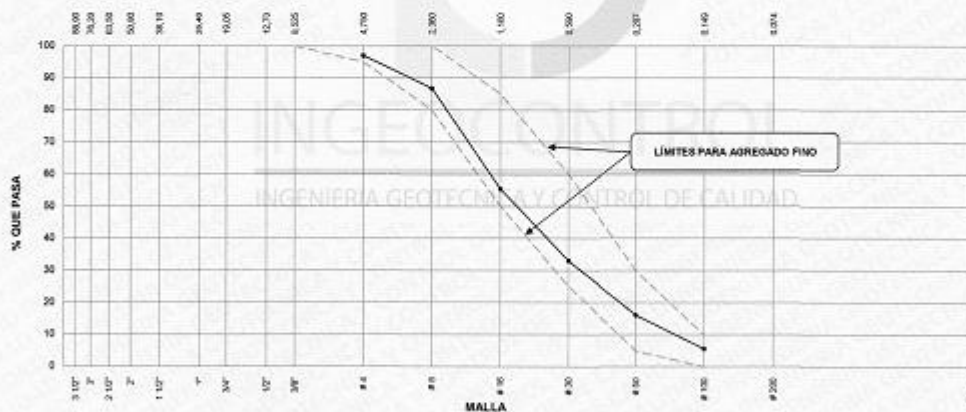
Registro N°: IGC18-LEM-561-03
Muestreado por: Solicitante
Ensayado por: J. Torres
Fecha de Ensayo: 23/10/19
Turno: Diurno


Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Media Luna
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---


AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm					
3 1/2"	88.90 mm					
3"	76.20 mm					
2 1/2"	63.50 mm					
2"	50.80 mm					
1 1/2"	38.10 mm					
1"	25.40 mm					
3/4"	19.05 mm					
1/2"	12.70 mm					
3/8"	9.53 mm				100.00	100.00
# 4	4.75 mm	36.2	3.07	3.07	96.93	95.00
# 8	2.36 mm	121.3	10.38	13.34	86.66	80.00
# 16	1.18 mm	369.4	31.33	44.64	55.36	50.00
# 30	0.59 mm	265.1	22.48	67.10	32.90	25.00
# 50	0.30 mm	198.3	16.83	83.93	16.10	5.00
# 100	0.15 mm	124.8	10.35	94.28	5.54	0.00
# 200	0.07 mm					
Fondo	0.01 mm	85.4	5.54	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (g/cm³)	2.515
P. Especif. de Masa SSD (g/cm³)	2.551
P. Especif. de Masa Aparente (g/cm³)	2.722
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1580
P. Unitario Sueto (kg/m³)	1720
Humedad de absorción (%)	3.0
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Modulo de Finiza	3.07
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



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° 196024 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.	

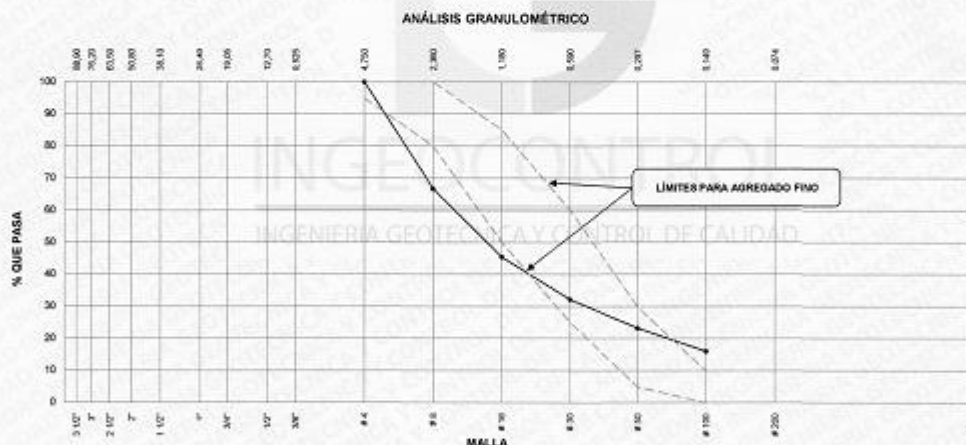
	INFORME		Código	AE-PQ-100
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS		Versión	01
			Fecha	07.05.2018
			Página	1 de 1

Proyecto : Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri. **Registro N°:** IQC19-LEM-561-04
Solicitante : Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cuerva Torres **Muestreado por** : Solicitante
Código del Proyecto : --- **Ensayado por** : J. Torres
Ubicación de Proyecto : Jibamaca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri **Fecha de Ensayo**: 23/10/19
Material : Agregado fino (Virutas de Hierro) **Turno**: Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Meda Luna
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33 - VIRUTAS DE ACERO						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm					
3 1/2"	88.90 mm					
3"	76.20 mm					
2 1/2"	63.50 mm					
2"	50.80 mm					
1 1/2"	38.10 mm					
1"	25.40 mm					
3/4"	19.05 mm					
1/2"	12.70 mm					
3/8"	9.53 mm					
# 4	4.75 mm			100.00	98.00	100.00
# 6	2.96 mm	309.5	33.34	33.34	66.66	100.00
# 10	1.90 mm	188.1	21.34	54.67	45.33	50.00
# 20	0.85 mm	123.4	13.29	67.97	32.03	25.00
# 30	0.60 mm	80.7	8.89	76.86	23.14	5.00
# 60	0.25 mm	67.8	7.33	84.19	15.81	0.00
# 100	0.15 mm	148.9	16.04	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.075 mm					

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	4.975
P. Especif. de Masa SSD (gr/cm ³)	4.975
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	4.975
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	2098
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1824
Humedad de absorción (%)	0.0
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Pileza	3.17
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	-



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	Noemi C. Sanchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196089 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.	



INFORME
ENSAYOS FISICOS EN AGREGADOS

Código	AE-PO-100
Versión	01
Fecha	07-08-2018
Página	1 de 1

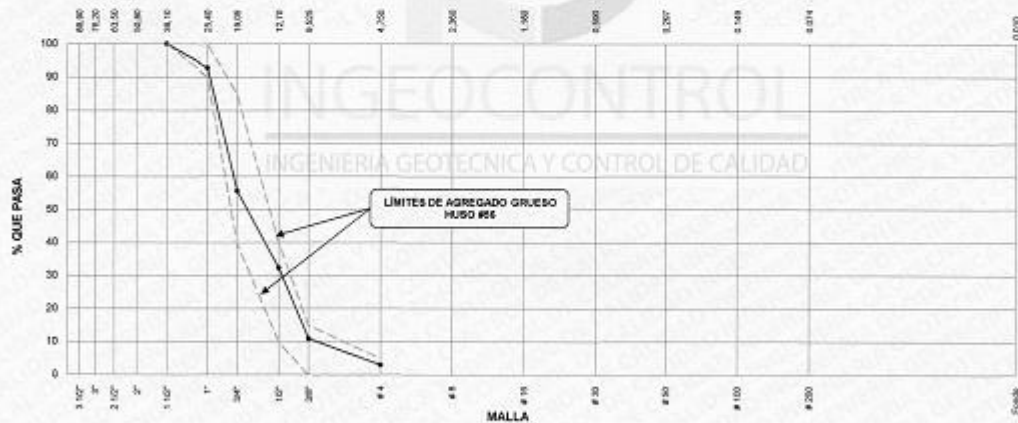
Proyecto : Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri Registro N°: IGC19-LEM-561-05
Solicitante : Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres Muestreado por : Solicitante
Código del Proyecto : --- Ensayado por : J. Torres
Ubicación del Proyecto : Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri Fecha de Ensayo: 23/10/19
Material : Agregado grueso (Piedra chancada) Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Media Luna
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---


Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM 'LIM SUP'	ASTM 'LIM INF'
4"	101.60 mm					
3 1/2"	88.90 mm					
3"	76.20 mm					
2 1/2"	63.50 mm					
2"	50.80 mm					
1 1/2"	38.10 mm			100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	320.2	7.18	7.18	92.87	90.00
3/4"	19.05 mm	1702.0	37.21	44.34	55.86	40.00
1/2"	12.70 mm	1065.0	23.28	67.63	32.37	10.00
3/8"	9.53 mm	983.0	21.43	89.05	10.95	0.00
# 4	4.75 mm	364.5	7.97	97.02	2.98	0.00
# 6	2.50 mm					
# 10	1.18 mm					
# 20	0.85 mm					
# 50	0.30 mm					
# 100	0.15 mm					
# 200	0.07 mm					
Fondo	0.01 mm	136.2	2.96	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	2.744
P. Especif. de Masa S&S (gr/cm³)	2.766
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm³)	2.775
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1610
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1606
Humedad de absorción (%)	0.41
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"
Módulo de Fineza	7.30
% + Malla N° 200 (0.75 µm)	0.28

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CCC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL / CIP N°: 1946029 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:

	INFORME		Código	AE-FO-03
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-561-06
SOLICITANTE	: Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		REALIZADO POR :	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	: Joancarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL		FECHA DE VACIADO :	07/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/11/19		TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	280 kg/cm ²	
Procedencia	: Canteras Media Luna	Asentamiento:	3" - 4"	
Cemento	: Cemento Sol tipo I	Código de mezcla:	PATRON	

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F'cr = 384	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 446 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R/a/c = 0.45	6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L	7. VIRUTA DE ACERO 0 kg x m ³ = 0.00 %
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 1.5%	


8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1433 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³						
Aire	---	0.0150 m ³						
Aditivo	---	0.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2744 kg/m ³	---	0.35%	0.41%	7.3	1506	1610	
Arena Gruesa	2515 kg/m ³	---	1.00%	3.00%	3.07	1585	1723	
Virutas de Acero	4975 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.17	1624	2096	
Volumen de pasta		0.3633 m ³						
Volumen de agregados		0.6367 m ³						

9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.060 m ³
Agregado grueso 56.0% = 0.3433 m ³ = 943 kg	Cemento Sol tipo I 26.74 kg
Arena Gruesa 46.0% = 0.2929 m ³ = 737 kg	Agua 13.25 L
Virutas de Acero 0.0% = 0.0000 m ³ = 0 kg	Agregado grueso 56.5 kg
	Arena Gruesa 44.6 kg
	Virutas de Acero 0.0 kg
	Slump Obtenido 4"
10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	PUC Obtenido 2412 kg
Agregado grueso 946 kg	PUT 2357 kg
Arena Gruesa 744 kg	Rendimiento 1.02
Virutas de Acero 0 kg	
11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agua 221 L	CEM A.F. VIR A.G. AGUA
	1 : 1.4 : 0.0 : 2.12 : 21.1 L/bolsa

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENCOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFES 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.	

 INGEOCONTROL <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD</small>	INFORME		Código	AE-FC-03
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento. Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-561-07
SOLICITANTE	: Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres	REALIZADO POR :	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri	REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL	FECHA DE VACIADO :	07/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/11/19	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	280 kg/cm ²
Procedencia	: Canteras Media Luna	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Sol tipo I	Código de mezcla:	280N-3kg

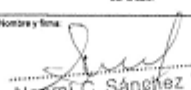
- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 364 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 445 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R/a = 0.46 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 203 L | 7. VIRUTA DE ACERO
3 kg x m ³ = 0.09 % |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |


8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1433 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³					
Aire	---	0.0150 m ³					
Activo	---	0.0000 m ³					
Agregado grueso	2744 kg/m ³	---	0.30%	0.41%	7.3	1506	1510
Arena Gruesa	2515 kg/m ³	---	1.00%	3.00%	3.07	1560	1720
Virutas de Acero	4975 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.17	1624	2095
Volumen de pasta		0.3655 m ³					
Volumen de agregados		0.6567 m ³					

- | | |
|---|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 56.0% = 0.3435 m ³ = 943 kg
Arena Gruesa 45.6% = 0.2923 m ³ = 735 kg
Virutas de Acero 0.1% = 0.0005 m ³ = 3 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.060 m ³
Cemento Sol tipo I 26.74 kg
Agua 13.24 L
Agregado grueso 56.5 kg
Arena Gruesa 44.5 kg
Virutas de Acero 0.2 kg
Slump Obtenido 4 1/4"
PUC Obtenido 3412 kg
PUT 2358 kg
Rendimiento 1.02 |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 946 kg
Arena Gruesa 745 kg
Virutas de Acero 3 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. VIR A.G. AGUA
1 : 1.4 : 0.0 : 2.12 : 21.1 L/bolsa |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 221 L | |

OBSERVACIONES:
 * Muestras previstas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIOCONTROL

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

	INFORME		Código	AE-FO-02
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO REFERENCIA ACI 211		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

PROYECTO : Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri
REGISTRO N°: IGC19-LEM-561-08
SOLICITANTE : Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cuevas Torres
REALIZADO POR : J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO : Joamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri
REVISADO POR : N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL
FECHA DE EMISIÓN : 29/11/19
FECHA DE VACIADO : 07/11/19
TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
F'o de diseño: 280 kg/m²
Procedencia : Cartera Media Luna
Asentamiento: 3" - 4"
Cemento : Cemento Sol tipo I
Código de mezcla: 280N-5kg




- | | |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'ci = 384 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 440 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R/a/c = 0.45 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 10.5 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 205 L | 7. VIRUTA DE ACERO
5 kg x m ³ = 0.15 % |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 1.5% | |


8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m ³	0.1433 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.2050 m ³					
Aire	---	0.0150 m ³					
Aditivo	---	0.0000 m ³					
Agregado grueso	2744 kg/m ³	---	0.30%	0.41%	7.3	1506	1610
Arena Gruesa	2515 kg/m ³	---	1.00%	3.00%	3.07	1660	1720
Virutas de Acero	4975 kg/m ³	---	0.00%	0.00%	3.17	1624	2098
Volumen de pasta		0.3633 m ³					
Volumen de agregados		0.6367 m ³					

- | | |
|--|--|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso 54.0% = 0.3438 m ³ = 940 kg
Arena Gruesa 45.0% = 0.2919 m ³ = 734 kg
Virutas de Acero 0.2% = 0.0010 m ³ = 5 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.060 m ³
Cemento Sol tipo I 25.74 kg
Agua 13.24 L
Agregado grueso 55.8 kg
Arena Gruesa 44.5 kg
Virutas de Acero 0.3 kg
Slump Obtenido 4.5M"
FUC Obtenido 2412 kg
PUT 2399 kg
Rendimiento 1.02 |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 940 kg
Arena Gruesa 742 kg
Virutas de Acero 5 kg | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. VIR A.G. AGUA
1 : 1.4 : 0.0 : 2.12 : 21.0 L/BOLSA |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 221 L | |

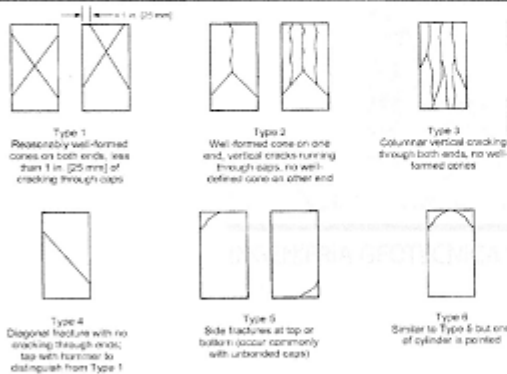
OBSERVACIONES:
 * Muestras provisionales e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL

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

	INFORME		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-06-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-561-09
SOLICITANTE	: Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		FECHA DE ENSAYO :	14/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/11/19		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 PATRÓN	07/11/19	14/11/19	7 días	3	1.99	219 kg/cm ²	78.3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	14/11/19	7 días	5	1.99	217 kg/cm ²	77.5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	14/11/19	7 días	5	1.97	221 kg/cm ²	78.8
PROBETA N° 01 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	14/11/19	7 días	2	1.99	287 kg/cm ²	95.2
PROBETA N° 02 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	14/11/19	7 días	5	1.99	256 kg/cm ²	91.6
PROBETA N° 03 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	14/11/19	7 días	2	1.99	255 kg/cm ²	94.8
PROBETA N° 01 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	14/11/19	7 días	2	1.99	246 kg/cm ²	87.7
PROBETA N° 02 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	14/11/19	7 días	5	1.99	256 kg/cm ²	91.6
PROBETA N° 03 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	14/11/19	7 días	2	1.99	252 kg/cm ²	89.9



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.25 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	1.25	1.50	1.75	1.99
Factor	0.96	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 ¹	Acceptable Range ² of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.5 %	6.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %

FIG. 2 Schematics of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

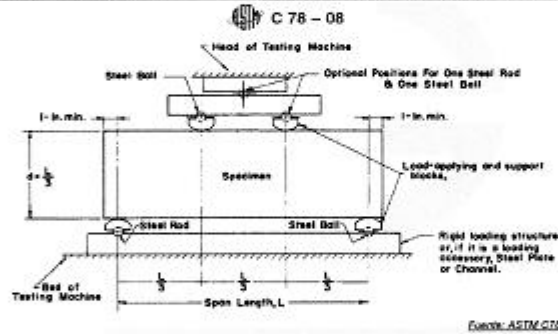
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

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

	INFORME		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	Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-561-10
SOLICITANTE	Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		FECHA DE ENSAYO :	14/11/19
FECHA DE EMISIÓN	29/11/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Prismas de 15 x 15 x 50 cm			
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
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	14/11/19	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	14/11/19	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	39 kg/cm ²
VIGA N° 01 DISEÑO 3KG VIRUTA	07/11/19	14/11/19	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO 3KG VIRUTA	07/11/19	14/11/19	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43 kg/cm ²
VIGA N° 01 DISEÑO 5KG VIRUTA	07/11/19	14/11/19	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO 5KG VIRUTA	07/11/19	14/11/19	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

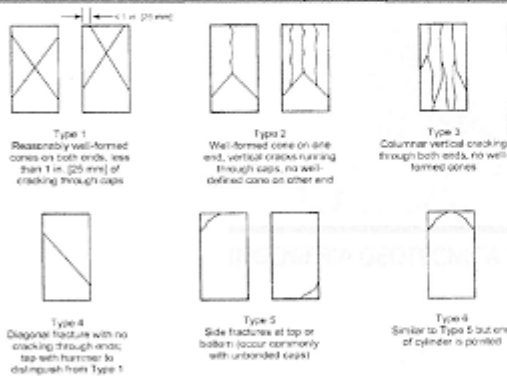
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

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 INGENIERÍA DE INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.
		Nombre y Firma:	M.
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA DE INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.

	INFORME		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	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-561-11
SOLICITANTE	: Ricardo Faustino Salca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		FECHA DE ENSAYO :	21/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 29/11/19		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 PATRÓN	07/11/19	21/11/19	14 días	2	1.98	269 kg/cm2	96.0
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	21/11/19	14 días	2	1.99	279 kg/cm2	99.5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	21/11/19	14 días	5	1.98	265 kg/cm2	94.6
PROBETA N° 01 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	21/11/19	14 días	3	1.99	280 kg/cm2	103.6
PROBETA N° 02 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	21/11/19	14 días	2	1.99	287 kg/cm2	102.6
PROBETA N° 03 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	21/11/19	14 días	2	2.00	306 kg/cm2	109.2
PROBETA N° 01 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	21/11/19	14 días	5	1.98	282 kg/cm2	100.7
PROBETA N° 02 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	21/11/19	14 días	5	2.01	287 kg/cm2	102.5
PROBETA N° 03 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	21/11/19	14 días	2	1.99	279 kg/cm2	99.7



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 ^b 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


Fig. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

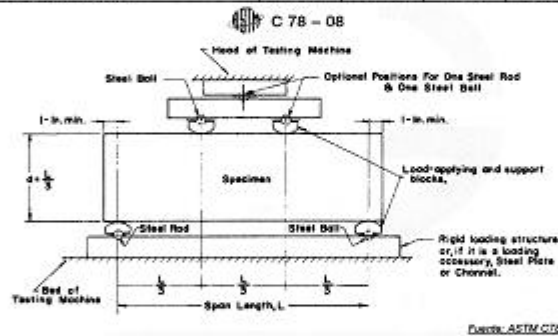
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

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 INGENIERA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	INFORME		Código	AE-FQ-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	Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento. Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-661-12
SOLICITANTE	Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		FECHA DE ENSAYO :	21/11/19
FECHA DE EMISIÓN	29/11/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Písmas de 15 x 15 x 50 cm			
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
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	21/11/19	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	21/11/19	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	43 kg/cm ²
VIGA N° 01 DISEÑO 3KG VIRUTA	07/11/19	21/11/19	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO 3KG VIRUTA	07/11/19	21/11/19	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	50 kg/cm ²
VIGA N° 01 DISEÑO 5KG VIRUTA	07/11/19	21/11/19	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	46 kg/cm ²
VIGA N° 02 DISEÑO 5KG VIRUTA	07/11/19	21/11/19	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

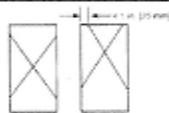
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D
Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M
	A	 Noemi C. Sanchez Huisan INGENIERA CIVIL - N° 196019 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.	A

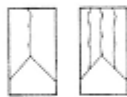
	INFORME		Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-561-13
SOLICITANTE	: Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		FECHA DE ENSAYO :	05/12/19
FECHA DE EMISIÓN	: 05/12/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c 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 PATRÓN	07/11/19	05/12/19	28 días	3	2.00	316 kg/cm ²	112.8
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	05/12/19	28 días	3	1.98	304 kg/cm ²	108.4
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	05/12/19	28 días	2	1.99	295 kg/cm ²	105.3
PROBETA N° 01 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	05/12/19	28 días	3	1.98	331 kg/cm ²	118.3
PROBETA N° 02 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	05/12/19	28 días	5	1.99	322 kg/cm ²	114.9
PROBETA N° 03 DISEÑO 3KG VIRUTAS	07/11/19	05/12/19	28 días	5	1.99	326 kg/cm ²	116.4
PROBETA N° 01 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	05/12/19	28 días	3	2.00	311 kg/cm ²	110.9
PROBETA N° 02 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	05/12/19	28 días	2	1.99	312 kg/cm ²	111.3
PROBETA N° 03 DISEÑO 5KG VIRUTAS	07/11/19	05/12/19	28 días	2	2.00	311 kg/cm ²	111.1



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



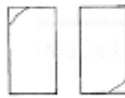
Type 2
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



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 recur continuously with unbonded caps



Type 6
Similar to Type 6 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 1):

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 ^b of Individual Cylinder Strengths	2 cylinders		3 cylinders	
	6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions	2.4 %	0.8 %	2.6 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	Field conditions	2.9 %	0.9 %	3.5 %
	Laboratory conditions	3.2 %	0.9 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

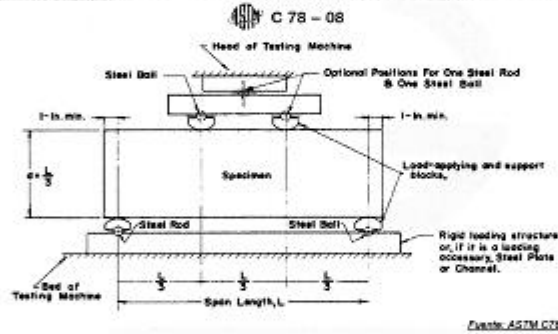
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

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°: 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.	

	INFORME		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	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento, Empresa de transporte, San Antonio, Huarochiri		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-061-14
SOLICITANTE	: Ricardo Faustino Sulca Pablo / Bryan Ricardo Cueva Torres		REALIZADO POR :	J. Paulino
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huarochiri		FECHA DE ENSAYO :	05/12/19
FECHA DE EMISIÓN	: 06/12/19		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Prismas de 15 x 15 x 50 cm			
Fc de diseño	: 280 kg/cm2			

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
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	05/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	50 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN	07/11/19	05/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 3KG VIRUTA	07/11/19	05/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	55 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 3KG VIRUTA	07/11/19	05/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	54 kg/cm2
VIGA N° 01 DISEÑO 5KG VIRUTA	07/11/19	05/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	52 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO 5KG VIRUTA	07/11/19	05/12/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	51 kg/cm2



OBSERVACIONES:

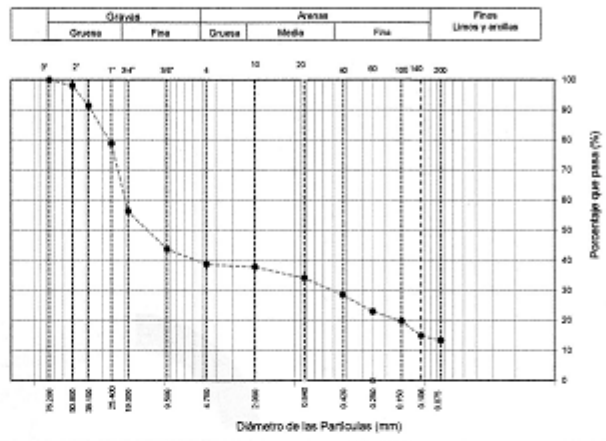
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 Nohemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL / CIP N° 196329 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A.
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A.

	INFORME		Código	AE-PO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-08-2018
			Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de losa de concreto con incorporación de varilla de acero para estacionamiento.	Registro N°:	IGC19-LEM-561-15
Propietario	: Empresa de Transporte, San Antonio, Huachivil	Muestreado por	: Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: C. Amaringo
Ubicación del Proyecto	: Jicamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huachivil	Fecha de Ensayo	: 23/10/19
Material	: Terreno existente	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad	: 0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calote	: C-2	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	98.1	
1 1/2"	38.100	91.5	
1"	25.400	78.8	
3/4"	19.000	56.4	
3/8"	9.500	43.8	
N° 4	4.750	38.8	
N° 10	2.000	37.9	
N° 20	0.840	34.2	
N° 40	0.425	28.7	
N° 60	0.250	23.0	
N° 100	0.150	19.8	
N° 140	0.106	14.9	
N° 200	0.075	13.4	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.3
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"D"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"D"


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

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	61.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	28.5
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	13.4

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	GP-GM - Grava pobremente graduada con limo y arena de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca con grava de TM = 2" de forma sub angular a angulosa.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo



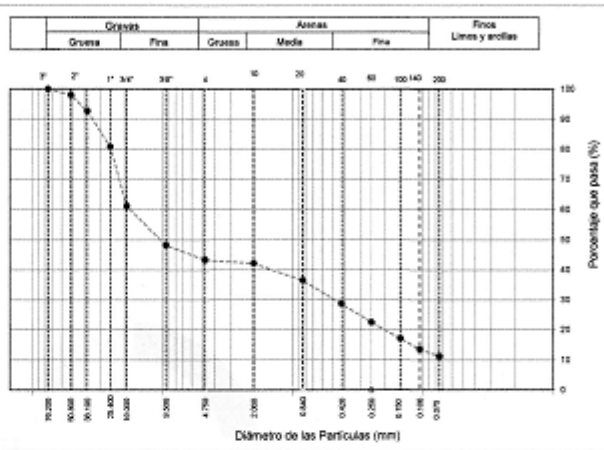
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava limosa con arena

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

	INFORME		Código	AE-FO-01
	ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2019
			Página	1 de 1

Proyecto	: Diseño de losa de concreto con incorporación de viruta de acero para estacionamiento.	Registro N°:	IGC18-LEM-561-16
Propietario	: Empresa de transporte, San Antonio, Huacho	Muestreado por	: Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: C. Amaligo
Ubicación del Proyecto	: Icamarca, distrito de San Antonio, Provincia de Huacho	Fecha de Ensayo	: 23/10/19
Material	: Terrazo existente	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad	: 0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-3	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Oeste	: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	96.0	
1 1/2"	38.100	92.8	
1"	25.400	80.8	
3/4"	19.000	61.2	
3/8"	9.500	46.2	
N° 4	4.750	43.3	
N° 10	2.000	42.2	
N° 20	0.840	36.5	
N° 40	0.425	28.7	
N° 60	0.250	22.5	
N° 100	0.150	17.1	
N° 140	0.106	13.5	
N° 200	0.075	11.2	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.6
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"D"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	GP-OM - Grava pobremente gradada con limo y arena de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca con grava de TM = 2" de forma sub angulosa a angulosa.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

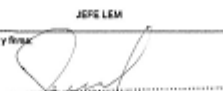
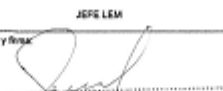


PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secado al horno a 110 ± 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"D"



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

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GP - OM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava pobremente gradada con limo y arena

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	56.7
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	32.1
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	11.2

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma:  Noepp C. Sánchez Huamán INGENIERO CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:	JEPS LEM Nombre y firma:  Jeps Lem INGENIERO CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:	GGC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Robanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
A:	A:	A:	A:

ANEXO 03:
INSTRUMENTOS
VALIDACION DE 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 - LM - 092 - 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. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	3000 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	1.0 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE3001F
Número de Serie	8346750775
Capacidad mínima	2.0 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 válidos 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



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Rocá 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 - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.6
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



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

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

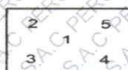
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1 = 1,500 g			Carga L2 = 3,000 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1500.0	50	0	3000.0	50	0	
2	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
3	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
4	1500.0	50	0	3000.1	80	70	
5	1500.0	20	30	3000.0	60	-10	
6	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
7	1500.1	80	70	3000.0	60	-10	
8	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
9	1500.0	50	0	3000.0	30	20	
10	1500.0	20	30	3000.0	50	0	
Diferencia Máxima			80	Diferencia Máxima			80
Error Máximo Permissible			1,000.0	Error Máximo Permissible			1,000.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1.0	50	0	1000.0	1000.0	4	46	46
2		1.0	50	0	1000.0	1000.0	60	-10	-10
3	1.0	1.0	40	10	1000.0	1000.0	50	0	-10
4		1.0	50	0	1000.0	1000.0	50	0	0
5		1.0	50	0	999.9	999.9	30	-80	-80
Error máximo permisible								1,000.0	

* Valor entre 0 y 10e

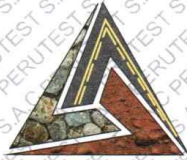
Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

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 - FÍSICA - QUÍMICA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	40	10						
2.0	2.0	60	-10	-20	2.0	50	0	-10	1,000
10.0	10.0	40	10	0	10.0	50	0	-10	1,000
100.0	100.0	50	0	-10	100.0	60	-10	-20	1,000
500.0	500.0	50	0	-10	500.0	60	-10	-20	1,000
800.0	800.0	60	-10	-20	800.0	60	-10	-20	1,000
1000.0	1000.0	50	0	-10	1000.0	50	0	-10	1,000
1500.0	1500.0	50	0	-10	1499.9	50	-100	-110	1,000
2000.0	2000.1	60	90	80	1999.9	4	-54	-64	1,000
2500.0	2500.1	80	70	60	2499.9	20	-70	-80	1,000
3000.0	3000.1	70	80	70	3000.1	80	70	60	1,000

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
f: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E_o: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.004094 \text{ g}^2 + 0.00000000135 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000219 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



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

Sucursal: Calle Sinchi Rocá 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	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. 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	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.
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	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.
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 - LM - 094 - 2019**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



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 - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

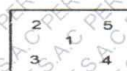
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final
21.6 °C 21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
Diferencia Máxima			1.0	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 20.0	Error Máximo Permissible			± 30.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura Inicial Final
21.7 °C 21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.3	-0.2	0.2
* Valor entre 0 y 10e						Error máximo permisible		± 20.0		



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 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	-0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.00000000043 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000323 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



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, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 095 - 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. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	250 g
División de escala (d)	0.0001 g
Div. de verificación (e)	0.001 g
Clase de exactitud	I
Marca	DENVER INSTRUMENT COMPANY
Modelo	AA-250
Número de Serie	B032815
Capacidad mínima	0.0020 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 válidos 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: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 095 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.6 °C	20.6 °C
Humedad Relativa	56%	56%



9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 095 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,2 °C

Medición N°	Carga L1 = 120 g			Carga L2 = 250 g		
	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	119.9970	-	-2.950	249.9911	-	-8.850
2	119.9971	-	-2.850	249.9912	-	-8.750
3	119.9974	-	-2.550	249.9915	-	-8.450
4	119.9970	-	-2.950	249.9915	-	-8.450
5	119.9972	-	-2.750	249.9914	-	-8.550
6	119.9970	-	-2.950	249.9915	-	-8.450
7	119.9973	-	-2.650	249.9914	-	-8.550
8	119.9970	-	-2.950	249.9915	-	-8.450
9	119.9971	-	-2.850	249.9915	-	-8.450
10	119.9973	-	-2.650	249.9916	-	-8.350
	Diferencia Máxima		0.400	Diferencia Máxima		0.500
	Error Máximo Permisible		3	Error Máximo Permisible		3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,0 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	f (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0.0008	-	-0.150		79.9977	-	-2.250	-2.100
2		0.0008	-	-0.150		79.9971	-	-2.850	-2.700
3	0.0010	0.0009	-	-0.050	80.0000	79.9972	-	-2.750	-2.700
4		0.0008	-	-0.150		79.9978	-	-2.150	-2.000
5		0.0007	-	-0.250		79.9972	-	-2.750	-2.500
						Error máximo permisible			3

* Valor entre 0 y 10e



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 095 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.0010	0.0009	-	-0.050	-	-	-	-	-	-
0.0020	0.0019	-	-0.050	0.000	0.0015	-	-0.450	-0.400	1
1.0000	1.0005	-	0.550	0.600	0.9992	-	-0.750	-0.700	1
10.0000	10.0008	-	0.850	0.900	9.9989	-	-1.050	-1.000	2
50.0000	50.0012	-	1.250	1.300	49.9978	-	-2.150	-2.100	3
80.0000	80.0018	-	1.850	1.900	79.9986	-	-1.350	-1.300	3
100.0000	100.0021	-	2.150	2.200	99.9989	-	-1.050	-1.000	3
120.0000	120.0025	-	2.550	2.600	119.9975	-	-2.450	-2.400	3
150.0000	150.0031	-	3.150	3.200	149.9981	-	-1.850	-1.800	3
200.0000	200.0036	-	3.650	3.700	199.9985	-	-1.450	-1.400	3
250.0000	250.0039	-	3.950	4.000	250.0039	-	3.950	4.000	3

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000002 \text{ g}^2 + 0.0000000000489 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000191 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



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 - FÍSICA - QUÍMICA

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 | INGECONTROL 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 | 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

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.8
Humedad Relativa	56%	56%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (**) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



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

Sucursal: Calle Sinchi Rocá 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 - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.2 °C	21.2 °C

Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300.00	5	0	600.00	5	0
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1
3	300.00	6	-1	599.99	3	-8
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1
5	300.00	6	-1	599.99	2	-7
6	300.00	5	0	600.00	5	0
7	300.00	7	-2	600.00	4	1
8	300.00	5	0	600.00	6	-1
9	300.01	8	7	600.01	8	7
10	300.01	9	6	600.00	6	-1
	Diferencia Máxima 9			Diferencia Máxima 15		
	Error Máximo Permisible 100			Error Máximo Permisible 200		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	22.0 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mjníma*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		0.10	5	0		200.00	5	0	0
2		0.11	8	7		200.00	4	1	-6
3	0.10	0.10	6	-1	200.00	200.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		200.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		200.01	8	7	8
	Error máximo permisible								100

* Valor entre 0 y 10e

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

PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	100
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	100
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	100
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	100
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	7	-2	-1	100
300.00	300.00	6	-1	0	299.99	4	-9	-8	100
400.00	400.00	4	1	2	399.99	3	-8	-7	100
500.00	500.00	5	0	1	499.99	4	-9	-8	200
600.00	600.00	5	0	1	600.00	5	0	1	200

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E₀: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000041 \text{ g}^2 + 0.0000000015 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000018 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

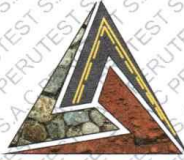


Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

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 válidos 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	TERMÓMETRO DIGITAL

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

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

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

(*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



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 - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.0
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Rocá 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 - LT - 027 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	10.3
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	10.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	10.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



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

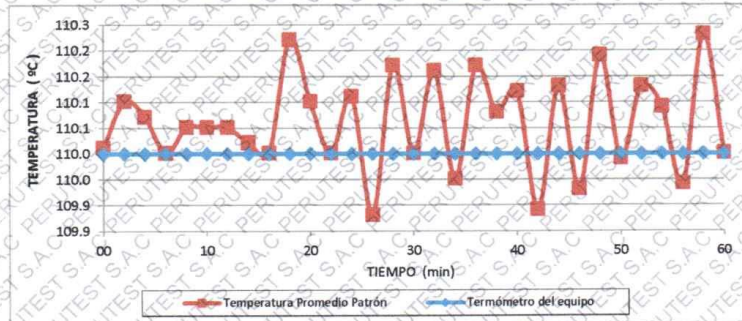
PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

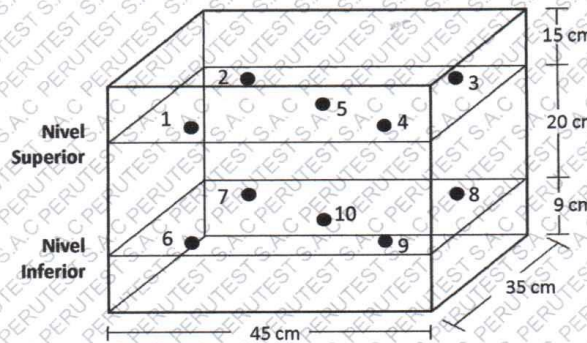
Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 10 °C



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

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 - FÍSICA - QUÍMICA

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.	Los resultados son válidos 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. Instrumento de Medición	COMPARADOR CUADRANTE (DIAL)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance de indicación	0 pulg. a 1.00 pulg.	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de Escala / Resolución	0.001 pulg.	
Marca	INSIZE	
Modelo	2307-1	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	LL-036	
Tipo de indicación	ANALÓGICO	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

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 - LL - 036 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	80%	81%



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL DM/LLA-138-2018	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

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 3 de 3

11. Resultados de medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg)	(pulg)
2.0	0.0787	0.0789	-0.0002
4.0	0.1575	0.1578	-0.0003
5.0	0.1969	0.1971	-0.0002
8.0	0.3150	0.3151	-0.0001
12.0	0.4724	0.4724	0.0000
16.0	0.6299	0.6300	-0.0001
18.0	0.7087	0.7090	-0.0003
20.0	0.7874	0.7878	-0.0004
22.0	0.8661	0.8663	-0.0002
25.0	0.9843	0.9848	-0.0005

Alcance del error de indicación (f_e): 0.000

Incertidumbre del error de indicación: ± 0.59 mils para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg.)	(pulg.)
18.0	0.98425	0.9844	-0.0001
		0.9847	-0.0004
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002

Error de Repetibilidad (f_w): 0.00 mils

Incertidumbre del error de indicación: ± 0.59 mils para ($k=2$)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25.4 μm .

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

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

Sucursal: Calle Sinchi Rocá 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, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LTF - 007 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

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 válidos 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. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Fabricante	A&A INSTRUMENTS	
Número de Serie	141102	
Modelo	STMH-3	
Alcance de Indicación	0 a 999 rpm	
Div. de escala/Resolución	1 rpm	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
6. Lugar de calibración	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LTF - 007 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SNM/INDECOPI tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °c	21.6 °c
Presión Atmosférica	80 %	80 %

9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	Ple de Rey	L-0656-2018
Patrones de referencia	Cinta Métrica	L-0655-2018
Patrones de referencia	Pesas clase F1	M-0842-2018

10. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46.60	414.1
2	46.60	413.7
3	46.60	413.6
4	46.60	413.6
5	46.48	413.9
6	46.60	413.8
7	46.62	413.5
8	46.61	413.9
9	46.60	413.9
10	46.61	413.9
11	46.61	413.9
12	46.62	414.0



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LTF - 007 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 3 de 3

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	31	31	31	31.0
120	62	62	62	31.0
180	94	94	94	32.0
240	125	125	125	31.0
300	156	156	156	31.0
360	188	188	188	32.0
420	219	219	219	31.0
480	251	251	251	32.0
540	283	283	283	32.0
600	314	314	314	31.0
660	345	345	345	31.0
720	377	377	377	32.0
780	408	408	408	31.0
840	440	440	440	32.0
900	471	471	471	31.0



Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g, el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,63 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de 711 ± 5 mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de 508 ± 5 mm.

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

Fin del documento.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730


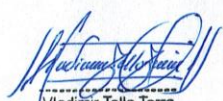

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-106-2019**

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

CMC-106-2019

Página 1 de 2



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 - 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 - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR



9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA OAP MOD: ZSF-A SERIE: 55P4331 F-10-A F	INF-LE 092 -19

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

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

Sucursal: Calle Sinchi Rocá 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 - LF - 037 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	501.6	500.6	501.6	501.4
20	1000	1002.2	1001.2	1002.2	1001.9
30	1500	1504.4	1505.4	1505.4	1504.9
40	2000	2008.2	2007.2	2007.2	2007.2
50	2500	2505.5	2504.4	2505.5	2505.5
60	3000	3005.2	3007.2	3006.2	3006.4
70	3500	3505.2	3504.2	3505.2	3504.9
80	4000	4007.6	4008.7	4008.7	4008.2
90	4500	4508.2	4510.3	4510.3	4509.5
100	5000	5010.1	5009.0	5010.1	5009.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	-0.27	0.20	-0.20	0.02	0.58
1000	-0.19	0.10	-0.10	0.01	0.58
1500	-0.32	0.07	0.07	0.01	0.58
2000	-0.36	0.05	0.05	0.01	0.58
2500	-0.22	0.04	-0.08	0.00	0.58
3000	-0.21	0.07	0.00	0.00	0.58
3500	-0.14	0.03	-0.03	0.00	0.57
4000	-0.20	0.03	0.03	0.00	0.57
4500	-0.21	0.05	0.02	0.00	0.58
5000	-0.20	0.02	-0.02	0.00	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Rocá 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 - FÍSICA - QUÍMICA

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 aquí 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

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 - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	mínima	máxima
Temperatura	22.3 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	61 %	68 %



9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabada en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

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 - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

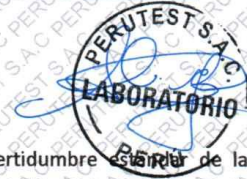
VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			MAXIMO ERROR ENCONTRADO ($\pm \mu\text{m}$)	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS ($\pm \mu\text{m}$)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)	PROFUNDIDAD (mm)		
10.000	10.000	10.000	10.000	0	20
20.000	20.004	20.003	20.000	4	20
40.000	40.002	40.000	40.000	2	20
80.000	80.002	80.003	80.000	3	20
100.000	100.002	100.000	100.002	2	20
150.000	150.002	150.000	150.000	2	20

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN : $1.5 \mu\text{m}$; para $k=2$

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



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

ANEXO 04:
PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: Empresa de Transporte San Ignacio s.a, entrada de Vehículos



Foto 2: Zona de Estacionamiento de Vehículos



Foto 3: Zona de Estacionamiento de Vehículos



Foto 4: Calicata N° 1 en la Empresa Transporte San Ignacio s.a



Foto 5: Calicata N° 2 en la Empresa Transporte San Ignacio s.a



Foto 6: Calicata N° 3 en la Empresa Transporte San Ignacio s.a



Foto 7: Tierra extraído de la Calicata N° 1



Foto 8: Tierra extraído de la Calicata N° 2



Foto 9: Tamiz para Ensayos Granulométricos



Foto 10: Equipos de Laboratorio Ingecontrol



Foto 11: Trabajo para análisis de ensayos granulométrico



Foto 12: Obtención del peso seco de tierra para el Proctor Modificado



Foto 13: Pasando en Tamiz malla 100



Foto 14: Horno para secado



Foto 15: Agregado traído de Cantera



Foto 16: Peso de Agregado, para el diseño de mezcla



Foto 17: Lavar piedra chancada. Lavado por decantación



Foto 18: Preparación de Mezcla con el equipo Trompito



Foto 19: Mezcla de Concreto, para determinar su asentamiento.



Foto 20: determinar su asentamiento del concreto.



Foto 22: Elaboración Probetas de concreto.



Foto 23: Proceso de curado de los testigos para ensayos mecánicos de concreto.



Foto 24: Testigos para los ensayos mecánicos de concreto.



Foto 25: Equipo de Laboratorio de Ingeocontrol.



Foto 26: Ensayo de Resistencia a la compresión con incorporación de viruta.



Foto 27: Ensayo de Resistencia a la compresión con incorporación de viruta.



Foto 28: Ensayo de Resistencia a la flexión con incorporación de viruta.



Foto 27: Ensayo de Resistencia a la flexión con incorporación de viruta.

ANEXO 5:
COSTO UNITARIO

ANEXO 6:
CONTEO VEHICULA

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

EMPRESA: TRANSPORTE SAN IGNACIO S.A

PROYECTO: "DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA DE ACERO PARA ESTACIONAMIENTO, EMPRESA DE TRANSPORTES, SAN ANTONIO, HUAROCHIRI, 2019"

K= 1

UBICACION: SAN ANTONIO DE JICAMARCA HUAROCHIRI

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	194	0	0	448	448	0	0	0	0	0	0		0					1090	36.0%
S	142	0	0	896	896	0	0	0	0	0	0		0					1934	64.0%
TOTAL	336	0	0	1344	1344	0	0	0	0	0	0		0					3024	
%	11.11%	0.00%	0.00%	44.44%	44.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%		0.00%					100.0%	
IMD	48	0	0	192	192	0	0	0	0	0	0		0					432	
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1						
IMD	48	0	0	192	192	0	0	0	0	0	0		0					432	
IMD	48	0	0	192	192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432	

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: TRANSPORTE SAN IGNACIO S.A
 PROYECTO: "DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA DE ACERO PARA ESTACIONAMIENTO, EMPRESA DE TRANSPORTES, SAN ANTONIO, HUAROCHIRI, 2019"
 UBICACIÓN: SAN ANTONIO DE JICAMARCA HUAROCHIRI

DATOS: T= 20 años
 esp = 200 mm
 Pt = 2.5 sevicabilidad final
 D = 0.5 factor de direccion ida y vuelta
 L = 1 un carril en cada sentido => W18 = 100%

FORMULA DEL ESAL PARA
 PAVIMENTO RIGIDO
 METODO DEL AASHTO

$$F_{ec} = - \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

$$\log \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \log(18+1) - 4.62 \log(L_x + L_2) + 3.28 \log(L_2) + \frac{G_1}{\beta_x} - \frac{G_1}{\beta_{18}}$$

$$G_1 = \log \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5}$$

$$\beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} (L_2)^{3.82}}$$

FACTOR DE CRECIMIENTO:

$$G \cdot Y = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

En Donde:

W_{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t
 W_{t18} = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

ESAL = ni = (no)i (G) (D) (L) (365) (Y)

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER											
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3		
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25
Lx (kips)	2.2059	1.7647					4.4118	6.6177	15.441	24.265																				
no	48	48					192	192	192	192																				
r%	0.045	0.045					0.03	0.03	0.03	0.03																				
Gt	-0.176	-0.176					-0.176	-0.176	-0.176	-0.176																				
L2	1	1					1	1	1	1																				
B18	1	1					1	1	1	1																				
Bx	1	1					1	1	1	1																				
log(Wtx/Wt)	3.5704	3.8674					2.5198	1.8338	0.2902	-0.572																				
G = Wt/Wtx	0.0003	0.0001					0.003	0.0147	0.5126	3.7307																				
G Y	31.371	31.371					26.870	26.870	26.870	26.870																				
ESAL	73.907	37.293					2844.7	13805	482638	4E+06																				
PARCIAL	16760.44607								3995227.309																					
TOTAL	4011987.755																													

ANEXO 6:
DOCUMENTOS

DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA DE ACERO PARA ESTACIONAMIENTO, EMPRESA DE TRANSPORTE, SAN ANTONIO, HUAROCHIRI, 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

23% INDICE DE SIMILITUD	22% FUENTES DE INTERNET	1% PUBLICACIONES	11% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
3	1library.co Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
8	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%

Yo, Mg.Ing. Luis Alberto Segura Terrones, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Campus San Juan de Lurigancho revisor de la tesis titulada:

"DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO CON INCORPORACION DE VIRUTA DE ACERO PARA ESTACIONAMIENTO, EMPRESA DE TRANSPORTE, SAN ANTONIO, HUAROCHIRI, 2019", de los estudiantes:

CUEVA TORRES, BRYAN RICARDO
SULCA PABLO, RICARDO FAUSTINO

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho, 20-12-19



.....
Firma

Mg. Ing. Luis Alberto Segura Terrones

DNI: 45003769

	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Vicedirectorado de Investigación
---	---	--------	---	---



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

San Juan de Lurigancho, 28 de noviembre de 2019

CARTA N° 066-2019/CP ING.CIVIL./UCV SJL

Señores:
EMPRESA SAN IGNACIO S.A.
Presente:

De mi consideración:

Es grato saludarlo(a) cordialmente en nombre de la Universidad César Vallejo – Campus Lima Este y, a la vez, presentar a el/la estudiante **SULCA PABLO, RICARDO FAUSTINO**, identificado(a) con DNI N° 76643973, código universitario 6500019881, y **CUEVA TORRES, BRYAN RICARDO**, identificado(a) con DNI N° 45188905, código universitario 6500042719, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil del X Ciclo, con el fin de solicitar la autorización para que los estudiantes realicen estudios de suelos, medición de terreno y firma para validar el proyecto de investigación titulado: **“DISEÑO DE LOSA DE CONCRETO INCORPORADO VIRUTA DE ACERO PARA EL ESTACIONAMIENTO EN LA EMPRESA DE TRANSPORTE SAN IGNACIO S.A. SAN ANTONIO HUAROCHIRÍ 2019”**

Agradeciéndole(s) por la atención a la presente, aprovechamos la oportunidad para reiterarle(s) nuestra más alta consideración y estima, y vuestro apoyo al Departamento de Investigación de esta casa de estudios.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,



Mgr. Luis Alberto Segura Terrones
Coordinador de la C.P. de Ingeniería Civil
UCV – Campus San Juan de Lurigancho

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
M. J. A.
995499706

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe