

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales
incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento,
Chiclayo 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Tiffany Belen Vega Acuña

ASESOR

Carlos Rafael Tafur Jimenez
<https://orcid.org/0000-0003-0119-8234>

Chiclayo, 2023

**Evaluación de la resistencia del concreto para elementos
estructurales incorporando residuos de alambrón en reemplazo
porcentual del cemento, Chiclayo 2021**

PRESENTADA POR
Tiffany Belen Vega Acuña

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Segundo Guillermo Carranza Cieza
PRESIDENTE

Fidel Ortiz Zapata
SECRETARIO

Carlos Rafael Tafur Jimenez
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres, quienes son mi mayor soporte en mi vida y nunca me han soltado de la mano.

A mi hermano, que me ha apoyado siempre y ha sido una ayuda incondicional en mi carrera y en mi vida.

A mi abuelita Olga que ahora es un ángel en mi vida y desde el cielo me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi abuelita Aurora que ha cuidado por mi desde siempre y me ha enseñado el camino de la vida.

Agradecimientos

A Dios Todopoderoso por haberme dado la vida, su infinito amor y sobre todo permitirme culminar una de mis metas.

A mis papás Olenka y Miguel, por su amor, apoyo incondicional y ser mi mayor motivo para lograr mis metas.

A los docentes de mi casa de estudios, personas de gran sabiduría por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi carrera universitaria.

A mis mejores amigos de la universidad que con su ayuda he podido superar este arduo camino, especialmente a Chero por compartir sus enseñanzas conmigo durante el desarrollo de mi investigación.

A mis mejores amigos de la vida por estar conmigo en las buenas y las malas, y compartir gratos momentos juntos.

A Blinky y Babby mis fieles compañeras que con su amor han llenado de felicidad mi vida.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

26% INDICE DE SIMILITUD	25% FUENTES DE INTERNET	4% PUBLICACIONES	11% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
5	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	issuu.com Fuente de Internet	1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	1%
8	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%

Índice

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Revisión de literatura	15
Antecedentes del problema	15
Bases teórico-científicas.....	18
Materiales y métodos	23
Tipo de investigación	23
Diseño de investigación	23
Población muestra y muestreo.....	24
Criterio de selección.....	27
Variables y operacionalización	28
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
Técnica de recolección de datos.....	29
Instrumentos de recolección de datos.....	29
Procedimientos.....	31
Plan de procesamientos y análisis de datos	37
Resultados y discusión	38
Resultados	38
Características físicas del residuo de alambrón.....	38
Densidad del residuo de Alambrón	39
Ensayo de los agregados	40
Contenido de Humedad.....	40
Granulometría	40
Peso específico y absorción de los agregados	43
Peso unitario Volumétrico.....	44
Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	44
Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	44
Diseño de mezcla	45
Diseño de mezcla del concreto patrón.....	46
Residuo de Alambrón en el diseño de mezcla.....	47
Ensayos en estado fresco del concreto	48
Ensayo de asentamiento (Cono de Abrams).....	48
Peso unitario del concreto	49
Temperatura del Concreto.....	51
Ensayos en estado endurecido del concreto	52

Resistencia a compresión	52
Resistencia a flexión	57
Módulo de Elasticidad.....	59
Penetración de Cloruros	60
Expansión de mortero por sulfatos.....	61
Análisis económico entre el concreto patrón y el concreto con residuo de alambón.....	68
Discusión.....	72
Conclusiones	77
Recomendaciones.....	79
Referencias	80
Anexos.....	82

Lista de Fotografías

Fotografía 1 Residuo de Alambrón.....	31
Fotografía 2 Granulometría del Residuo de Alambrón.....	32
Fotografía 3 Peso específico del Residuo de Alambrón	32
Fotografía 4 Residuo de alambrón tamizado por malla N° 100.....	33
Fotografía 5 Moldeado de testigos.....	34
Fotografía 6 Resistencia a compresión	34
Fotografía 7 Módulo de Elasticidad del Concreto	35
Fotografía 8 Resistencia a flexión.....	35
Fotografía 9 Penetración de Cloruros en el concreto	36
Fotografía 10 Expansión de mortero por ataque por sulfatos	36
Fotografía 11 Residuo de Alambrón.....	38
Fotografía 12 Mortero Patrón a las 15 semanas.....	63
Fotografía 13 Mortero con 5% de residuo de alambrón	64
Fotografía 14 Mortero con 10% de residuo de alambrón	66
Fotografía 15 Mortero con 15% de residuo de alambrón	67

Lista de Tablas

Tabla 1 Propiedades Químicas del residuo de alambrón. Fuente: [12] METINVEST	20
Tabla 2 Tipos de Cemento Portland. Fuente NTP 334.009 2020.....	21
Tabla 3 Tipos de Cementos adicionados. Fuente: NTP 334.090 2020.....	21
Tabla 4 Muestras para medición del asentamiento del concreto, temperatura y peso unitario del concreto	25
Tabla 5 Muestras para ensayos de resistencia a compresión.....	26
Tabla 6 Muestras para ensayos de resistencia a flexión	26
Tabla 7 Muestras para ensayos del módulo de elasticidad.....	26
Tabla 8 Muestras para ensayos de durabilidad.....	27
Tabla 9 Operacionalización de Variables.....	29
Tabla 10 Resumen de Normativa	30
Tabla 11 Granulometría del Residuo de Alambrón.....	39
Tabla 12 Densidad del residuo de alambrón	39
Tabla 13 Contenido de Humedad Agregado Grueso.....	40
Tabla 14 Contenido de Humedad Agregado Fino.....	40
Tabla 15 Granulometría Agregado Grueso	41
Tabla 16 Granulometría de Agregado Fino.....	42
Tabla 17 Datos de peso específico y absorción del agregado grueso.....	43
Tabla 18 Resultados de peso específico y absorción del agregado grueso	43
Tabla 19 Datos de Peso específico y Absorción Agregado Fino	43
Tabla 20 Resultados de Peso específico y Absorción Agregado Fino	44
Tabla 21 Peso unitario suelto del Agregado Grueso	44
Tabla 22 Peso unitario compactado del Agregado Grueso.....	44
Tabla 23 Peso unitario suelto del Agregado Fino	44
Tabla 24 Peso unitario compactado del Agregado fino.....	45
Tabla 25 Datos para el diseño de mezcla	45
Tabla 26 Resistencia promedio a compresión requerida.....	46
Tabla 27 Dosificación en Peso y Volumen del Concreto.....	47
Tabla 28 Dosificación con 5% de Residuo de Alambrón.....	47
Tabla 29 Dosificación con 10% de Residuo de Alambrón.....	48
Tabla 30 Dosificación con 15% de Residuo de Alambrón.....	48
Tabla 31 Asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de residuo de alambrón	49

Tabla 32	Peso unitario del concreto patrón	50
Tabla 33	Peso unitario del concreto con 5% de residuo de alambrón	50
Tabla 34	Peso unitario del concreto con 10% de residuo de alambrón	50
Tabla 35	Peso unitario del concreto con 15% de residuo de alambrón	51
Tabla 36	Temperatura del Concreto	52
Tabla 37	Resistencia a compresión del concreto patrón	52
Tabla 38	Resistencia a compresión del concreto con 5% de residuo de alambrón	53
Tabla 39	Resistencia a compresión del concreto con 10% de residuo de alambrón	53
Tabla 40	Resistencia a compresión del concreto con 15% de residuo de alambrón	54
Tabla 41	Resistencia a flexión del concreto a los 28 días	57
Tabla 42	Módulo de Elasticidad del concreto	59
Tabla 43	Penetración de cloruros	60
Tabla 44	Expansión de mortero patrón por ataque a sulfatos.....	61
Tabla 45	Variación de Longitud del mortero patrón	62
Tabla 46	Expansión de mortero con 5% de residuo de alambrón por ataque a sulfatos	63
Tabla 47	Variación de Longitud del mortero con 5% de residuo de alambrón	63
Tabla 49	Expansión de mortero con 10% de residuo de alambrón por ataque a sulfatos	65
Tabla 50	Variación de Longitud del mortero con 10% de residuo de alambrón	65
Tabla 51	Expansión de mortero con 15% de residuo de alambrón por ataque a sulfatos	66
Tabla 52	Variación de Longitud del mortero con 15% de residuo de alambrón	67
Tabla 53	Análisis de costo unitario de molido de residuo de alambrón.....	68
Tabla 54	Análisis de costo unitario de tamizado de residuo de Alambrón	69
Tabla 55	Precio unitario del residuo de alambrón por kg	69
Tabla 56	Análisis de costo unitario del concreto convencional	70
Tabla 57	Análisis de costo unitario del concreto con 5% de residuo de alambrón	71
Tabla 58	Características de agregado grueso y fino con la investigación [11]	72
Tabla 59	Comparación del módulo de elasticidad	74

Lista de Gráficos

Gráfico 1	Curva Granulométrica de Agregado Grueso	41
Gráfico 2	Curva Granulométrica Agregado Fino.....	42
Gráfico 3	Ensayo de Asentamiento	49
Gráfico 4	Ensayo de Peso Unitario	51
Gráfico 5	Comparación de resistencia del $f'c$ teórico vs $f'c$ patrón	54
Gráfico 6	Comparación de porcentajes de $f'c$ teórico vs $f'c$ patrón	55
Gráfico 7	Comparación de la resistencia a compresión entre el $f'c$ patrón y los adicionados con residuo de alambrón	55
Gráfico 8	Comparación de la resistencia a compresión en porcentaje entre el $f'c$ patrón y los adicionados con residuo de alambrón	56
Gráfico 9	Resistencia a compresión a los 28 días	57
Gráfico 10	Resistencia a flexión a los 28 días.....	58
Gráfico 11	Variación de longitud del mortero patrón	62
Gráfico 12	Variación de Longitud del mortero con 5% de residuo de alambrón.....	64
Gráfico 13	Variación de Longitud del mortero con 10% de residuo de alambrón.....	65
Gráfico 14	Variación de Longitud del mortero con 15% de residuo de alambrón.....	67

Lista de Figuras

Figura 1	Proceso Siderúrgico. Fuente Ciriza	19
-----------------	--	----

Resumen

Existen varias empresas productoras de insumos metálicos para la construcción que generan desechos que tienen un impacto negativo en el ambiente. El propósito de esta investigación fue evaluar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto incorporando residuo de alambión proveniente de fábricas de clavos y alambres. Se elaboraron mezclas de concreto para una resistencia de 210 kg/cm² con distintos porcentajes de residuo de alambión como 5%, 10% y 15% del cemento, las cuales fueron evaluadas en distintas propiedades mecánicas como resistencia a compresión, flexión y módulo de elasticidad, y de durabilidad como penetración de ion cloruro y expansión por sulfatos. Para poder evaluar si la adición mejoraba las características del concreto se utilizó una muestra patrón. Los resultados mostraron que la resistencia a compresión con 5% y 10% mejoró la resistencia, mientras que el 15% redujo la resistencia; en cuanto a la resistencia a flexión se obtuvo que los dos primeros porcentajes aumentaron el módulo de rotura, pero el 15% disminuyó; en el módulo de elasticidad del concreto el 5% y 10% se asemeja al módulo de elasticidad del concreto patrón, pero el 15% es diferente. Por otro lado, para las propiedades de durabilidad la penetración del ion cloruro muestra una resistividad baja y para la expansión por sulfatos el 5% es el que mejora sus características y los otros dos porcentajes no mejoran dichas características. En conclusión, el residuo de alambión mejora las características del concreto solo en un 5% de peso del cemento.

Palabras claves: residuo de alambión, material cementicio, concreto, resistencia

Abstract

There are several companies that produce metal supplies for construction that generate waste that has a negative impact on the environment. The purpose of this research was to evaluate the mechanical and durability properties of concrete incorporating wire rod waste from nail and wire factories. Concrete mixtures were prepared for a resistance of 210 kg/cm² with different percentages of wire rod residues such as 5%, 10% and 15% of the cement, which were evaluated in different mechanical properties such as resistance to compression, bending and modulus of elasticity, and durability as chloride ion penetration and sulfate expansion. In order to evaluate if the improvement improved the characteristics of the concrete, a standard sample was obtained. The results showed that the compressive strength with 5% and 10% improved the resistance, while 15% reduced the resistance; Regarding the resistance to bending, it was obtained that the first two percentages increased the modulus of rupture, but 15% disappeared; in the modulus of elasticity of concrete 5% and 10% resembles the modulus of elasticity of standard concrete, but 15% is different. On the other hand, for the durability properties, the penetration of the chloride ion shows a low resistivity and for the expansion by sulfates, 5% is the one that improves its characteristics and the other two percentages do not improve said characteristics. In conclusion, the wire rod residue improves the characteristics of the concrete by only 5% of the weight of the cement.

Keywords: wire rod residue, cementitious material, concrete, resistance

Introducción

En la actualidad a nivel mundial existe un crecimiento en la población de manera constante lo cual demanda de infraestructuras que puedan satisfacer a la población, requiriendo así de un gran consumo de cemento, por lo tanto, la industria de la construcción debe buscar nuevas alternativas que puedan reducir la proporción del cemento en las mezclas de concreto, puesto que [1] menciona que el uso masivo del cemento Portland como precursor cementante en la mezcla ha contribuido al aumento de los niveles de contaminación a nivel global por sus procesos de producción involucrados. La producción de concreto, segundo material más usado a escala mundial después del agua es de aproximadamente 11.5 billones de toneladas cada año, con un consumo de 1.5 billones de toneladas de cemento, 9 billones de toneladas de agregados y 1 billón de toneladas de agua.

Además, la creciente acumulación de diferentes residuos en los rellenos sanitarios y lugares de disposición han hecho que las políticas en México y las líneas de investigación están siendo redirigidas a poder dar un uso a los desechos y subproductos industriales que, por lo regular son confinados, suscitando la reutilización de estos residuos. Lo cual esto pasa en las diversas escorias que se producen en muchas cantidades, por ejemplo, en México por una tonelada producida de acero puede originar desde 100 hasta 250 kg de escoria de arco eléctrico (EAF) [2]. Asimismo, en Colombia, existen grandes cantidades de escombros que son provenientes de la construcción los cuales no son dispuestos en lugares adecuados y a la vez no están siendo bien aprovechados.

Se ha venido buscando nuevas adiciones minerales para el concreto como escorias de alto horno, cenizas volantes, puzolanas, humo de sílice, caliza, entre otros, que pueden sustituir al cemento de manera porcentual y así poder disminuir la producción de CO_2 al momento de fabricar el cemento, y lograr mezclas de concreto más económicas, además [3] afirma que utilizar estas innovaciones en la tecnología del concreto van a posicionarse en el mercado solo si traen consigo ventajas económicas y ambientales para la industria de la construcción.

La industria de la construcción es uno de los sectores que más ingresos generan a los países, sin embargo, esto acarrea consigo impactos ambientales negativos,

tales como un consumo excesivo de recursos naturales no renovables para la extracción de materias primas, dando, así como resultado residuos de construcción y demolición que si se compara no hay una diferencia razonable entre el avance económico y el volumen de residuos generados.

Teniendo en cuenta que, según la Asociación de productores de cemento, el mes de agosto del 2021 es el treceavo mes consecutivo donde se logra superar las cifras mensuales promedio; ascendiendo a 15% y 19% respectos a agosto del 2020, y se puede estimar que a comparación del año pasado ha crecido en un 18% [4].

Esto se debe a que el cemento es uno de los insumos más requeridos al momento de realizar una obra como edificaciones, puentes, presas, hospitales, entre otros.

Por otro lado, se sabe que la producción de acero, alambre y demás materiales siderúrgicos en el país ha ido presentando una incidencia positiva a lo largo del 2021 en la fabricación de productos metálicos para uso estructural con 69,50% también la producción de acero y hierro con 85.51% [5], y por ende para la producción de estos materiales metálicos que se utilizan en la construcción se van a formar residuos siderúrgicos que no son aprovechados y son desechados a ríos o botaderos.

Como es el caso de los desechos producidos en la fabricación de clavos y alambres, donde al alambroón se le debe someter a procesos de decapado mecánico el cual sirve para limpiar la capa de óxido ocasionando así desechos que no son aprovechables y generan gasto a las fábricas para una buena disposición final, donde es el caso de muchas fábricas que vienen camiones o chatarreros que recogen los residuos y los arrojan a los ríos que están cerca de la zona como es en el caso de la ciudad de lima en el Rio Chillón en Comas la Autoridad Nacional del Agua (ANA) ha retirado nueve cilindros con material tóxico en el cauce de este río, la presencia de todos estos residuos químicos es dañinos para la región de Lima en general ya que el Rio Chillón, Rímac y Lurín son los que abastecen a mencionada ciudad [6].

A lo largo del país existen varias empresas productoras de insumos metálicos para la construcción como Aceros Arequipa, PRODAC, SIDER Perú, Inkaferro, COMFER, Tream, entre otros los cuales siempre generaran desechos que pueden ser aprovechados en la construcción en este caso como un sustituto parcial del

cemento para ello en esta investigación se plantea ¿de qué manera influye los residuos de alambón en la resistencia del concreto estructural?, lo cual conlleva a plantear la siguiente hipótesis que la incorporación de residuos de alambón mejorará la resistencia del concreto para elementos estructurales.

La presente investigación aportará más conocimientos acerca del uso de residuos de alambón y que función desempeña como un material cementante suplementario, para así se pueda utilizar en mezclas de concreto en elementos estructurales.

Además, al darle otro uso a este residuo de alambón, se va a contribuir en la disminución de la contaminación del medio ambiente, porque se está aprovechando un residuo que tiene la finalidad de usarse en la construcción civil reduciendo la cantidad del contaminante.

Los residuos de alambón como sustituto parcial al cemento disminuirán el consumo y por ende el costo de este reducirá, un beneficio económico reducir los precios, asimismo producir el residuo de alambón no es costoso ya que es un desecho proveniente de la producción de alambre y clavo el cual es aprovechable.

Entonces para responder a la formulación del problema y del mismo modo validar la hipótesis mencionada se tiene como **objetivo principal** evaluar la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en un reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021, y asimismo como **objetivos específicos** determinar el análisis granulométrico de los agregados que se utilizarán en las mezclas de concreto; realizar los diseños de mezcla de un concreto normalizado y concreto con distintos porcentajes de residuos de alambón como un material suplementario en el cemento para una resistencia a compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$; evaluar las propiedades mecánicas del concreto con diferentes porcentajes de residuos de alambón a través de ensayos de resistencia a compresión, flexión y módulo de elasticidad; evaluar propiedades de durabilidad del concreto con diferentes porcentajes de residuos de alambón en el cemento a través de ensayos de resistencia a los sulfatos y cloruros; establecer el porcentaje adecuado para el uso de residuos de alambón como material cementante en concreto para elementos estructurales y realizar un análisis de rentabilidad económica entre el concreto normalizado y el concreto óptimo adicionado.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Suárez [7], El uso a gran escala de los recursos naturales como materiales de construcción genera una necesidad de buscar nuevas alternativas como es el caso de los residuos de los procesos industriales para la obtención de acero, la finalidad de esta tesis es evaluar el efecto del uso de las escorias como un material cementante suplementario y como agregado en un concreto estructural; para ello se caracterizaron las escorias de acuerdo a su procedencia como escoria negra aquella que viene del afino oxidante y escoria blanca la del afino reductor, luego se establece su composición mineralógica y fisicoquímica; del mismo modo se realizó ensayos que permitan caracterizar a los agregados, se evaluó su comportamiento considerando porcentajes de 15, 20 y 25% del cemento con escorias molidas para resistencias como 4000, 5000 y 6000 psi, por otro lado utilizando 5, 10 y 15% de escoria como agregado para resistencia de 4000 psi. Se estudió la resistencia a compresión y también ensayos de durabilidad del concreto como resistencia a los sulfatos, cloruros, reacción álcali-agregado y permeabilidad al agua. Obteniendo resultados como que la escoria negra tiene mejor desarrollo en la resistencia a compresión que la escoria blanca, por ende, el porcentaje más adecuado es de 15% de cemento, sin embargo, se logra demostrar que, al retirar gran cantidad de material metálico de la escoria, la resistencia a compresión aumenta, todos los resultados obtenidos justifican el potencial de las escorias en materiales suplementarios cementantes.

Rojas y Sierra [8] Cascarilla; afirman que la producción de acero, hierro, minería, entre otros son los principales responsables de contaminar el ambiente y sobre todo la cascarilla que se forma sobre el acero cuando se realiza la laminación de este, por lo tanto en esta investigación se busca evaluar el uso de la cascarilla como agregado fino en mezclas de concreto convencional sustituyendo parcialmente con 15, 30, 45 y 60% de cascarilla, donde el cual se realizarán ensayos de caracterización de la cascarilla de laminación para saber sus propiedades y composición, además de someter a ensayos de compresión a los 3, 7 y 28 días, teniendo así como resultados que el análisis mineralógico y químico muestra que contiene hierro y una mezcla de óxidos como wustita, hematita y magnetita; también se puede decir que la cascarilla puede reemplazar el agregado

fino entre el 15 y 30% ya que después del 30% la resistencia empieza a disminuir; además la cascarilla requirió más agua para así tener un concreto más manejable y la densidad final del concreto aumentó de 2420 hasta 2760kg/m³.

Nova, Quiroz, Cárdenas y Vargas [1]; La demanda del concreto en obras civiles ha incrementado de acuerdo con el crecimiento de la población mundial, esta investigación busca brindar materiales de construcción que ayuden con la sostenibilidad del medio ambiente, en este caso se fabricaron mezclas ternarias y binarias de concreto, que corresponden a adiciones de escoria de alto horno, ceniza volante y cemento. Se ensayaron 60 muestras de concreto para 4 mezclas binarias las cuales se estudiaron su resistencia a compresión, según los resultados obtenidos las mezclas binarias tienen mejor resistencia mecánica en ceniza volante y escoria de alto horno al 20%; a partir de eso se plantean ecuaciones de predicción de propiedades mecánica para así poder representar el comportamiento del concreto según su porcentaje de adición; dichas ecuaciones son óptimas porque señalan la relación que presentan los parámetros observados en los ensayos y los que serán calculados en dicha predicción.

Gutiérrez [9], Eliminar de una manera adecuada los desechos que vienen de las fábricas siderúrgicas es un poco complicado, por eso algunas empresas sobre todo ilegales, arrojan sus desperdicios a los ríos provocando su contaminación; por ello esta investigación busca determinar qué efectos generaría añadir desechos de alambrón en el concreto con $f'_c=280$ kg/cm², por lo tanto, se realizaron 48 muestras en tres diferentes dosificaciones de 5%,10% y 15% el cual se comparó con la muestra patrón. Todos los diseños estuvieron sometidos a diferentes ensayos como evaluación de los materiales y evaluación del concreto endurecido, con la finalidad de obtener un adecuado porcentaje de desecho de alambrón que haya mejorado la resistencia a compresión conservando su trabajabilidad. El porcentaje más adecuado fue de 10%, mejorando por $\frac{1}{2}$ " el slump y elevo su resistencia en un 125.1% de acuerdo con el diseño patrón. A partir de los resultados, se puede concluir que si puede ser utilizado en el concreto favoreciendo los resultados en cuanto a su resistencia y a costos.

Corcuera y Vásquez [3], manifiestan que la ecogavilla de escoria de acero se considera como un residuo industrial proveniente de las industrias siderúrgicas,

las cuales no tienen una buena disposición final, sin embargo, dichas escorias pueden reciclarse de muchas formas, por esta razón en esta tesis se busca una solución mediante la utilización de la ecogravilla como agregado grueso en el concreto, para así reducir el impacto ambiental producido por este residuo. Se utilizó la ecogravilla sustituyendo la piedra en porcentajes de 20%, 35%, 50% y 65%; por consiguiente, se sometió a ensayos de compresión de acuerdo con la NTP 339.034:2015 y penetración de agua bajo presión según la UNE-EN 12390-8:2011, con el fin de analizar los resultados y establecer el porcentaje adecuado para usarse en concretos que se elaboren con cementos tipo V e ICo. A todo esto, se muestran resultados que hasta un 50% de sustitución la resistencia a compresión aumenta de igual forma como su impermeabilidad, sin embargo, si el porcentaje que se utiliza es de 65% ambos parámetros evaluados disminuyen; de igual modo el concreto en estado fresco disminuye su densidad y no es trabajable.

Carlos y Maza [10], afirma que las siderúrgicas actualmente están pasando por un sobrecoste y esto se debe a las grandes cantidades que sobran de escoria, que son procedentes del derretimiento del acero; por lo tanto lo que se realizó fue determinar cuáles son las propiedades físico-mecánicas de ladrillos de concreto agregando porcentajes de escoria de horno eléctrico en el agregado fino, estas escorias son provenientes de SIDER PERÚ, en Nuevo Chimbote; se elaboraron 160 muestras de ladrillos con distintos porcentajes de 15%, 25% y 30% de escoria; todos los especímenes se realizaron de acuerdo a la NTP, ITINTEC N° 331.019. Se hicieron ensayos de resistencia a compresión y con respecto al 30% de escoria en agregado fino mejoró en un 14% más respecto al ladrillo patrón, y en cuanto a sus propiedades físicas como variabilidad dimensional hubo un 0.1% más de largo, 0.91% de ancho y 4.89% de alto, también en los ensayos de absorción mejoró en un 0.07%, del mismo modo el alabeo en cóncavo y convexo incrementó en 97% y 1% respectivamente.

Benavides [11], menciona que los RCD (residuos de construcción y demolición) es un tema alarmante dado que sin tener un valor contaminante genera un problema en el impacto visual, por ende, la investigación pretende utilizar residuos llamados cascote cerámico para mejorar la resistencia del concreto incorporando 5%, 10% y 15% del peso de cemento en el diseño de $f'c = 210$ kg/cm². Una vez realizados los ensayos para la evaluación del comportamiento

del cascote se puede decir que las muestras con adiciones a los 7 días tienen resistencia menor al patrón, sin embargo, a los 28 días el 5% de cascote tiene 7.05% de resistencia menos, y a los 90 días supera la resistencia de la muestra de control.

Bases teórico-científicas

Proceso siderúrgico

El acero es un material de construcción por excelencia y esto es gracias a la obtención de grandes resistencias mecánicas preservando su buena ductilidad. Las propiedades del acero dependen de los procesos de transformación y de su composición química, por ende, cada etapa del proceso siderúrgico es muy importante para que pueda cumplir las propiedades que se necesitan en cada uso [7].

El proceso siderúrgico está dividido en cuatro etapas:

- **Reducción:** Fabricación del hierro a partir del mineral hierro, esto se hacen en altos hornos o puede ser también en reactores de reducción directo, convirtiendo así los óxidos del mineral en hierro metálico.
- **Fusión y afino:** Aquí en esta etapa se adquiere el acero a través la purificación del hierro líquido en transformadores de oxígeno, o también de la fusión y afino de chatarra ferrosa que provienen de hornos de arco eléctrico.
- **Solidificación:** Después de que el acero líquido ya tiene la composición química y pureza adecuada, se lleva a un estado sólido en máquinas de colada continua formando así barras como lingotes o piezas fundidas.
- **Conformación mecánica:** Mediante procesos de laminación el acero logra su forma final, puede ser en caliente o en frío, forja, trefilación o figuración. En este proceso se puede realizar ciertos tratamientos para poder obtener propiedades específicas de dureza, ductilidad, maleabilidad, resistencia y tenacidad.



Figura 1 Proceso Siderúrgico. Fuente Ciriza

Escoria siderúrgica

Las escorias siderúrgicas se pueden definir como aquellas que provienen del proceso de obtención de acero mediante hornos de arco eléctrico, las cuales son propuestas como un sustituto parcial del cemento y agregados para mezclas de concreto, ya que es considerada como una puzolana artificial.

Residuo de alambrán:

Se puede definir al residuo de alambrán como un desecho proveniente de industrias siderúrgicas, que se obtiene cuando los rollos del alambrán pasan por un proceso denominado decapado mecánico que consiste en quitar la capa de óxido y escamas que contiene el alambrán para luego así continuar con el trefilado y poder iniciar la producción de alambre y clavo.

Propiedades de alambrán

Propiedades físicas

- **Densidad**

La densidad del residuo de alambrán está dada por la relación que tiene la cantidad de masa y el volumen que ocupa.

- **Peso Específico**

El peso específico del residuo de alambrón es el resultado de la relación entre el peso y el volumen que ocupa su masa.

- **Tamaño de la partícula**

El tamaño del residuo de alambrón se puede medir a través de una granulometría que mediante diversos tamices se obtiene un tamaño promedio de la partícula.

- **Módulo de fineza**

El módulo de fineza o finura se obtiene a partir de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar.

- **Color**

El color de la escoria de acero es de tonos negros grisáceos, debido a la cantidad de Manganeso, Carbono y Cromo presente en su composición.

Propiedades químicas

Tabla 1 Propiedades Químicas del residuo de alambrón.

Steel grade	Chemical composition, %				
	C	Mn	Si	P, max	S, max
SAE 1006	Max 0.08	0.40-0.55	0.15-0.30	0.030	0.015

Fuente: [12] METINVEST

Cemento

El cemento es un material pulverizado que de acuerdo con su uso posee en su composición: alúmina, óxido de calcio, yeso, sílice y óxido de hierro; que tiene la propiedad de que, con la adición de agua, se forma una pasta conglomerante que es capaz de endurecer bajo el agua y en el aire, logrando formar así compuestos estables [13].

Tipos de cemento

- **Tipos de Cemento Portland**

Tabla 2 Tipos de Cemento Portland. Fuente NTP 334.009 2020

TIPO	DEFINICIÓN
TIPO I	Este tipo de cemento es para cualquier uso, siempre y cuando no se necesite de propiedades específicas para otro tipo.
TIPO II	Es de uso general, pero con una resistencia moderada a los sulfatos.
TIPO II (MH)	Presenta una resistencia moderada a los sulfatos y moderado calor de hidratación.
TIPO III	Se utiliza para obtener altas resistencias iniciales.
TIPO IV	Se usa cuando se requiere un bajo calor de hidratación.
TIPO V	El tipo V presenta una alta resistencia a los sulfatos.

- **Tipos de Cementos adicionados**

Tabla 3 Tipos de Cementos adicionados. Fuente: NTP 334.090 2020

TIPO	DEFINICIÓN
TIPO IS	En su composición presenta escoria de alto horno.
TIPO IP	Cemento Portland puzolánico.
TIPO I (PM)	Es un cemento portland puzolánico modificado.
TIPO IL	Este cemento presenta una adición calcárea.
TIPO IT	Es un cemento adicionado ternario (presenta tres composiciones dentro de este).
TIPO IC _o	Cemento Portland compuesto.

Cementos escoria

El cemento escoria resulta de una combinación de cemento portland y escorias. Este cemento tiene una gran resistencia a los sulfatos, también cuando este logra fraguar alcanza menos calor de hidratación, y si se compara con el cemento portland es más impermeable. Puede estar presente hasta el 95% en masa, del total de la masa de cemento adicionado.

Concreto

El concreto se puede definir como un producto artificial compuesto, el cual consta de un medio ligante que es la pasta, donde por dentro se encuentran partículas de un medio ligado conocido como agregado [13].

Resistencias mecánicas del concreto

- **Resistencia a compresión**

La resistencia del concreto es una característica mecánica del concreto, donde una muestra (probeta) se somete a una carga axial para así poder determinar el esfuerzo generalmente en kg/cm^2 .

- **Resistencia a flexión**

Se puede definir como una resistencia a la falla a través de una viga simplemente apoyada o losa no reforzada, esta se expresa como el módulo de rotura en kg/cm^2 .

- **Módulo de elasticidad**

El módulo de elasticidad es el esfuerzo vs la deformación unitaria del concreto, esto se expresa en kg/cm^2 .

Resistencia por durabilidad

- **Ataque de sulfatos**

El concreto que es atacado por sulfatos presenta una apariencia blanquecina y característica; de manera que este daño comienza en los bordes el cual va seguido con agrietamientos y descascaramientos que logran llevar al concreto a un estado frágil. Este ataque se determina en el laboratorio realizando el hundimiento de muestras en una solución de sulfatos, y se puede determinar a través de la pérdida de masa, cambios en módulo de elasticidad o pérdida de resistencia.

- **Penetración de cloruros**

El ataque a los cloruros depende de las condiciones de exposición, además este ataca directamente a la armadura generando así a la corrosión, se realiza cortando en cuatro partes iguales al espécimen y tomando solo las dos partes del medio para así encajar en un molde que consta de dos partes y una contiene hidróxido de sodio y el otro cloruro de sodio que se conectan un anolito y un catolito para así saber cuánto ha sido la penetración del cloruro.

Normativa

NTP 339.183

Nos menciona acerca del procedimiento de elaboración y curado de las muestras de concreto teniendo un control cauteloso de los materiales y cuáles serían las condiciones óptimas de ensayo, con concretos que pueden ser consolidados mediante el vibrado o varillado.

- **NTP 339.034**

Esta Norma Técnica Peruana habla acerca de la resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto, pero está limitado al concreto que tiene un peso unitario mayor a 800kg/m^3 .

- **NTP 339.078**

Estipula cual es el procedimiento para seguir para así hallar la resistencia a flexión en una viga simplemente apoyada en la que se ensayan con cargas ubicadas a un tercio de la luz.

- **ASTM C 469**

Estipula la determinación del módulo de elasticidad del concreto en muestras cilíndricas cuando se someten a compresión.

- **ASTM C 1202 -19**

Indica como determinar la conductividad eléctrica del concreto para saber la resistencia a la penetración de cloruros.

- **NTP 334.094**

Menciona cual es el método para saber la variación de longitud de barras de mortero expuestas a soluciones sulfatadas, se aplica a morteros para poder evaluar la resistencia a sulfatos con adiciones de cemento.

Materiales y métodos

Tipo de investigación

El tipo de investigación es básica dado que el objetivo es incrementar los conocimientos científicos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico en este caso la tesis busca aportar conocimientos acerca del residuo de alambón.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental ya que se requiere de una manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados [14] teniendo así una relación de causa-efecto entre las variables de investigación.

Sin embargo, este tipo de diseño experimental se subclasifica como tipo cuasiexperimental, debido a que el investigador no realiza una asignación al azar de los sujetos de los grupos experimentales, pero sí tiene el control de cuándo va a llevar a cabo las observaciones, en qué momento aplicar la variable independiente y que grupos van a recibir el tratamiento.

Diseño de posprueba únicamente y grupos intactos

G1: X O1

G2: - O2

Dónde:

- G1 = Grupo experimental.
- G2 = Grupo testigo o control.
- X = Tratamiento experimental.
- - = Ausencia de tratamiento experimental.
- O2 = Posprueba o medición posterior al tratamiento experimental.

En el grupo O1 tenemos a los especímenes de concreto elaborados con cemento Tipo I que se les ensayara la resistencia a compresión, flexión, módulo de elasticidad, penetración de cloruros y resistencia a los sulfatos, después de incorporar el residuo de alambón en porcentajes de 5%, 10% y 15% en el cemento, mientras que el grupo O2 son los especímenes de concreto que se aplicarán mismos ensayos, pero sin incorporación alguna.

Población muestra y muestreo

Población:

Para la investigación la población son los elementos estructurales con concreto convencional y con residuos de alambón en la ciudad de Chiclayo.

Muestreo

El muestreo de la investigación es de tipo no probabilístico dado la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador [14].

Muestra de estudio

La muestra de estudio se encuentra relacionada de acuerdo con la NTP 339.183, debido a que ahí señala que se deben moldear tres o más especímenes de concreto según las edades y condiciones de prueba propuestas.

Tabla 4 Muestras para medición del asentamiento del concreto, temperatura y peso unitario del concreto

MUESTRAS PARA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO, TEMPERATURA Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TIPO DE MUESTRA	PORCENTAJES	TANDA
Muestra patrón	0%	1 tanda
Muestra con residuos de alambción	5%	1 tanda
	10%	1 tanda
	15%	1 tanda
TOTAL		4 tandas

Tabla 5 Muestras para ensayos de resistencia a compresión

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
TIPO DE MUESTRA	PORCENTAJES	EDAD			
		7 días	14 días	21 días	28 días
Muestra patrón	0%	3 und	3 und	3 und	3 und
Muestra con residuos de alambón	5%	3 und	3 und	3 und	3 und
	10%	3 und	3 und	3 und	3 und
	15%	3 und	3 und	3 und	3 und
Total por edades		12 und	12 und	12 und	12 und
TOTAL			48 und		

Tabla 6 Muestras para ensayos de resistencia a flexión

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
TIPO DE MUESTRA	PORCENTAJES	EDAD
		28 días
Muestra patrón	0%	3 und
Muestra con residuos de alambón	5%	3 und
	10%	3 und
	15%	3 und
TOTAL		12 und

Tabla 7 Muestras para ensayos del módulo de elasticidad

MUESTRAS PARA ENSAYO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD		
TIPO DE MUESTRA	PORCENTAJES	EDAD
		28 días
Muestra patrón	0%	3 und
Muestra con residuos de alambón	5%	3 und
	10%	3 und
	15%	3 und
TOTAL		12 und

Tabla 8 Muestras para ensayos de durabilidad.

MUESTRAS PARA ENSAYOS DE DURABILIDAD: EXPANSIÓN POR SULFATOS Y PENETRACIÓN DE CLORUROS		
TIPO DE MUESTRA	PORCENTAJES	EDAD 28 días
Muestra patrón	0%	3 und
Muestra con residuos de alambón	5%	3 und
	10%	3 und
	15%	3 und
TOTAL		12 und

Criterio de selección

Los criterios de selección utilizados en esta investigación son:

- ✓ Los residuos de alambón fueron provenientes de las fábricas de clavo y alambre, se obtuvo mediante el proceso de decapado mecánico del alambón dando como resultado escamas o residuo de alambón, que se utilizó para identificar las propiedades físicas del ya mencionado.
- ✓ El residuo de alambón fue reemplazado en porcentajes del cemento donde se seleccionaron porcentajes de 5%, 10% y 15% dado que en la investigación [9] se utilizó porcentajes similares en el que se logró las resistencias requeridas en un rango de 300 – 420 kg/cm² para un diseño de 280 kg/cm² entonces se puede decir que con dichos porcentajes se logró y hasta superó una resistencia promedio y similar a la que se requiere en esta investigación que es de 210 kg/cm².
- ✓ Para el reemplazo porcentual del residuo de alambón en el cemento se pasó por la malla N° 100 y se utilizó lo que pasa por dicho tamiz, se escoge ese tamiz ya que cuando se realizó la granulometría del residuo de alambón en las mallas inferiores a estas el porcentaje que pasaba era menor a comparación con la malla N°100 ya que la finalidad de esto es asemejar a la granulometría del cemento.

- ✓ El cemento utilizado fue un cemento tipo I de uso general, dado que se le adicionó el residuo de alambón en el cemento, se buscó utilizar un cemento sin adiciones.
- ✓ Los agregados que se usaron cumplen con la norma NTP 400.012 y asimismo provienen de canteras de Chiclayo, por lo tanto, se utilizó el agregado grueso proveniente de la Cantera Tres Tomas y en cuanto al agregado fino fue de la cantera de la Victoria.
- ✓ Referente al número de testigos o muestras se utilizaron tres por porcentaje y edad tal cual lo estipula a la norma NTP 339.084 para los ensayos de resistencia a compresión, flexión, módulo de elasticidad, penetración de cloruros y expansión por sulfatos.
- ✓ Los testigos cilíndricos cumplen con la NTP 339.034 y ASTM C 469 – 94 que detalla los ensayos de compresión y módulo de elasticidad entonces se hicieron probetas de 15 x 30 cm.
- ✓ Los testigos prismáticos cumplen con la NTP 339.079 que se usará para saber la resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro.
- ✓ En cuanto a los testigos cilíndricos para la penetración de cloruros se utilizarán probetas de 10 x 20cm de acuerdo con la norma ASTM C 1202 – 97.
- ✓ Para el ensayo de expansión por sulfatos se realizarán morteros en moldes cúbicos de 5 x 5 x 5 cm y prismas de 2.5 x 2.5 x 28.5 cm de acuerdo con la norma NTP 339.094.

Variables y operacionalización

Como variable independiente se tiene como el residuo de alambón en un reemplazo porcentual del cemento definida como residuo es aquel material que queda como inservible después de realizar alguna actividad [15], alambón es un producto siderúrgico trefilado [15], asimismo la definición operacional es el material que se utilizará en la incorporación porcentual en el diseño de mezcla de concreto.

Por otro lado, se tiene que la variable dependiente: resistencia del concreto para elementos estructurales, que está definida como propiedad importante del concreto ya que es la capacidad del material para soportar un esfuerzo bajo cargas [16], por ende, su definición operacional está dada como aquella que va a variar de acuerdo con la incorporación de residuo de alambón.

Tabla 9 Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE	
INDEPENDIENTE	Residuo de Alambón	Es proveniente del decapado mecánico del rollo de alambón	Es el material que se incorporará porcentualmente a la mezcla de concretos estructurales	Color		
				Granulometría		
				Peso Especifico	Kg/cm3	
DEPENDIENTE	Resistencia del concreto para elementos estructurales	Es la capacidad para soportar la carga por unidad de área	La resistencia del concreto va a variar por la adición del residuo de alambón	Propiedades del concreto en estado fresco	Asentamiento	in
					Peso Unitario	Kg/m3
					Resistencia a la compresión	Kg/cm2
					Resistencia a la Flexión	Kg/cm2
					Módulo de Elasticidad	Kg/cm2
					Penetración de cloruros	Amperio
	Expansión por Sulfatos	mm				

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

- **Observación**

Con esta técnica se registró de manera sistemática todos los datos de los ensayos realizados, siguiendo los procedimientos estipulados en la norma, los cuales sirvieron para evaluar, comparar y registrar todos los datos en cuanto al concreto con residuos de alambón.

- **Análisis documental**

Se seleccionó y recopiló información relacionada al tema, lo cual permitió tener una visión más amplia al momento de realizar la investigación.

Instrumentos de recolección de datos

- **Guía de observación**

Se utilizó los formatos necesarios para cada ensayo realizado, el cual sirvió para la toma de datos que posteriormente fueron procesados para así obtener resultados de la investigación.

- **Guía de documentación**

Se utilizó tesis, artículos, libros, normas e información relacionada con la investigación, teniendo así una guía para los ensayos realizados.

Tabla 10 Resumen de Normativa

RESUMEN DE NORMATIVA		
ENSAYOS		NORMA TÉCNICA
ENSAYOS AL RESIDUO DE ALAMBRÓN	Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland	NTP 334.005:2018
	Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127: 2019
	Agregados para concreto Especificaciones.	NTP 400.037
	Agregados. Densidad Relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo	NTP 400.021
	Agregados. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.	NTP 400.017
ENSAYOS A LOS AGREGADOS	Agregados. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo.	NTP 400.019
	Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.	NTP 339.152
	Agregados. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto	NTP 400.042
	AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.	MTC E 205, NTP 400.022
	Suelos. Método de ensayo normalizado para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.	MTC E 114, NTP 339.146

RESUMEN DE NORMATIVA	
ENSAYOS	NORMA TÉCNICA
ENSAYOS AL CONCRETO	CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. NTP 339.035:2015
	CONCRETO. Determinación de la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. NTP 339.034:2015
	CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. NTP 339.079:2012
	Método Estándar de Ensayo para módulo de elasticidad estático y relación de poisson del concreto en compresión ASTM C 469 – 94
	CEMENTOS. Determinación del cambio de longitud en morteros de cemento hidráulico expuestos a soluciones sulfatadas. Método de ensayo. NTP 334.094
	Método de prueba estándar para Indicación eléctrica de la capacidad del concreto para resistir el cloruro. Penetración de iones ASTM C 1202 – 97

Procedimientos

Lo primero que se realizó fue recolectar el residuo de alambroón de una fábrica de clavos y alambre, y así mismo el análisis descriptivo de las características del residuo de alambroón.



Fotografía 1 Residuo de Alambroón

Después de identificar el color del residuo de alambón, se procedió a hacer la granulometría del alambón de acuerdo con la NTP 400.012 para seleccionar porque tamiz que se asemeja a la granulometría del cemento pasa más; utilizando así mallas desde la N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 140, N° 200, N° 270 y N° 325.



Fotografía 2 Granulometría del Residuo de Alambón

Luego se efectuó el ensayo de peso específico de acuerdo con NTP 334.005, donde se utilizó 100 gr de residuo de alambón tamizado por la malla N°100.



Fotografía 3 Peso específico del Residuo de Alambón

Posteriormente se ejecuta el ensayo granulométrico de los agregados para así cumplir lo establecido en la NTP 400.012. Una vez de tener los agregados ideales se realizaron ensayos como: humedad, peso específico y absorción, peso unitario suelto y compactado, abrasión, contenido de sales, contenido de cloruros y equivalente de arena.

De acuerdo con los datos obtenidos de las características de los agregados se realiza un diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm² y un asentamiento de 3 – 4”.

Se tamizó el residuo de alambión por la malla N° 100 para reemplazar en 5, 10 y 15 porciento de peso del cemento.



Fotografía 4 Residuo de alambión tamizado por malla N° 100

Se realizó el moldeado de los testigos cilíndricos y prismáticos para un concreto patrón y un concreto con residuos de alambroón. Donde se desarrolló ensayos en estado fresco del concreto como: asentamiento, peso unitario y temperatura.



Fotografía 5 Moldeado de testigos

Una vez realizado el moldeado de los testigos se proceden a efectuar los ensayos de resistencia a compresión a los 7, 14, 21 y 28 días, mientras que los ensayos mecánicos de resistencia a flexión y módulo de elasticidad se hará a los 28 días de curado.



Fotografía 6 Resistencia a compresión



Fotografía 7 Módulo de Elasticidad del Concreto



Fotografía 8 Resistencia a flexión

En cuanto a los ensayos de durabilidad como es el de penetración de cloruros se llevó a cabo a los 28 días de curado y en este caso de acuerdo con lo establecido en la ASTM C 1202 se cortó la probeta en 4 cilindros de 5 cm tomando así los del centro.

Mientras que para el ensayo de expansión por sulfatos donde se buscó evaluar el comportamiento del cemento ante un ataque por sulfatos se hizo morteros tanto en cubos como en barras los cuales los cubos nos permiten evaluar la resistencia del mortero que es de 20 ± 10 MPA para así recién introducir las barras de mortero al tanque de curado con sulfato de sodio, por lo cual dichas barras se tomaron medidas durante 1, 2, 3, 4, 8, 13 y 15 semanas y después se siguió tomando medidas todos los meses durante la investigación.



Fotografía 9 Penetración de Cloruros en el concreto



Fotografía 10 Expansión de mortero por ataque por sulfatos

Finalmente se procesaron los datos obtenidos donde se comparó que tan económico es utilizar residuos de alambón en el concreto.

Plan de procesamientos y análisis de datos

Se planteó cuatro fases para el plan de procesamiento y análisis de datos:

- ✓ **FASE I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**
 - Recopilación de artículos y tesis.
 - Revisión de normativa vigente.
- ✓ **FASE II: ADQUISICIÓN DE MATERIALES**
 - Toma de la muestra de residuo de alambón
 - Visita a la cantera y obtención de agregados
 - Obtención del Cemento.
- ✓ **FASE III: ENSAYOS**
 - Ensayo a los agregados.
 - Elaboración de diseño de mezcla para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - Elaboración de testigos cilíndricos y prismáticos.
 - Curado de testigos
 - Ensayo de resistencia a compresión.
 - Ensayo de resistencia a flexión.
 - Ensayo de resistencia de módulo de Elasticidad.
 - Ensayo de penetración de cloruros.
 - Ensayo de Expansión de mortero por exposición a los sulfatos.
- ✓ **FASE IV: ANÁLISIS DE DATOS**
 - Recopilación de los resultados de los ensayos.
 - Procesamiento de los resultados obtenidos.
 - Determinación del porcentaje adecuado del residuo de alambón.

- Análisis y Comparación de Costos
- Elaboración de discusión de los resultados obtenidos.
- Conclusiones y recomendaciones

Aspecto ético

Todos los resultados de la investigación han sido desarrollados en base a los lineamientos del Principio de ética pública y profesional – Ley universitaria 30220 [17], Código Deontológico del colegio de Ingenieros del Perú [18] y el código de ética de investigación científica de la USAT [19]

Resultados y discusión

Resultados

Características físicas del residuo de alambón

Se obtuvo una muestra de residuo de alambón de una fábrica de clavos y alambre, donde esta proviene del proceso de decapado mecánico del alambón, proceso el cual se realiza para la limpieza de la primera capa de óxido del alambón.

El color que presenta el residuo de alambón es de color gris oscuro en tonos negros (figura 3), donde se puede notar que presenta diversos tonos grisáceos y a la vez se observa que el residuo de alambón tiene diversos tamaños desde 2.36mm hasta 0.3mm.



Fotografía 11 Residuo de Alambón

Para selección del residuo de alambón se realizó una granulometría del alambón con un peso inicial de 400 gr.

Tabla 11 Granulometría del Residuo de Alambrón

Malla	%	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	100.00
Nº 8	2.360	0.11	0.11	99.89
Nº 16	1.180	3.13	3.24	96.77
Nº 30	0.600	31.71	34.95	65.05
Nº 50	0.300	36.84	71.79	28.22
Nº 100	0.150	21.34	93.12	6.88
Nº 140 (*)	0.105	3.78	96.90	3.10
Nº 200 (*)	0.074	1.67	98.57	1.43
Nº 270 (*)	0.053	0.48	99.05	0.95
Nº 325 (*)	0.044	0.21	99.26	0.74

(*) Tamices auxiliares

Módulo de fineza: 2.03

Donde se puede observar que los residuos de alambrón en el tamiz N° 50 es donde más retuvo y el tamaño promedio del material es de 0.3 mm, tomando esto en cuanto para la selección del material que se reemplazará en el cemento, se opta por tamizar por la malla N° 100 dado que este es más fino del tamaño promedio y asimismo es un tamaño cercano al del cemento.

Densidad del residuo de Alambrón

Para hallar el peso específico del residuo de alambrón se utilizó la muestra que pasó por el tamiz N° 100 teniendo así un valor de 5.076 g/cm³.

Tabla 12 Densidad del residuo de alambrón

Densidad del residuo de Alambrón	
Masa de Residuo de Alambrón	100
Volumen inicial kerosene	0
Volumen final desplazado kerosene	19.7
Densidad residuo de alambrón	5.0761

Ensayo de los agregados

Contenido de Humedad

El contenido de humedad del agregado grueso se obtuvo 1.78% y para el agregado grueso es de 2.56%

Agregado Grueso

Cantera: Tres Tomas

Tabla 13 Contenido de Humedad Agregado Grueso

Contenido de Humedad Agregado Grueso	
A.- Peso de muestra húmeda	1070 gr
B.- Peso de muestra seca	1060 gr
C.- Peso de recipiente	0.0 gr
D.- Contenido de humedad	0.94%
E.- Contenido de humedad (promedio)	0.94%

Agregado Fino

Cantera: La Victoria

Tabla 14 Contenido de Humedad Agregado Fino

Contenido de Humedad Agregado Fino	
A.- Peso de muestra húmeda	340 gr
B.- Peso de muestra seca	333 gr
C.- Peso de recipiente	0.0 gr
D.- Contenido de humedad	2.10%
E.- Contenido de humedad (promedio)	2.10%

Granulometría

La granulometría del Agredo Grueso se tiene que el tamaño máximo nominal es de $\frac{3}{4}$ " dado que es el primer retenido. El agregado tiene una adecuada granulometría dado que cumple los parámetros del huso granulométrico 67.

Peso inicial = 9475.8 gramos.

Tabla 15 Granulometría Agregado Grueso

Malla Pulg.	(mm.)	Peso Ret. (gr)	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	748.9	7.9	7.9	92.1
1/2"	12.70	3241.0	34.2	42.1	57.9
3/8"	9.52	3107.9	32.8	74.9	25.1
Nº 04	4.75	2378.0	25.1	100.0	0.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	100.0	0.0
Fondo		0.0	0.0	100.0	0.0
Tamaño Máximo			1"		
Tamaño Máximo Nominal			3/4"		

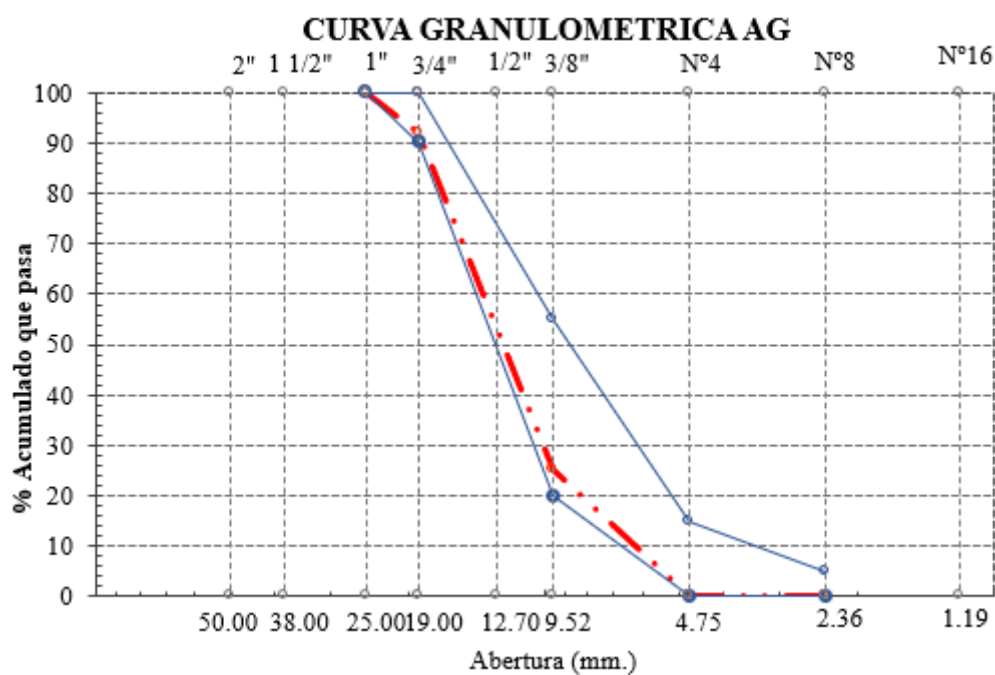


Gráfico 1 Curva Granulométrica de Agregado Grueso

En cuanto a la granulometría del agregado fino se tiene un módulo de fineza de 3.17 y tiene una adecuada granulometría.

Peso inicial = 500 gramos

Tabla 16 Granulometría de Agregado Fino

Malla Pulg.	(mm.)	Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.525	0	0.0	0.0	100.0
Nº 04	4.760	35.8	7.2	7.2	92.8
Nº 08	2.380	42	8.4	15.6	84.4
Nº 16	1.190	145	29.0	44.6	55.4
Nº 30	0.590	121.4	24.3	68.8	31.2
Nº 50	0.297	87	17.4	86.2	13.8
Nº 100	0.149	43.3	8.7	94.9	5.1
Nº 200	0.074	19.5	3.9	98.8	1.2
Fondo		6.0	1.2	100.0	0.0
Módulo de Fineza		3.17			
Abertura de malla de referencia				2.380	

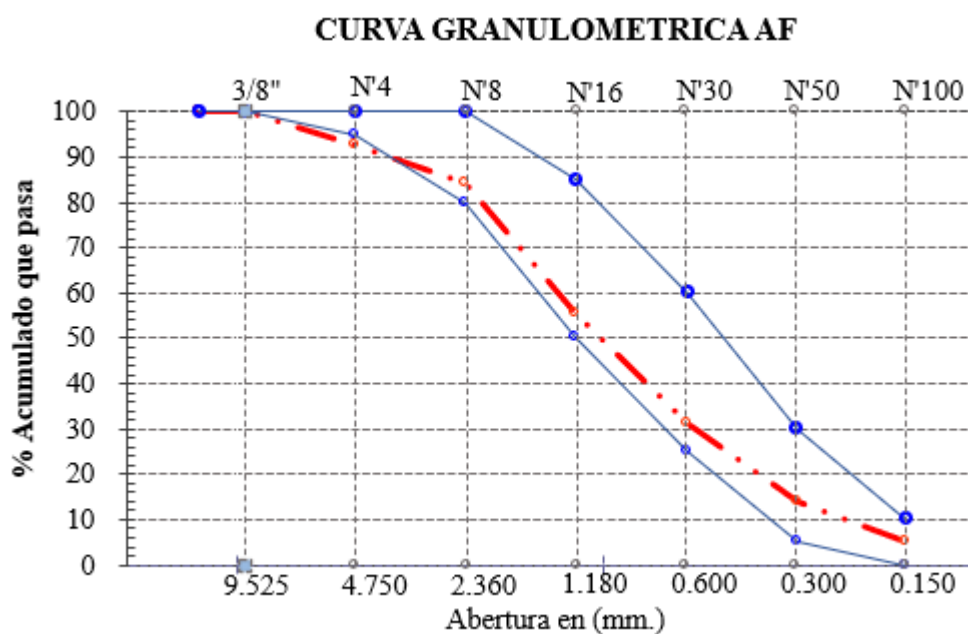


Gráfico 2 Curva Granulométrica Agregado Fino

Peso específico y absorción de los agregados

El peso específico del agregado grueso es de 2682 kg/cm³ y una absorción de 1.588%

Tabla 17 Datos de peso específico y absorción del agregado grueso

Datos Agregado Grueso				
A.- Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	(g)	1147.8	1148.9	
B.- Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Agua)	(g)	726.7	727.2	
C.- Vol de masa + Vol de vacíos = A - B	(g)	421.1	421.7	
D.- Peso De Mat. Seco en horno	(g)	1129.8	1131	
E.- Vol de masa = C - (A - D)	(g)	403.14	403.84	

Tabla 18 Resultados de peso específico y absorción del agregado grueso

Resultados de Agregado Grueso				Promedio
1.- Peso Específico De Masa Seco = D/C	(g/cm ³)	2.683	2.682	2.682
2.- Porcentaje De Absorción = ((A- D)/D)*100	(%)	1.593	1.583	1.588

Para el agregado fino se tiene un peso específico de 2624 kg/cm³ y una absorción de 0.639%

Tabla 19 Datos de Peso específico y Absorción Agregado Fino

Datos de Agregado Fino				
A.- Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	(g)	300.0	298.8	
B.- Peso Frasco + agua	(g)	694.9	695.0	
C.- Peso Frasco + agua + AF	(g)	994.9	993.8	
D.- Peso del Mat + agua en el frasco	(g)	881.0	880.9	
E.- Vol de masa +Vol de vacío = C - D	(g)	113.90	112.86	
F.- Peso De Mat. Seco en horno	(g)	298.1	296.9	
G.- Vol de masa = E - (A - F)	(g)	112.00	110.96	

Tabla 20 Resultados de Peso específico y Absorción Agregado Fino

Resultados Agregado Fino			Promedio	
1.- Peso Específico De Masa Seco = F/E	(g/cm ³)	2.617	2.631	2.624
2.- Porcentaje De Absorción = ((A-E)/F)*100	(%)	0.637	0.64	0.639

Peso unitario Volumétrico

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

El peso unitario suelto del agregado grueso es de 1403 kg/m³ y el peso unitario compactado es de 1450 kg/m³

Tabla 21 Peso unitario suelto del Agregado Grueso

Peso Unitario Suelto				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18739	18720	18700
2.- Peso del recipiente	(gr.)	6258.0	6258.0	6258.0
3.- Peso del material	(gr.)	12481	12462	12442
4.- Volumen	(m ³)	0.00888	0.00888	0.00888
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1406	1403	1401
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1403		

Tabla 22 Peso unitario compactado del Agregado Grueso

Peso Unitario Compactado				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19142	19120	19145
2.- Peso del recipiente	(gr.)	6258.0	6258.0	6258.0
3.- Peso del material	(gr.)	12884.0	12862.0	12887.0
4.- Volumen	(m ³)	0.00888	0.00888	0.00888
5.- Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1451	1448	1451
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1450		

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Tabla 23 Peso unitario suelto del Agregado Fino

Peso Unitario Suelto				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19510	19659	19598
2.- Peso del recipiente	(gr.)	6258.0	6258.0	6258.0
3.- Peso del material	(gr.)	13252	13401	13340
4.- Volumen	(m ³)	0.00888	0.00888	0.00888
5.- Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1492	1509	1502
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1501		

Tabla 24 Peso unitario compactado del Agregado fino

Peso Unitario Compactado				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	20750	20930	20880
2.- Peso del recipiente	(gr.)	6258	6258.0	6258.0
3.- Peso del material	(gr.)	14492	14672	14622
4.- Volumen	(m ³)	0.00888	0.00888	0.00888
5.- Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1632	1652	1647
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1644		

Diseño de mezcla

Una vez obtenidos los resultados de los agregados se puede realizar el diseño de mezcla para una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo con el ACI 211.

Tabla 25 Datos para el diseño de mezcla

DATOS		
Resistencia a la compresión	210 kg/cm ²	
Peso específico del Cemento Portland Tipo I	3150 kg/m ³	
Peso específico del Residuo de Alambión	5076 kg/m ³	
Características de los agregados	Agregado Grueso	Agregado Fino
Peso Específico	2.624	2.682
Peso unitario suelto seco	1501 kg/m ³	1403 kg/m ³
Peso unitario seco compactado	-	1450 kg/m ³
Porcentaje de absorción	0.64 %	1.60 %
Contenido de humedad	2.56 %	1.78 %
Módulo de fineza	3.17	-
Tamaño máximo nominal	Nº 04	¾"

En la investigación se busca poder resolver la interrogante que se planteó al añadir el residuo de alambión en la mezcla de concreto como reemplazo en peso del cemento, siendo así el diseño patrón una guía que sirve como comparación para los resultados obtenidos con la adición, por ende, se tiene una relación agua cemento (a/c) igual a 0.558 y así se busca una mezcla plástica de 3" a 4".

Diseño de mezcla del concreto patrón

Para el diseño de mezcla patrón se utilizó las tablas del ACI 211.

- Selección del asentamiento: El asentamiento que se usó es de 75 – 100 mm (3 -4 in) siendo una consistencia plástica.
- Tamaño máximo nominal: 3/4”
- Agua para la mezcla: 205 lt/m³
- Determinación de la resistencia de la dosificación

Tabla 26 Resistencia promedio a compresión requerida

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,5$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,1 f'_c + 5,0$

Fuente: [20]

Dado que la resistencia a compresión de diseño es de 210 kg/cm² la resistencia requerida será igual a $f'_c + 8.5$ Mpa.

Siendo así la resistencia requerida:

$$f'_c + 8.5 \text{ Mpa} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2.$$

- Se utilizará una relación a/c de 0.558, un asentamiento de 3 – 4 in, contenido de aire de 2%, volumen de agua de 205 lt/m³, y el peso de agregado grueso por unidad de volumen (b/bo) 0.58.

Con todos los datos obtenidos se procedió a calcular la cantidad de materiales por m³ en condiciones secas.

Condiciones secas

- Cemento: 367 kg/m³ → 0.117 m³
- Agregado Fino: 901 kg/m³ → 0.205 m³
- Agregado Grueso: 845 kg/m³ → 0.343 m³
- Agua: 205 lt/m³ → 0.315 m³

Ahora se calculó las condiciones húmedas, teniendo en cuenta el aporte efectivo de los agregados y la corrección por humedad.

Condiciones Húmedas

- a) Cemento: 367 kg/m³
- b) Agregado Fino: 920 kg/m³
- c) Agregado Grueso: 853 kg/m³
- d) Agua: 197 lt/m³

Ya con las condiciones húmedas se puede obtener la dosificación en volumen y en peso:

Tabla 27 Dosificación en Peso y Volumen del Concreto

Dosificación	En Peso (kg)	En Volumen (ft³)
Cemento	1	1
Agregado Fino	2.5	2.5
Agregado Grueso	2.3	2.5
Agua	22.8	22.8

Residuo de Alambrón en el diseño de mezcla

El reemplazo del residuo de alambrón se ha realizado en función al peso del cemento en distintos porcentajes de 5%, 10% y 15%.

- **Dosificación con 5% de Residuo de Alambrón**

Tabla 28 Dosificación con 5% de Residuo de Alambrón

5% de Residuo de Alambrón	
Cemento	348.65 kg
Residuo de Alambrón	36.7 kg
Agregado Fino	920 kg
Agregado Grueso	853 kg
Agua	197 lt

- **Dosificación con 10% de Residuo de Alambrón**

Tabla 29 Dosificación con 10% de Residuo de Alambrón

10% de Residuo de Alambrón	
Cemento	330.3 kg
Residuo de Alambrón	18.35 kg
Agregado Fino	920 kg
Agregado Grueso	853 kg
Agua	197 lt

- **Dosificación con 15% de Residuo de Alambrón**

Tabla 30 Dosificación con 15% de Residuo de Alambrón

15% de Residuo de Alambrón	
Cemento	311.95 kg
Residuo de Alambrón	55.05 kg
Agregado Fino	920 kg
Agregado Grueso	853 kg
Agua	197 lt

Ensayos en estado fresco del concreto

Ensayo de asentamiento (Cono de Abrams)

Se puede observar que el asentamiento del patrón está en el rango del diseño de 3 – 4 in, y se ve que cuando se adiciona el 5% de residuo de alambrón el slump aumenta hasta 4.25 in, lo que se puede decir es que en el intervalo de 0% a 10% se mantiene el asentamiento deseado, mientras que con el porcentaje de 15% el asentamiento disminuye hasta 2.75 pulgadas.

Tabla 31 Asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de residuo de alambón

ENSAYO DE ASENTAMIENTO					
Diseño		Slump		PROMEDIO	
Patrón	01	3.75 in	95.25 mm	3.5 in	88.9 mm
	02	3.25 in	82.55 mm		
Concreto con 5% de Residuo de Alambón	01	4.5 in	114.3 mm	4.25 in	107.95 mm
	02	4 in	101.6 mm		
Concreto con 10% de Residuo de Alambón	01	3.25 in	82.55 mm	3.125 in	79.375 mm
	02	3 in	76.2 mm		
Concreto con 15% de Residuo de Alambón	01	2.5 in	63.5 mm	2.75 in	69.85 mm
	02	3 in	76.2 mm		

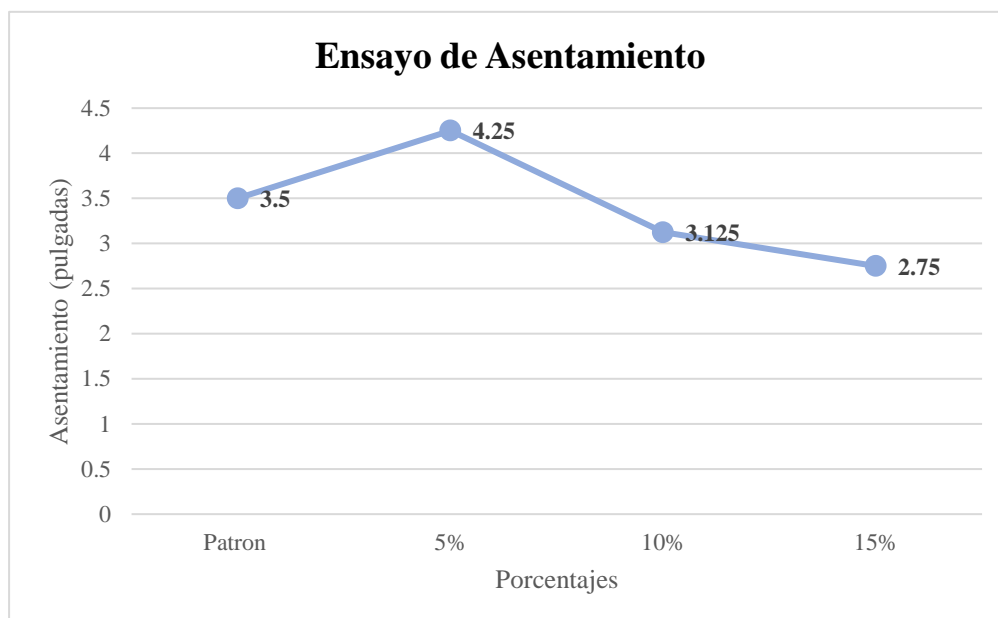


Gráfico 3 Ensayo de Asentamiento

Peso unitario del concreto

El peso unitario del concreto se calculó entre la relación de peso y volumen donde a medida que incrementa el porcentaje de residuo de alambón disminuye el peso unitario debido a que este no tiene el mismo peso específico que el cemento tal como se muestran en las tablas 32, 33, 34 y 35.

Tabla 32 Peso unitario del concreto patrón

Peso unitario del concreto patrón	
Peso de la probeta (kg)	6.66
Volumen de la probeta (m ³)	0.005565
Peso del concreto + recipiente (kg)	19.52
Peso del concreto (kg)	12.86
Peso unitario (kg/m³)	2310.69

Tabla 33 Peso unitario del concreto con 5% de residuo de alambón

Peso unitario del concreto con 5% de Residuo de Alambón	
Peso de la probeta (kg)	6.36
Volumen de la probeta (m ³)	0.005565
Peso del concreto + recipiente (kg)	19.22
Peso del concreto (kg)	12.86
Peso unitario (kg/m³)	2310.69

Tabla 34 Peso unitario del concreto con 10% de residuo de alambón

Peso unitario del concreto con 10% de Residuo de Alambón	
Peso de la probeta (kg)	6.96
Volumen de la probeta (m ³)	0.005565
Peso del concreto + recipiente (kg)	19.64
Peso del concreto (kg)	12.68
Peso unitario (kg/m³)	2278.35

Tabla 35 Peso unitario del concreto con 15% de residuo de alambón

Peso unitario del concreto con 15% de Residuo de Alambón	
Peso de la probeta (kg)	3.40
Volumen de la probeta (m ³)	0.005565
Peso del concreto + recipiente (kg)	15.08
Peso del concreto (kg)	11.68
Peso unitario (kg/m³)	2098.67

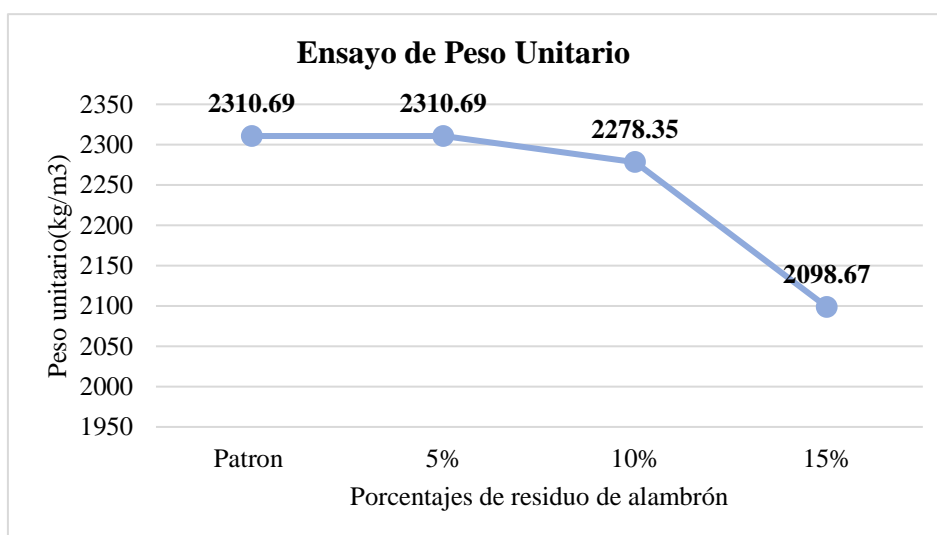


Gráfico 4 Ensayo de Peso Unitario

Temperatura del Concreto

Al momento de realizar la mezcla de concreto se tomó la temperatura del ambiente y del concreto para el patrón y los demás porcentajes de adición, donde se puede apreciar que el concreto con 5% de adición es el que más alta temperatura presenta con 27.1°C.

Tabla 36 Temperatura del Concreto

Residuo de Alambrón	Hora	Temperatura	
		Concreto	Ambiente
0%	10:29 a.m.	26.1°C	25.2°C
5%	02:50 p.m.	27.1°C	23.2°C
10%	03:12 p.m.	25.2°C	23°C
15%	09:42 a.m.	25.4°	23.2°C

Ensayos en estado endurecido del concreto

Resistencia a compresión

Se realizaron ensayos de resistencia a compresión del concreto a los 7, 14, 21 y 28 días para cada porcentaje donde los resultados son:

Tabla 37 Resistencia a compresión del concreto patrón

CÓDIGO	ESTRUCTURA	EDAD (días)	f _c (kg/cm ²)	Área (mm ²)	Carga Máxima	Resistencia a la Compresión	Promedio de resistencia	
					KN	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
C-1	Patrón	7	210	18505.75	314.30	173.19	172.83	82%
C-2			210	18457.56	312.20	172.48		
C-3 (*)			210	18433.48	369.50	204.40		
C-4		14	210	18193.62	348.30	195.22	198.37	94%
C-5			210	18145.84	352.40	198.03		
C-6			210	18241.47	361.10	201.86		
C-7		21	210	17695.03	397.00	228.78	213.63	107%
C-8			210	17789.46	381.70	218.80		
C-9 (*)			210	17742.22	362.70	208.46		
C-10		28	210	17718.61	405.90	233.60	228.76	109%
C-11 (*)			210	17624.37	425.90	246.42		
C-12			210	17742.22	389.60	223.92		

(*) Todas las muestras que tenían una variación mayor de 7.8% entre sí como indica la NTP 339.034, han sido quitadas al momento de promediar los resultados.

Tabla 38 Resistencia a compresión del concreto con 5% de residuo de alambón

CÓDIGO	ESTRUCTURA	EDAD (días)	f'c (kg/cm ²)	Área (mm ²)	Carga Máxima	Resistencia a la Compresión	Promedio de Resistencia	
					KN	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
C-1 (*)	Con 5% de residuo de alambón	7	210	18026.65	378.20	213.94	228.27	132%
C-2			210	18002.87	400.20	226.68		
C-3			210	17931.59	404.20	229.86		
C-4 (*)		14	210	18265.42	529.60	295.66	271.54	137%
C-5			210	18337.35	498.60	277.27		
C-6			210	18217.54	474.90	265.82		
C-7 (*)		21	210	18193.62	461.50	258.66	279.56	125%
C-8			210	18217.54	496.10	277.69		
C-9			210	18265.42	504.10	281.43		
C-10 (*)		28	210	17718.61	498.70	287.01	305.08	133%
C-11			210	17813.11	529.10	302.89		
C-12			210	17695.03	533.20	307.27		

(*) Todas las muestras que tenían una variación mayor de 7.8% entre sí como indica la NTP 339.034, han sido quitadas al momento de promediar los resultados.

Tabla 39 Resistencia a compresión del concreto con 10% de residuo de alambón

CÓDIGO	ESTRUCTURA	EDAD (días)	f'c (kg/cm ²)	Área (mm ²)	Carga máxima	Resistencia a la Compresión	Promedio de resistencia	
					KN	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
C-1	Con 10% de residuo de alambón	7	210	17931.59	278.30	158.26	164.54	95%
C-2			210	17860.46	301.30	172.02		
C-3			210	17836.78	285.70	163.33		
C-4 (*)		14	210	18217.54	300.10	167.98	184.27	93%
C-5			210	18145.84	321.80	180.84		
C-6			210	18265.42	336.20	187.69		
C-7		21	210	18050.46	352.40	199.08	197.17	88%
C-8			210	17979.09	341.90	193.92		
C-9 (*)			210	17931.59	349.10	198.52		
C-10 (*)		28	210	17647.90	403.40	233.09	248.31	109%
C-11			210	17624.37	435.30	251.86		
C-12			210	17718.61	425.30	244.76		

(*) Todas las muestras que tenían una variación mayor de 7.8% entre sí como indica la NTP 339.034, han sido quitadas al momento de promediar los resultados.

Tabla 40 Resistencia a compresión del concreto con 15% de residuo de alambrón

CÓDIGO	ESTRUCTURA	EDAD (días)	f'c (kg/cm ²)	Área (mm ²)	Carga máxima	Resistencia a la Compresión	Promedio de resistencia	
					KN	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
C-1 (*)	Con 15% de residuo de alambrón	7	210	17979.09	247.30	140.26	134.39	73%
C-2			210	18026.65	227.20	128.52		
C-3			210	17931.59	214.70	122.09		
C-4			210	18505.75	244.60	134.78		
C-5		14	210	18554.00	257.40	141.47	138.55	70%
C-6		210	18457.56	252.30	139.39			
C-7		21	210	18193.62	272.30	152.62	157.28	70%
C-8			210	18098.12	277.90	156.58		
C-9		28	210	18074.28	288.30	162.65	162.26	71%
C-10			210	18169.72	305.50	171.45		
C-11			210	18265.42	277.70	155.03		
C-12			210	18289.38	287.50	160.29		

(*) Todas las muestras que tenían una variación mayor de 7.8% entre sí como indica la NTP 339.034, han sido quitadas al momento de promediar los resultados.

Todos los resultados obtenidos fueron de acuerdo con un diseño con un f'c requerido, como se indicó en el diseño de mezcla donde se puede ver en la tabla 37 que el concreto patrón a los 28 días tiene una resistencia de 228.76 kg/cm² siendo este mayor por 109 % respecto al f'c teórico de 210 kg/cm²; la resistencia patrón es la que se utiliza de comparación en cuanto a las adiciones de residuo de alambrón.

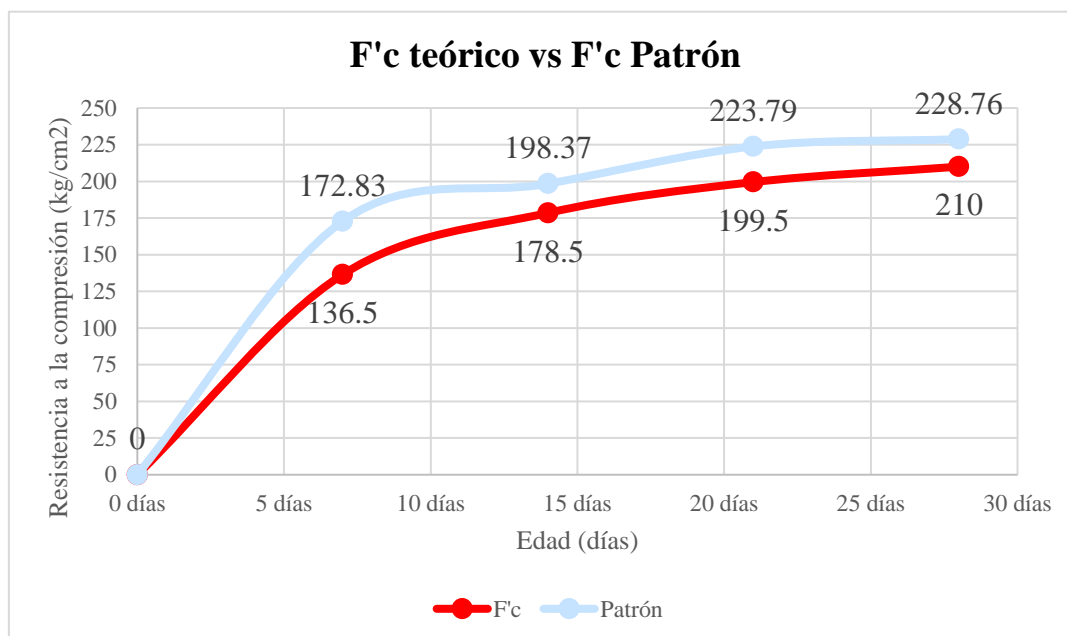


Gráfico 5 Comparación de resistencia del f'c teórico vs f'c patrón

Por consiguiente, se muestra en la gráfica 5 una comparación entre f'_c teórico y el f'_c patrón, y también se muestra en la gráfica 6 el porcentaje alcanzado de cada una de estas con respecto a la resistencia.

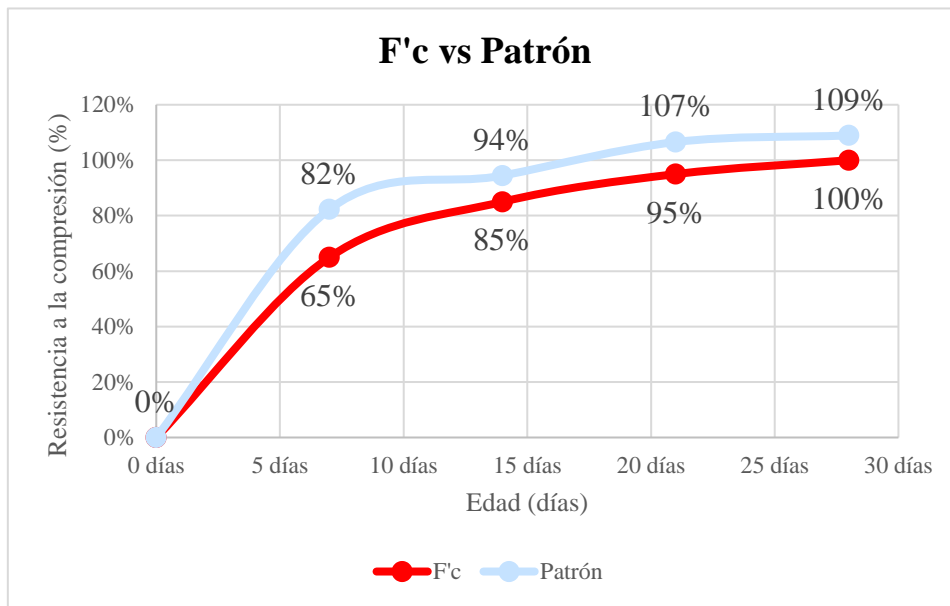


Gráfico 6 Comparación de porcentajes de f'_c teórico vs f'_c patrón

En cuanto a los resultados de resistencia a compresión del concreto con residuos de alambraón como se mencionó anteriormente son comparados con el f'_c patrón dado que los cálculos de incorporación de residuo de alambraón fueron respecto al diseño de mezcla del f'_c requerido.

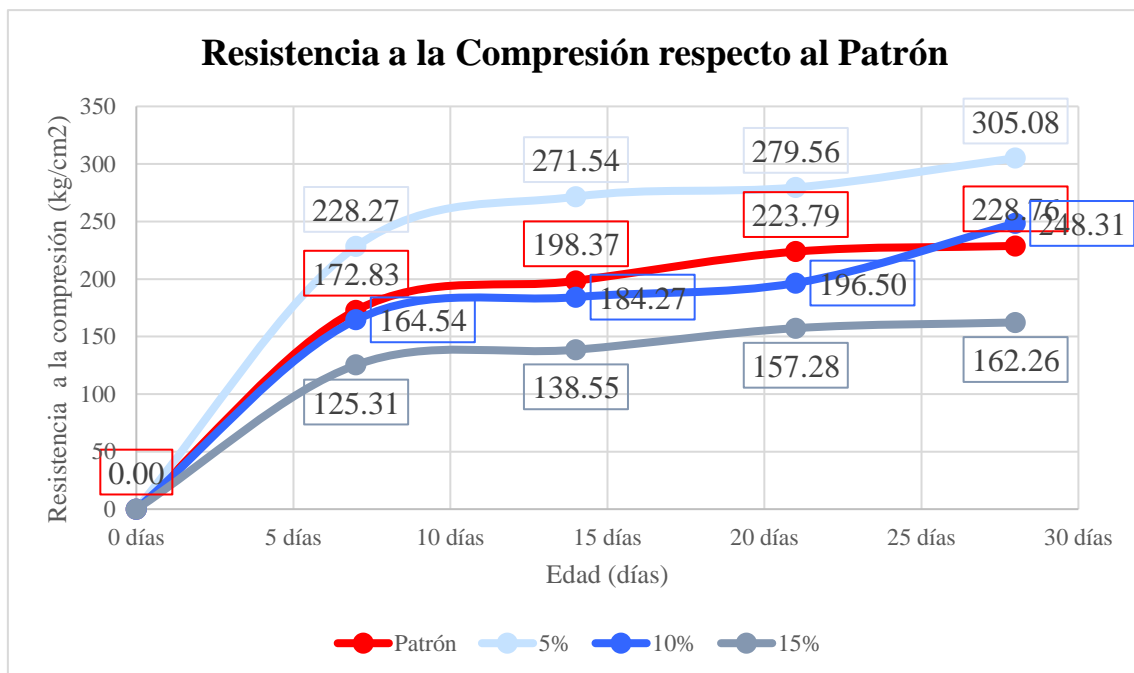


Gráfico 7 Comparación de la resistencia a compresión entre el f'_c patrón y los adicionados con residuo de alambraón

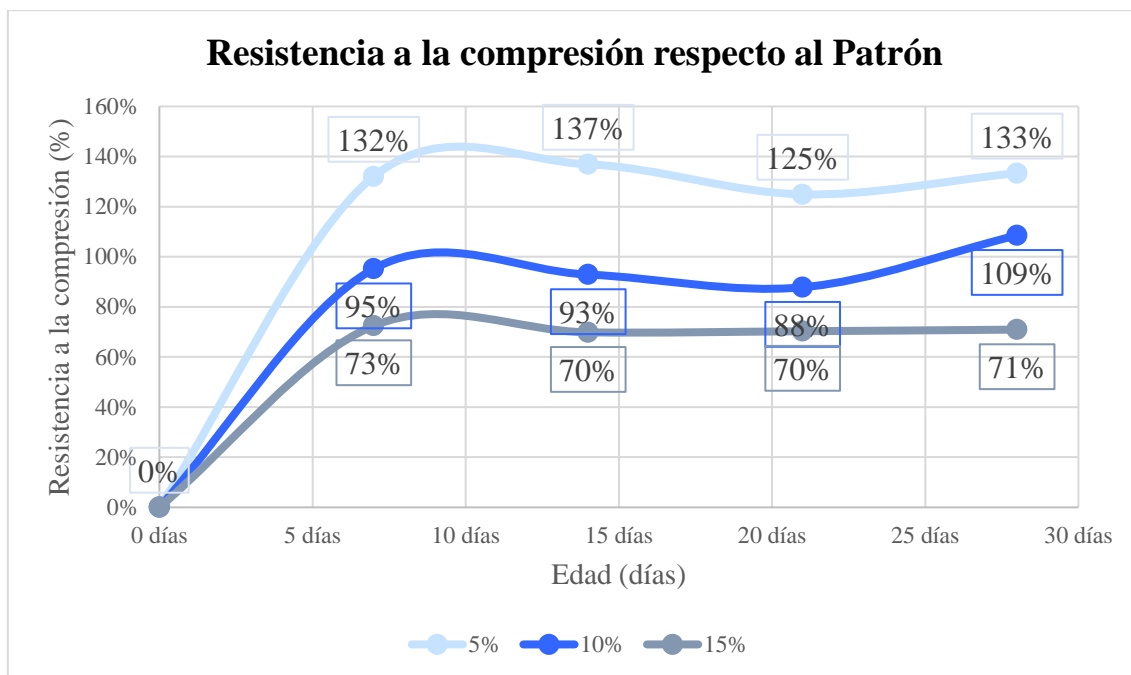


Gráfico 8 Comparación de la resistencia a compresión en porcentaje entre el f'c patrón y los adicionados con residuo de alambón

En el gráfico 7 y 8 se puede observar que los testigos que contienen 5% de residuo de alambón llegó a los 28 días a una resistencia de 305.08 kg/cm² equivalente a un 133% respecto del f'c patrón, en esa misma edad se tiene que con 10% obtuvo 248.31 kg/cm² correspondiendo a un 109% respecto al patrón y en cuanto al 15% se obtuvo un 71% del patrón siendo 162.26 kg/cm².

Asimismo, en la gráfica 8 se puede ver que la resistencia a compresión de 5% aumentó en un 33%, mientras que la de 10% incrementó en 9%, y hubo un descenso del 29% en cuanto al 15% de residuo de alambón.

Una vez obtenidos los resultados se consigue el porcentaje óptimo de residuo de alambón con respecto a la resistencia a compresión del concreto donde en la gráfica 9 se puede apreciar que incorporando 5% de residuo de alambón mejora la resistencia del concreto, siendo este el porcentaje óptimo.



Gráfico 9 Resistencia a compresión a los 28 días

Resistencia a flexión

Se realizaron ensayos de resistencia a flexión del concreto a los 28 días para cada porcentaje donde los resultados son:

Tabla 41 Resistencia a flexión del concreto a los 28 días.

Código	Estructura	Edad (días)	L (cm)	b (cm)	h (cm)	Carga		Módulo de Rotura Kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
						KN	Kg		
F-1	Patrón	28	54	15.00	15.00	25.80	2630.83	42.09	44.70
F-2			54	15.00	15.00	27.80	2834.77	45.36	
F-3			54	15.00	15.00	28.60	2916.34	46.66	
F-1	Con 5% de Residuo de Alambrón		54	15.00	15.00	27.50	2804.18	44.87	45.19
F-2			54	15.00	15.00	27.20	2773.58	44.38	
F-3			54	15.00	15.00	28.40	2895.95	46.34	
F-1	Con 10% de Residuo de Alambrón		54	15.00	15.00	28.70	2926.54	46.82	46.06
F-2			54	15.00	15.00	29.60	3018.31	48.29	
F-3			54	15.00	15.00	26.40	2692.01	43.07	
F-1	Con 15% de Residuo de Alambrón	54	15.00	15.00	24.70	2518.66	40.30	40.90	
F-2		54	15.00	15.00	23.60	2406.49	38.50		
F-3		54	15.00	15.00	26.90	2742.99	43.89		

En la tabla 41 se logra ver que las muestras prismáticas que no tienen residuo de alambón alcanzaron un módulo de rotura de 44.70 kg/cm², siendo este la resistencia a flexión patrón (M_r patrón), dado que se realizaron las comparaciones para el concreto con residuo alambón.

De acuerdo con [21] el rango de variación de la resistencia a flexión es: para flexión en un punto 15 al 25% de la resistencia a compresión, mientras que flexión a los tercios 12 al 20%.

Teniendo en cuenta lo mencionado, el M_r para 210 kg/cm² sería 42 kg/cm², siendo el patrón un poco mayor al rango del módulo de rotura.

Sin embargo, en cuanto a las adiciones de residuo de alambón se tiene que el 5 y 10% tienen un aumento de M_r siendo así 45.19 kg/cm² y 46.06 kg/cm² respectivamente, mientras que el 15% respecto al patrón ha disminuido teniendo un M_r de 40.90 kg/cm².

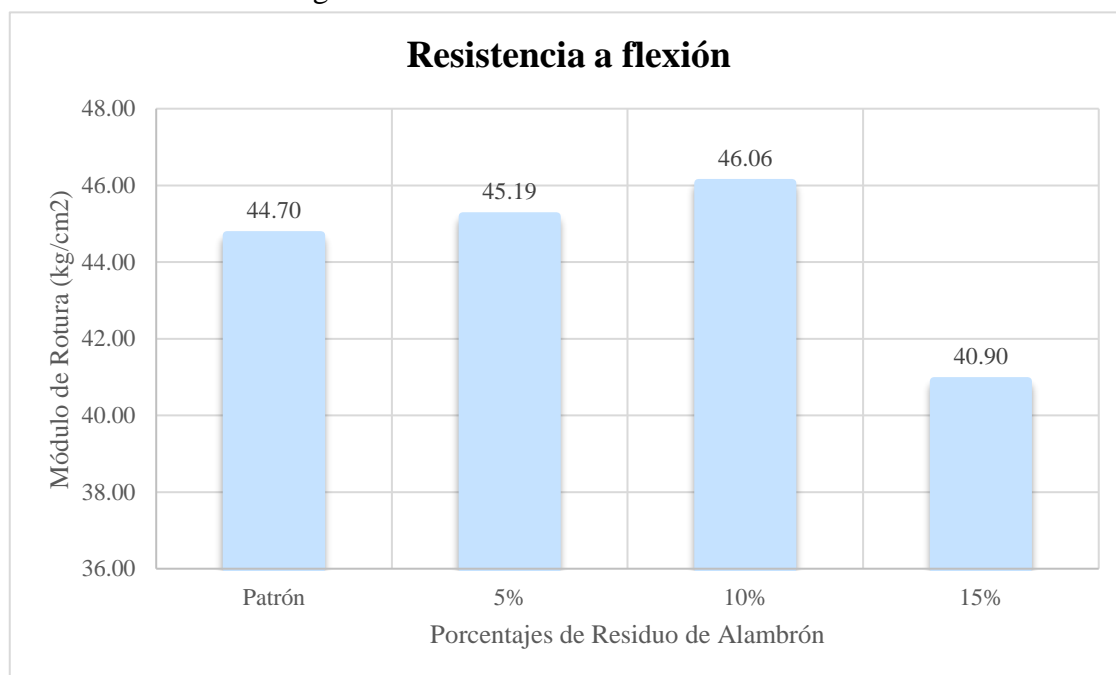


Gráfico 10 Resistencia a flexión a los 28 días

Para el porcentaje óptimo en cuanto a resistencia a flexión en el gráfico 10 se puede observar que el que resiste más a flexión es el que tiene 10% de residuo de alambón.

Módulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad es una propiedad muy importante que se tiene que medir para ver cómo es que se deforma el concreto bajo la aplicación de cargas, se realizó a los 28 días teniendo los siguientes resultados de la tabla 42.

Tabla 42 Módulo de Elasticidad del concreto

Identificación	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S2)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
Patrón - E-1	28	220.19	88	13.94641	0.000394	215579	
Patrón - E-2	28	208.71	83	22.05525	0.000338	213198	214967.06
Patrón - E-3	28	216.00	86	23.65220	0.000340	216124	
5% de Residuo de Alambrón E-1	28	227.28	91	32.62997	0.00030	237438	
5% de Residuo de Alambrón E-2	28	268.94	108	51.13456	0.00032	211717	218813.60
5% de Residuo de Alambrón E-3	28	216.00	86	26.43034	0.00048	207286	
10% de Residuo de Alambrón E-1	28	212.12	85	13.83570	0.00033	250267.43	
10% de Residuo de Alambrón E-2	28	169.32	68	12.83210	0.00032	202219.48	208888.73
10% de Residuo de Alambrón E-3	28	247.12	99	18.87269	0.00051	174179.29	
15% de Residuo de Alambrón E-1	28	192.18	77	10.87833	0.00041	180901.05	
15% de Residuo de Alambrón E-2	28	183.51	73	15.13118	0.00049	133197.36	154626.87
15% de Residuo de Alambrón E-3	28	192.08	77	17.90209	0.00044	149782.19	

En cuanto al concreto patrón tiene un módulo de elasticidad igual a 214967.06 kg/cm² si se compara con el E teórico que es $15000 \cdot \sqrt{f'c}$ se tiene que es igual 217370.65 kg/cm² siendo este cercano al teórico, mientras que los que contienen adición de residuo de alambón al tener ahora un nuevo material que incrementa la resistencia al 5% se tiene un módulo de elasticidad similar de 218813.60 kg/cm², mientras que el de 10% es 208888.73 kg/cm², por otro lado se tiene al

concreto con 15% de residuo de alambrión con un módulo de elasticidad de 154626.87 kg/cm² donde este no se acerca debido a que no alcanzó a la resistencia de diseño a los 28 días.

Penetración de Cloruros

Para la evaluación de la penetración del ion cloruro, se evaluó en un rango de 6 horas donde se conectó a una celda con hidróxido de sodio y cloruro de sodio, sin embargo, previamente se quitaron los vacíos del núcleo de la probeta con una bomba de aire por 3 horas y después se colocó agua destilada en la bomba para así asegurar para evitar el transporte adecuado de iones al momento de realizar el ensayo.

Se utilizaron dos núcleos por cada porcentaje donde se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 43 Penetración de cloruros

CÓDIGO	CARGA (COULUMBS)	AJUSTE DE CARGA (COULUMBS)	PROMEDIO	PENETRABILIDAD
CL 1- 1	145.611	143.19	141.55	MUY BAJA
CL 1- 2	147.681	139.92		MUY BAJA
CL 2- 1	146.817	138.63	142.21	MUY BAJA
CL2 - 2	147.438	145.80		MUY BAJA
CL 3 - 1	146.898	147.10	143.71	MUY BAJA
CL 3 - 2	148.905	140.31		MUY BAJA
CL 4 - 1	147.789	141.272	144.31	MUY BAJA
CL 4 - 2	147.789	147.344		MUY BAJA

De acuerdo con la ASTM C 1202 que indica ciertos parámetros de penetrabilidad se tiene que para carga menor a 100 se considera inelegible, cargas entre 100 – 1000 Columbus es muy baja, mientras que cuando la carga está entre 2000 – 4000 es considerada moderada, y por otro lado se tiene cuando la carga es mayor a 4000 se considera alta.

Según lo mencionado anteriormente se tiene que para los concretos patrones y con adición de residuo de alambrión, la penetrabilidad es muy baja, siendo el patrón más baja mientras que a mayor residuo de alambrión la carga aumenta.

Expansión de mortero por sulfatos

La expansión de mortero por sulfatos está dada por la inmersión de unas barras de mortero de 2.5 x 2.5 x 28.5 cm en sulfato de sodio que esto permite medir la expansión (variación de longitud) por ataque de este reactivo, todo realizado bajo la NTP 334.094, y las mediciones se hicieron a 1, 2, 3, 5, 8, 13 y 15 semanas y después de ello se hizo cada mes en la duración de esta investigación.

Para el cálculo de la variación de longitud se tuvo en cuenta la fórmula de la NTP 334.094:

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

Donde:

- Lx: Lectura en el comparador a la edad x menos la lectura de referencia a la edad x
- Li: Lectura inicial de la barra menos la lectura de la barra de referencia
- Lg: Longitud nominal del calibre (250 mm)

Mortero patrón

Tabla 44 Expansión de mortero patrón por ataque a sulfatos

Variación de longitud						
Semanas	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	4.728	3.453	1.037	3.125	3.842	3.822
Semana 1	4.865	3.508	1.115	3.233	3.941	3.899
Semana 2	4.959	3.593	1.181	3.248	3.975	3.983
Semana 3	5.035	3.631	1.297	3.274	3.997	4.067
Semana 5	5.122	3.777	1.393	3.369	4.043	4.155
Semana 8	5.243	3.838	1.521	3.448	4.224	4.234
Semana 13	5.308	3.964	1.605	3.481	4.507	4.381
Semana 15	5.419	4.032	1.723	3.552	4.643	4.427

Una vez procesados los datos obtenidos en laboratorio se procedió a calcular la variación de longitud con respecto a la lectura inicial

Tabla 45 Variación de Longitud del mortero patrón

Variación de Longitud	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Semana 1	0.055%	0.022%	0.031%	0.043%	0.040%	0.031%
Semana 2	0.092%	0.056%	0.058%	0.049%	0.053%	0.064%
Semana 3	0.123%	0.071%	0.104%	0.060%	0.062%	0.098%
Semana 5	0.158%	0.130%	0.142%	0.098%	0.080%	0.133%
Semana 8	0.206%	0.154%	0.194%	0.129%	0.153%	0.165%
Semana 13	0.232%	0.204%	0.227%	0.142%	0.266%	0.224%
Semana 15	0.276%	0.232%	0.274%	0.171%	0.320%	0.242%

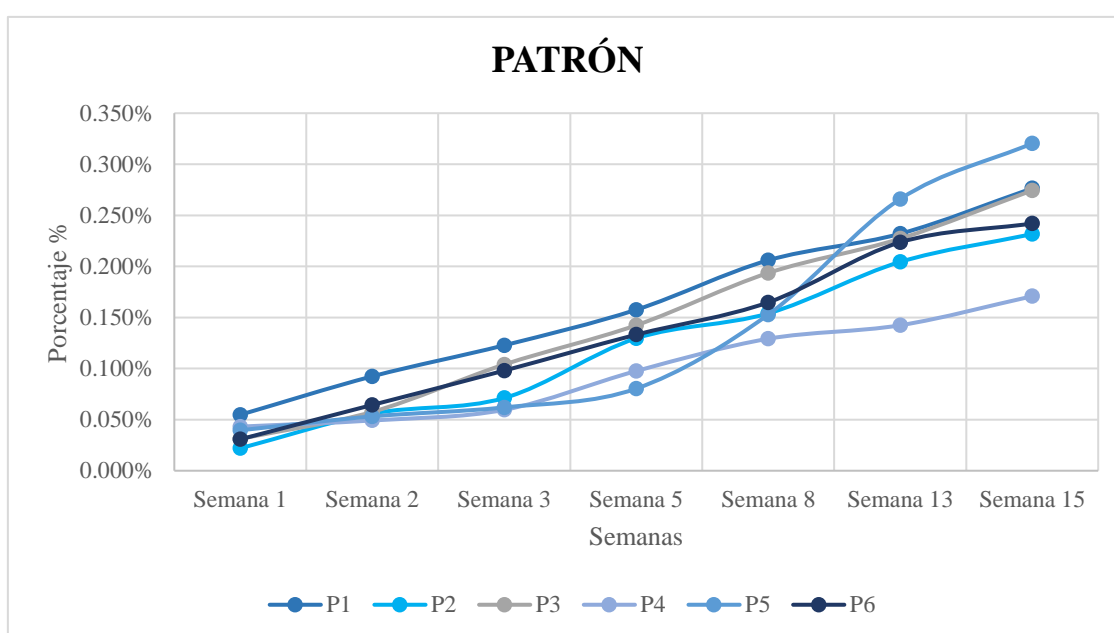


Gráfico 11 Variación de longitud del mortero patrón

En cuanto a los resultados obtenidos en la tabla 45 se puede observar que la variación de longitud del cemento portland tipo I el aumento entre semanas es un promedio de 0.036%.

Del mismo modo después de la exposición a sulfatos por 15 semanas se puede observar que en el mortero patrón se ha desgastado y se logra a ver el agregado fino.



Fotografía 12 Mortero Patrón a las 15 semanas

Mortero con 5% de residuo de alambón

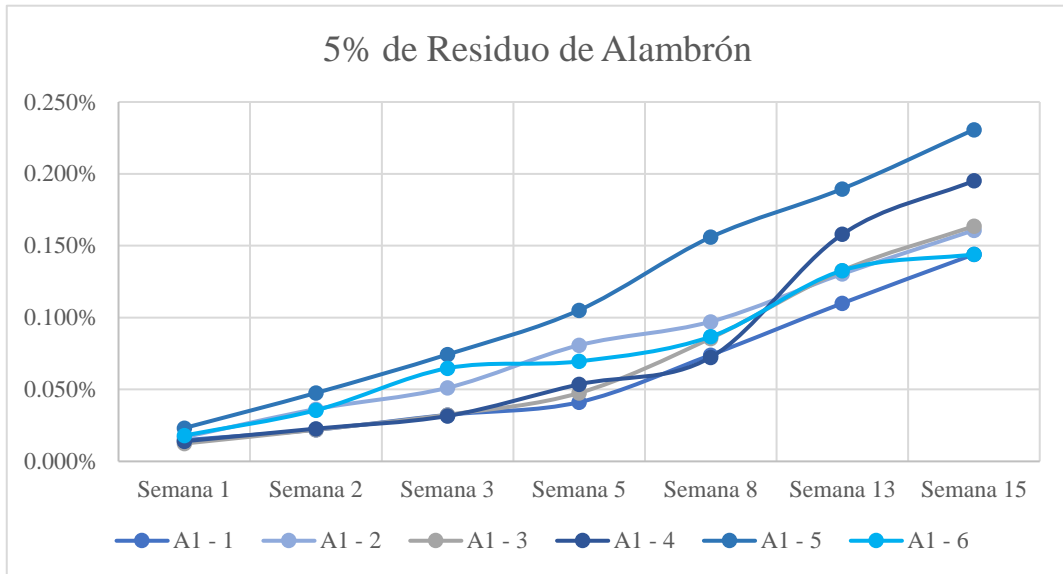
Tabla 46 Expansión de mortero con 5% de residuo de alambón por ataque a sulfatos

		Variación de longitud					
Semanas	Barras	A1 -1	A1-2	A1-3	A1-4	A1-5	A1-6
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial		5.112	4.870	4.023	6.757	5.205	6.636
Semana 1		5.149	4.912	4.054	6.792	5.263	6.681
Semana 2		5.167	4.961	4.078	6.814	5.324	6.725
Semana 3		5.193	4.998	4.104	6.836	5.391	6.798
Semana 5		5.215	5.072	4.142	6.891	5.468	6.810
Semana 8		5.297	5.113	4.237	6.938	5.595	6.853
Semana 13		5.387	5.196	4.355	7.152	5.679	6.968
Semana 15		5.472	5.272	4.432	7.245	5.782	6.996

Tabla 47 Variación de Longitud del mortero con 5% de residuo de alambón

Variación de Longitud	A1 - 1	A1 - 2	A1 - 3	A1 - 4	A1 - 5	A1 - 6
Semana 1	0.015%	0.017%	0.012%	0.014%	0.023%	0.018%
Semana 2	0.022%	0.036%	0.022%	0.023%	0.048%	0.036%
Semana 3	0.032%	0.051%	0.032%	0.032%	0.074%	0.065%
Semana 5	0.041%	0.081%	0.048%	0.054%	0.105%	0.070%
Semana 8	0.074%	0.097%	0.086%	0.072%	0.156%	0.087%
Semana 13	0.110%	0.130%	0.133%	0.158%	0.190%	0.133%
Semana 15	0.144%	0.161%	0.164%	0.195%	0.231%	0.144%

Gráfico 12 Variación de Longitud del mortero con 5% de residuo de alambón



En cuanto a los resultados obtenidos en la tabla 47 se puede observar que la variación de longitud del cemento portland tipo I con adición del 5% de residuo de alambón el aumento entre semanas es un promedio de 0.026%.

Del mismo modo después de la exposición a sulfatos por 15 semanas se puede observar que en el mortero con 5% con residuo de alambón se mantiene igual que en la semana uno ya que no se ha desgastado superficialmente.



Fotografía 13 Mortero con 5% de residuo de alambón

Mortero con 10% de residuo de alambón

Tabla 48 Expansión de mortero con 10% de residuo de alambón por ataque a sulfatos

Variación de longitud						
Semanas / Barras	A2 -1 (mm)	A2-2 (mm)	A2-3 (mm)	A2-4 (mm)	A2-5 (mm)	A2-6 (mm)
Lectura inicial	7.500	3.151	6.308	6.460	3.742	3.090
Semana 1	7.547	3.225	6.503	6.720	3.787	3.118
Semana 2	7.621	3.291	6.717	6.907	3.833	3.235
Semana 3	7.875	3.483	6.971	7.117	4.032	3.444
Semana 5	8.180	3.586	7.185	7.255	4.222	3.734
Semana 8	8.281	3.727	7.342	7.384	4.409	3.952
Semana 13	8.453	4.116	7.412	7.598	4.536	4.172
Semana 15	8.726	4.365	7.535	7.757	4.637	4.372

Tabla 49 Variación de Longitud del mortero con 10% de residuo de alambón

Variación de Longitud	A2 - 1	A2 - 2	A2 - 3	A2 - 4	A2 - 5	A2 - 6
Semana 1	0.019%	0.030%	0.078%	0.104%	0.018%	0.011%
Semana 2	0.048%	0.056%	0.164%	0.179%	0.036%	0.058%
Semana 3	0.150%	0.133%	0.265%	0.263%	0.116%	0.142%
Semana 5	0.272%	0.174%	0.351%	0.318%	0.192%	0.258%
Semana 8	0.312%	0.230%	0.414%	0.370%	0.267%	0.345%
Semana 13	0.381%	0.386%	0.442%	0.455%	0.318%	0.433%
Semana 15	0.490%	0.486%	0.491%	0.519%	0.358%	0.513%

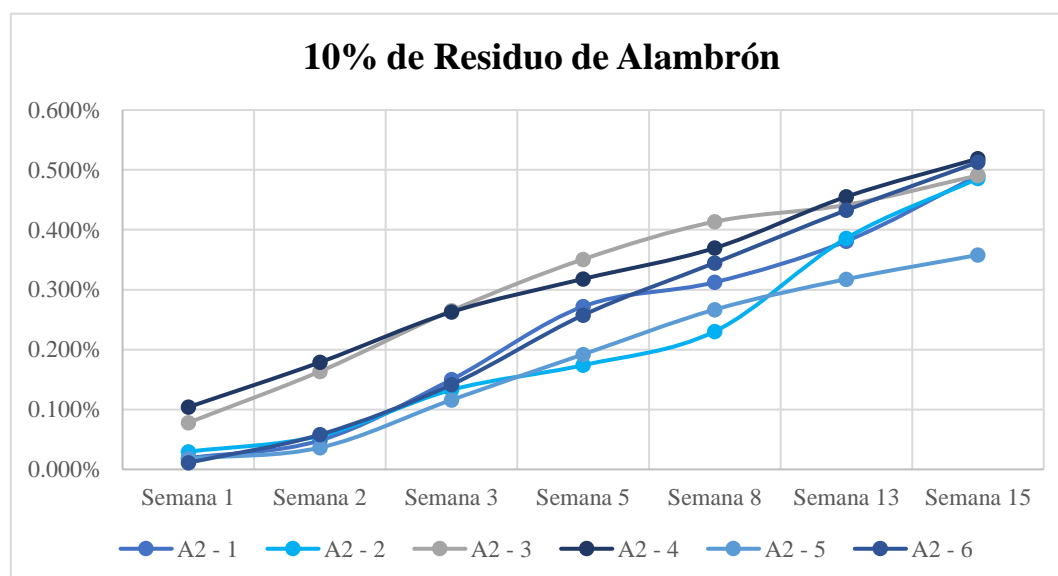


Gráfico 13 Variación de Longitud del mortero con 10% de residuo de alambón

En cuanto a los resultados obtenidos en la tabla 49 se puede observar que la variación de longitud del cemento portland tipo I con adición del 10% de residuo de alambón el aumento entre semanas es un promedio de 0.072%.

Del mismo modo después de la exposición a sulfatos por 15 semanas se puede observar que en el mortero con 10% de residuo de alambón se mantiene igual que en la semana uno ya que no se ha desgastado superficialmente.



Fotografía 14 Mortero con 10% de residuo de alambón

Mortero con 15% de residuo de alambón

Tabla 50 Expansión de mortero con 15% de residuo de alambón por ataque a sulfatos

		Variación de longitud					
Semanas	Barras	A3 -1	A3-2	A3-3	A4-4	A5-5	A6-6
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura inicial		4.929	6.002	5.015	5.738	5.161	4.055
Semana 1		4.978	6.120	5.087	5.793	5.198	4.107
Semana 2		5.181	6.353	5.191	5.807	5.351	4.211
Semana 3		5.287	6.822	5.505	6.103	5.648	4.515
Semana 5		5.563	6.936	5.827	6.425	5.799	4.847
Semana 8		5.737	7.090	5.961	6.658	5.821	4.921
Semana 13		5.923	7.109	6.077	6.733	5.996	5.017
Semana 15		6.178	7.375	6.163	6.865	6.019	5.123

Tabla 51 Variación de Longitud del mortero con 15% de residuo de alambrón

Variación de Longitud	A3 - 1	A3 - 2	A3 - 3	A3 - 4	A3 - 5	A3 - 6
Semana 1	0.020%	0.047%	0.029%	0.022%	0.015%	0.021%
Semana 2	0.101%	0.140%	0.070%	0.028%	0.076%	0.062%
Semana 3	0.143%	0.328%	0.196%	0.146%	0.195%	0.184%
Semana 5	0.254%	0.374%	0.325%	0.275%	0.255%	0.317%
Semana 8	0.323%	0.435%	0.378%	0.368%	0.264%	0.346%
Semana 13	0.398%	0.443%	0.425%	0.398%	0.334%	0.385%
Semana 15	0.500%	0.549%	0.459%	0.451%	0.343%	0.427%

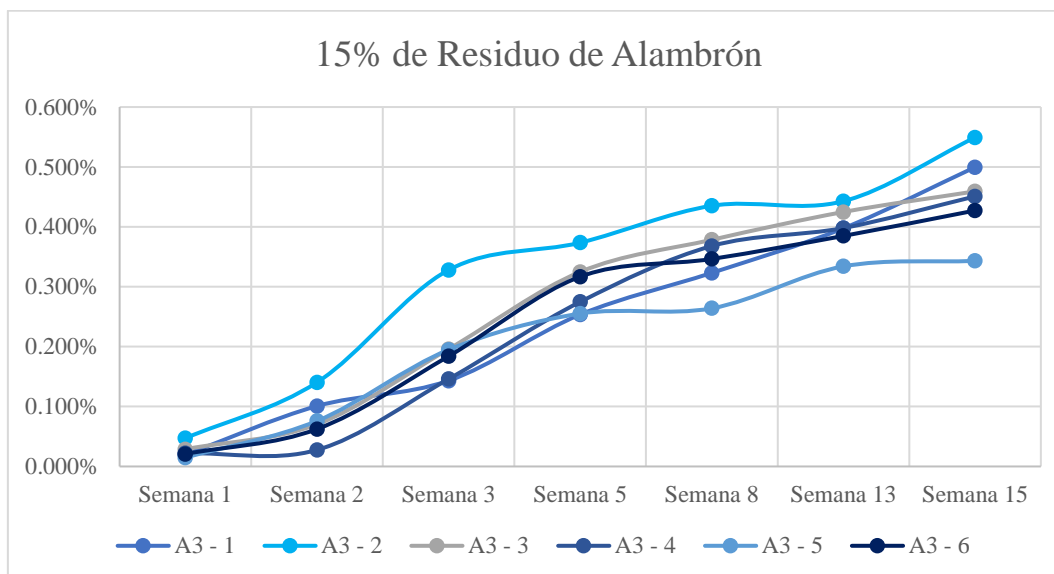


Gráfico 14 Variación de Longitud del mortero con 15% de residuo de alambrón

En cuanto a los resultados obtenidos en la tabla 51 se puede observar que la variación de longitud del cemento portland tipo I con adición del 10% de residuo de alambrón el aumento entre semanas es un promedio de 0.072%.

Del mismo modo después de la exposición a sulfatos por 15 semanas se puede observar que en el mortero con 15% de residuo de alambrón se mantiene igual que en la semana uno ya que no se ha desgastado superficialmente.



Fotografía 15 Mortero con 15% de residuo de alambrón

Análisis económico entre el concreto patrón y el concreto con residuo de alambrón

El análisis económico entre el concreto patrón y el concreto con residuo de alambrón se realizó en base a los procesos que se han mencionado anteriormente, los precios de los materiales son precios actualizados del mercado, y en cuanto a las cuadrillas fueron tomadas del libro CAPECO según corresponda la partida, sin embargo, el rendimiento utilizado en el tamizado y molido del residuo de alambrón se calculó en cuanto a la experiencia de esta investigación.

Tabla 52 Análisis de costo unitario de molido de residuo de alambrón

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida	Máquina de los ángeles - molido de residuo de alambrón			Unidad	Kg	
Cuadrilla	1peon + 0.1 op					
Rendimiento	80	kg/día		Total	S/	7.78
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Mano de obra						
Operario	hh	0.1	0.0400	S/ 24.22	S/	0.97
Oficial	hh	0	0.0000	S/ 19.12	S/	-
Peón	hh	1	0.1000	S/ 17.28	S/	1.73
Operario de equipo liviano	hh	0	0.0000	S/ 26.16	S/	-
Costos Mano de Obra						S/ 2.70
Materiales						
Costos de Materiales						S/ -
Equipos y herramientas						
Desgaste de Herramientas	%MO		3.000%	S/ 2.70	S/	0.08
Máquina de los ángeles	hm	1	0.10	S/ 50.00	S/	5.00
Costos de Equipos y herramientas						S/ 5.08

Tabla 53 Análisis de costo unitario de tamizado de residuo de Alambrón

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida	Tamizado manual por malla #100 de Residuo de Alambrón			Unidad	kg	
Cuadrilla	1 peón + 0.1 op					
Rendimiento	12	kg/día		Total	S/	13.69
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Mano de obra						
Operario	hh	0.1	0.0400	S/ 24.22	S/	0.97
Oficial	hh	0	0.0000	S/ 19.12	S/	-
Peón	hh	1	0.6667	S/ 17.28	S/	1.52
Operario de equipo liviano	hh	0	0.0000	S/ 26.16	S/	-
Costos Mano de Obra						S/ 12.49
Materiales						
Costos de Materiales						S/ -
Equipos y herramientas						
Desgaste de Herramientas	%MO		3.000%	S/ 12.49	S/	0.37
Tamiz #100	hm	1	0.67	S/ 1.25	S/	0.83
Costos de Equipos y herramientas						S/ 1.20

Tabla 54 Precio unitario del residuo de alambón por kg

Partida	Precio
Molido de residuo de alambón	S/ 7.78
Tamizado manual por malla N° 100	S/ 13.69
Precio total	S/ 21.47

Después se hizo el análisis de costo unitario para un concreto convencional f^c 210 kg/cm² específicamente para columnas con la dosificación del diseño de mezcla

Tabla 55 Análisis de costo unitario del concreto convencional

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida	Concreto f _c = 210 kg/cm ²			Unidad	m ³	
Cuadrilla	2 operarios + 2 oficiales + 10 peones					
Rendimiento	20	m ³ /día		Total	S/ 454.32	
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Mano de obra						
Operario	hh	2	0.8000	S/ 24.22	S/ 19.38	
Oficial	hh	2	0.8000	S/ 19.12	S/ 15.30	
Peón	hh	10	4.0000	S/ 17.28	S/ 69.12	
Operario de equipo liviano	hh	1	0.4000	S/ 26.16	S/ 10.46	
Costos Mano de Obra						S/ 114.26
Materiales						
Agregado grueso de 1/2"	m ³		0.6461	S/ 76.27	S/ 49.28	
Cemento Portland Tipo I	bls		9.6949	S/ 24.58	S/ 238.26	
Agregado Fino	m ³		0.6314	S/ 50.85	S/ 32.11	
Agua	m ³		0.1929	S/ 6.00	S/ 1.16	
Costos de Materiales						S/ 320.81
Equipos y herramientas						
Desgaste de Herramientas	%M O		3.000%	S/ 114.26	S/ 3.43	
Mezcladora de 9p2	hm	1	0.40	S/ 12.00	S/ 4.80	
Vibrador de Concreto 4 HP	hm	1	0.40	S/ 10.59	S/ 4.24	
Winche eléctrico de 2 tambores	hm	1	0.40	S/ 16.95	S/ 6.78	
Costos de Equipos y herramientas						S/ 19.25

En cuanto al concreto con residuo de alambón se comparó con el porcentaje óptimo siendo así el de 5%, entonces se calcula el análisis de precio unitario para el residuo de alambón:

Tabla 56 Análisis de costo unitario del concreto con 5% de residuo de alambón

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida	Concreto f'c = 210 kg/cm ² con 5% de residuo de alambón			Unidad	m ³	
Cuadrilla	2 operarios + 2 oficiales +10 peones					
Rendimiento	20	m ³ /día		Total	S/ 884.73	
Descripción	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial (S/.)	Total (S/.)
Mano de obra						
Operario	hh	2	0.8000	S/ 24.22	S/ 19.38	
Oficial	hh	2	0.8000	S/ 19.12	S/ 15.30	
Peón	hh	10	4.0000	S/ 17.28	S/ 69.12	
Operario de equipo liviano	hh	1	0.4000	S/ 26.16	S/ 10.46	
Costos Mano de Obra						S/ 114.26
Materiales						
Agregado grueso de 1/2"	m ³		0.6461	S/ 76.27	S/ 49.28	
Cemento Portland Tipo I	bls		9.2101	S/ 24.58	S/ 226.35	
Residuo de Alambón	kg		20.6016	S/ 21.47	S/ 442.32	
Agregado Fino	m ³		0.6314	S/ 50.85	S/ 32.11	
Agua	m ³		0.1929	S/ 6.00	S/ 1.16	
Costos de Materiales						S/ 751.22
Equipos y herramientas						
Desgaste de Herramientas	%MO		3.000%	S/ 114.26	S/ 3.43	
Mezcladora de 9p2	hm	1	0.40	S/ 12.00	S/ 4.80	
Vibrador de Concreto 4 HP	hm	1	0.40	S/ 10.59	S/ 4.24	
Winche eléctrico de 2 tambores	hm	1	0.40	S/ 16.95	S/ 6.78	
Costos de Equipos y herramientas						S/ 19.25

Como se puede observar en la tabla 56 el concreto convencional tiene un precio de S/ 454.32 por m³ mientras que en la tabla 57 para un concreto con 5% de residuo de alambón se puede observar que el costo es de S/ 884.73 teniendo así una diferencia de S/. 430.41 por m³ entonces el incrementar residuo de alambón en el concreto aumenta costos en el concreto.

Discusión

Análisis granulométrico de los agregados utilizados

Al realizar los ensayos para los agregados tanto de la cantera “Tres Tomas” como es el caso de agregado grueso y “La Victoria” para el agregado fino, se obtuvieron las características necesarias que cumplieron los estándares de acuerdo con las normas, y estos resultados con la investigación [11] coinciden, así como se muestra en la tabla 58, sin embargo, el contenido de humedad varía dado que esto depende con el almacenamiento del material.

Tabla 57 Características de agregado grueso y fino con la investigación [11]

Características	Agregado fino		Agregado Grueso	
	Datos obtenidos	Datos de la investigación [11]	Datos obtenidos	Datos de la investigación [11]
Tamaño máximo nominal (in)	-	-	3/4"	3/4"
Módulo de Fineza	3.17	2.68	-	-
Peso Específico de masa seca (kg/m ³)	2682	2569	2624	2687
Absorción (%)	0.64%	0.76%	1.588%	0.50%
Humedad (%)	2.10%	0.61%	0.94%	0.33%
Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	1501	1507.20	1403	1411.45
Peso unitario compactado seco (kg/m ³)	1644	1680.50	1450	1549.47

Del mismo modo se realizó el peso específico del residuo de alambón para tener en cuenta cuanto es la variación con la del cemento, teniendo, así como resultado 5.0761 g/cm³ asemejándose al resultado en la investigación [9] que obtuvo 5.11 g/cm³.

Diseño de mezcla convencional y con residuo de alambón.

Para el diseño de mezcla, se realizó mediante el método de ACI 211 para un f'_c de 210 kg/cm, utilizando el cemento portland tipo I, y con un asentamiento de 3 –

4”, lo cual se obtuvieron resultados adecuados para un concreto con dichas características, y en cuanto a la adición porcentual en el cemento el residuo de alambón no coincide con el reemplazo de la investigación [9] dado que el reemplazo se realizó en porcentaje de peso para mantener la misma relación agua/cemento, mientras que en dicha investigación se reemplazó en volúmenes teniendo en cuenta el peso específico del residuo de alambón.

Resistencia a compresión del concreto patrón y con residuo de alambón

La resistencia a compresión lograda por los especímenes de concreto con residuo de alambón a los 28 días como se muestra en la gráfica 9, se obtuvo que el 5% y 10% fueron mayor que el concreto patrón, siendo el mismo caso que la investigación [9], sin embargo, para el 15% la resistencia fue menor que el concreto patrón y no se coincide con dicha investigación dado que el autor obtuvo como resultado una resistencia mayor a la de su concreto patrón en un 10%, sin embargo el porcentaje que mayor resistencia tuvo en esa investigación fue el de 10%, y en el caso de esta investigación la mayor resistencia fue con 5% de residuo de alambón.

Y en cuanto a la investigación [11] que incorpora cascote cerámico en reemplazo del cemento utilizando los porcentajes de 5%, 10% y 15% en cuanto a la resistencia a compresión lo cual reafirma lo que menciona que el 5% es el que mejor resistencia a compresión presenta.

Resistencia a flexión del concreto patrón y con residuo de alambón

La resistencia a flexión que se obtienen en esta investigación para el concreto patrón y concreto con residuo de alambón para el 5%, 10% y 15% respectivamente son de 45.19 kg/cm², 46.06 kg/cm² y 40.90 cm²; siendo así que el último porcentaje disminuye el módulo de rotura, y mientras que los dos primeros porcentajes aumentan considerablemente la resistencia a flexión, teniendo en cuenta el concreto patrón donde se obtuvo un módulo de rotura de 44.70 kg/cm².

Comparando dichos resultados con la ASTM C 78 donde indica que el M_r debe ser entre el 15 a 25% del f'_c entonces se puede decir que los valores obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del rango mencionado, sin embargo, el 15% de residuo de alambón no mejora la resistencia en cuanto a la muestra patrón.

	Módulo de Rotura	ASTM C 78
Patrón	44.70 kg/cm ²	
5% de Residuo de Alambón	45.19 kg/cm ²	
10% de residuo de alambón	46.06 kg/cm ²	15 a 25% de f'_c 31.5 – 52.5 kg/cm ²
15% de residuo de alambón	40.90 kg/cm ²	

Módulo de elasticidad del concreto patrón y con residuo de alambón

Los resultados del módulo de elasticidad reflejaron que para el concreto patrón es igual a 214967.06 kg/cm², por otro lado, el concreto que contiene residuo de alambón con 5, 10 y 15% son de 218813.60 kg/cm², 208888.73 kg/cm² y 154626.87 kg/cm² respectivamente, por ende, teniendo en cuenta la fórmula teórica del [22] reglamento nacional de edificaciones:

Tabla 58 Comparación del módulo de elasticidad

Muestra	E obtenido (kg/cm ²)	E Teórico $15000 \cdot \sqrt{f'_c}$ (kg/cm ²)	Variación (kg/cm ²)
Patrón	214967.06	217370.6512	2403.59
5%	218813.60	217370.6512	1442.95
10%	208888.73	217370.6512	8481.92
15%	154626.87	217370.6512	62743.78

Como se puede observar en la tabla 58 los resultados del patrón y el 5% de residuo de alambón son los que más se asemejan a la fórmula teórica del módulo de elasticidad, mientras que el 15% es el que más se aleja además que este porcentaje no llegó a la resistencia teórica.

Penetración de ion Cloruro

Los resultados obtenidos con el ensayo de penetración de ion cloruro fueron bastantes favorables dado que tanto para el concreto patrón y todos los porcentajes se obtuvo una penetrabilidad muy baja coincidiendo con los parámetros que menciona la ASTM C – 1202 [23], sin embargo la carga que tiene el concreto patrón es menor a las demás por lo que se puede decir que el concreto con mayor porcentaje de residuo de alambón tiene mayor carga y por ende la penetrabilidad es mayor pero aun así sigue estando dentro del rango de penetrabilidad muy baja.

Cambio de longitud expuestos a soluciones sulfatadas

La variación de longitud de las barras de mortero sumergidas con solución de sulfato de sodio para el mortero patrón se obtuvo resultados que la variación promedio semanal es de 0.036% y teniendo en cuenta que la NTP 334.094 menciona que el máximo rango permisible es de 1.2% para 6 especímenes restantes entonces se hace una comparación con los demás morteros con residuo de alambón donde para el 5% de adición la variación promedio es de 0.026% por lo cual con la adición al 5% se mejora la exposición a sulfatos, sin embargo la variación longitudinal para 10% y 15% fue de 0.072% y asimismo la norma indica que para cementos adicionados el máximo rango permisible es de 4.1%, por lo tanto, todos los morteros funcionan bien a la exposición de sulfatos sin embargo el que mejor comportamiento tiene es el de 5%.

Porcentaje óptimo de residuo de alambón

En cuanto al porcentaje óptimo después de haber evaluado las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto, se puede decir que la mejor resistencia a compresión es la del 5% de residuo de alambón, sin embargo el 10% también presenta una mejora, del mismo modo sucede con la resistencia a flexión y el módulo de elasticidad; por otro lado con las propiedades de durabilidad se puede concluir que el mejor porcentaje es el de 5% debido a que la penetrabilidad del concreto y la expansión por sulfatos es más baja que la del 10%, lo cual esto coincide con la investigación [9] que de acuerdo con sus ensayos evaluados menciona que su porcentaje óptimo es 10% lo cual en esta investigación también se refleja pero sin descartar las propiedades de durabilidad lo cual eso nos lleva a decir que el porcentaje óptimo es de 5%.

Análisis de rentabilidad económica.

De acuerdo con el análisis de rentabilidad económica con el 5% de residuo de alambón realizando el análisis de costos unitarios para una partida de un elemento estructural el costo unitario es de S/ 884.73 y el de un concreto convencional es de S/ 454.32 lo cual esto difiere con la investigación [9] dado que en su análisis económico tiene que el reemplazar el residuo de alambón le ahorra S/ 22 en cuanto a un concreto normalizado, y el discrepar con esta investigación se debe a que el proceso para el reemplazo de residuo de alambón en el cemento fue de moler y tamizar para reducir el tamaño de sus partículas lo que generó un mayor costo de precio unitario del residuo de alambón, mientras que en la investigación se utilizó tal cual proviene de las fábricas.

Conclusiones

- Los agregados utilizados en la investigación como el residuo de alambón tienen unas propiedades físicas como una densidad de 5076 kg/m³, un tamaño de sus partículas de 0.150 mm y el color es gris oscuro en tonos negros. Por otro lado, el agregado grueso y fino presenta características adecuadas con las normas establecidas siendo así lo que se muestra en la tabla 25.
- El diseño de mezcla para el concreto patrón con una resistencia teórica de 210 kg/cm² se obtuvo una dosificación de 1: 2.5 : 2.3 / 22.8 lts/bls; en cuanto al diseño de mezcla con residuo de alambón se mantuvo la misma relación agua/cemento que fue de 0.558, siendo así que la cantidad de bolsas por metro cúbico para el 5% se tiene 8.2 bls/m³, para el 10% fue de 7.77 bls/m³ y por último para el 15 % fue de 7.34 bls/m³.

- Al evaluar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido se tiene:

La resistencia a compresión del concreto para la muestra de control se obtuvo el valor de 228.76 kg/cm², mientras que el 5% de residuo de alambón superó la resistencia con 305.08 kg/cm², el 10% de esta adición con 248.31 kg/cm² y el 15% de residuo de alambón no mejoró la resistencia ya que fue de 162.26 kg/cm².

En cuanto a la resistencia a flexión se tiene que el módulo de rotura para la muestra patrón fue de 44.70 kg/cm², mientras que para el 5% y 10% siendo así 45.19 y 46.06 kg/cm² respectivamente, y para el 15% no mejoró el módulo de rotura porque fue de 40.90 kg/cm².

El módulo de elasticidad del concreto patrón fue de 214967.06 kg/cm² acercándose al módulo de elasticidad teórico del concreto convencional, sin embargo, para las adiciones de 5%, 10% y 15% se tiene 218813.60 kg/cm², 208888.73 kg/cm² y 154626.87 kg/cm² respectivamente donde el de 5% es el que más se acerca mientras que el 15% se aleja del módulo de elasticidad de la muestra de control.

Entonces de acuerdo con la resistencia a las propiedades mecánicas evaluadas se puede concluir que el concreto que incluye residuo de alambrón como sustituto parcial si logra mejorar dichas propiedades mecánicas teniendo como límite de porcentaje el 10%.

- Al evaluar las propiedades de durabilidad del concreto en estado endurecido:

La resistencia a la penetración por ion cloruro para la muestra control presenta una penetrabilidad muy baja, y del mismo modo para todas las muestras con residuo de alambrón.

La expansión por ataque de sulfatos en morteros se obtuvo que para la muestra patrón el cambio de longitud promedio entre semanas fue de 0.04%, mientras que para el 5% de residuo de alambrón fue de 0.03%, y para el 10 y 15% de residuo de alambrón fue de 0.07%.

Entonces de acuerdo con la resistencia a las propiedades de durabilidad evaluadas se puede concluir que el concreto que incluye al residuo de alambrón como sustituto parcial si logra mejorar dichas propiedades de durabilidad teniendo como límite de porcentaje el 5% dado que cuando ya se incorpora el 10 y 15% de residuo de alambrón no mejora las características evaluadas.

- Después de haber evaluado al concreto en distintas propiedades tanto mecánicas como de durabilidad, se estableció como porcentaje óptimo al de 5% dado que es el que mejor características presenta como reemplazo parcial del cemento.
- Al realizar el análisis de rentabilidad económica entre una partida de concreto convencional y otra con residuo de alambrón no es rentable dado que el proceso para utilizar la adición como sustitución en el cemento conlleva la molienda y tamizado del material siendo así que el kg de residuo de alambrón llegaría a costar S/ 21.47 lo cual genera sobre costo de casi el doble de lo que cuesta elaborar el concreto convencional.

Recomendaciones

- Al momento de realizar el tamizado del residuo de alambón se recomienda utilizar los equipos de protección personal debido a que este es un metal pesado el cual puede llegar a ser perjudicial para la salud.
- Se recomienda realizar un adecuado estudio de cantera y del mismo modo elaborar un buen diseño de mezcla, dado que este tendrá efecto en los resultados los cuales no tendrían mucha validez.
- Investigar al residuo de alambón como reemplazo de agregado fino ya que así se podría utilizar tal cual proviene de las fábricas dado al tamaño de sus partículas.
- Para disminuir el costo unitario del concreto por m³ se recomienda buscar otras alternativas que permitan que el residuo de alambón reduzca su tamaño de partículas asemejándose así al del cemento.
- Se recomienda investigar más acerca del residuo de alambón como uso en el concreto.

Referencias

- [1] L. G. Nova Rangel, W. J. J. Quiroz Ceballos, J. Cárdenas Pulido y A. Vargas Aguilar, «EFECTO DE LAS ADICIONES MINERALES CENIZA VOLANTE Y ESCORIA DE ALTO HORNO SOBRE EL DESEMPEÑO MECÁNICO DE CONCRETOS HIDRÁULICOS BINARIOS Y TERNARIOS,» *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI*, p. 10, 2021.
- [2] L. M. SERRATO ARIAS, «UTILIZACIÓN DE ESCORIA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO EN MORTEROS A BASE CEMENTO PORTLAND,» Nuevo León, 2016.
- [3] A. E. Corcuera Sigüenza y J. R. Vela Fernandez, «IMPACTO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO A PARTIR DE LA SUSTITUCIÓN DE LA PIEDRA POR ECOGRAVILLA DE ESCORIA DE ACERO, TRUJILLO – 2018.,» 2018.
- [4] ASOCEM, «Asociación de Productores de Cemento,» Agosto 2021. [En línea]. Available: <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte-estadistico-mensual-agosto-2021>. [Último acceso: 16 Septiembre 2021].
- [5] INEI, «Instituto Nacional de Estadística e Informática,» Agosto 2021. [En línea]. Available: https://www.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/10-informe-tecnico-produccion-nacional-ago-2021.pdf. [Último acceso: 20 Septiembre 2021].
- [6] L. República, «La república,» 28 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://larepublica.pe/sociedad/1230294-comas-retiran-cilindros-que-fueron-arrojados-con-material-toxico-al-rio-chillon/>. [Último acceso: 18 Septiembre 2021].
- [7] L. C. SUÁREZ HINCAPIÉ, «EVALUACIÓN DE ESCORIAS SIDERÚRGICAS DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO EN MEZCLAS DE CONCRETO ESTRUCTURAL,» Bogotá, 2018.
- [8] L. M. ROJAS HENAO y S. SIERRA RESTREPO, «Evaluación del uso de cascarilla de laminación como agregado fino en la elaboración de concreto convencional,» Medellín, 2016.
- [9] R. . A. Gutierrez Quintanilla, «“Efectos al incorporar desechos de alambón en la mezcla para concreto $f'c=280$ Kg/cm², Lima – 2018”,» Lima, 2018.
- [10] . J. Carlos Villanueva y J. E. Maza Cortez, «“Propiedades físico-mecánicas de ladrillos de concreto sustituyendo el agregado fino por 15%, 25% y 30% de escoria del horno eléctrico de SIDERPERU, Chimbote, 2019”,» Chimbote, 2019.
- [11] E. O. Benavides Altamirano, «Elaboración de concreto económico utilizando cascote cerámico como reemplazo parcial del cemento,» Chiclayo, 2021.

- [12] METINVEST, «METINVEST,» [En línea]. Available: www.metinvestholding.com.
- [13] E. Rivva López, *Naturalez y Materiales del Concreto*, Primera ed., A. Gómez, K. Ramos y R. Herrera, Edits., Lima: Capítulo Peruano ACI, 2000, p. 402.
- [14] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, Sexta ed., México: Mc Graw Hill, 2014, p. 634.
- [15] Real Academia Española, «Diccionario de la lengua española,» 2001. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es>.
- [16] ASOCRETO, *Tecnología del concreto*, Bogotá, 2010.
- [17] SUNEDU, *Ley Universitaria N° 30220*, 2020.
- [18] Colegio de Ingenieros del Perú, *Código deontológico del colegio de ingenieros del Perú*, 2011.
- [19] Código de Ética USAT, *Código de Ética de Investigación Científica*, Chiclayo, 2017.
- [20] RNE, Norma E. 060 Concreto Armado, 2018.
- [21] ASTM, ASTM C -78, 2000.
- [22] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «E - 060,» Lima, 2009.
- [23] ASTM, «ASTM C - 1202,» Estados Unidos, 1997.
- [24] M. Borja Suarez, *Metodología de la Investigación Científica*, Primera ed., Chiclayo, 2016.

Anexos

Anexo 1 Rollos de Alambρόn



Anexo 2 Ficha Técnica del Rollo de Alambρόn

 本溪北营钢铁(集团)股份有限公司 Benxi Beivng Iron & Steel (Group) Co., Ltd		化学成份 Chemical Composition			
产品标准 Standard	BYL 151-2018		C	Si	Mn
品名 Commodity	盘圆 Wire rod	牌号 Grade	0.05	0.14	0.19
规格 Size	Φ5.500 (mm)	SAE1006Cr	P	S	Cr
重量 Weight	2039 (Kg)	班别 Shift	0.025	0.034	0.327
批号 Batch-No	U2B006501	盘号 Coil-NO			
	2021-01-20	生产日期 Date			
		时效期 Ageing Time			
		生产许可证号 LICENCE-NO			
辽宁省本溪市 BENXI, LIAONING PROVINCE, P. R. C			中国制造 MADE IN CHINA		

Anexo 3 Decapado Mecánico del Alambrón



Anexo 4 Residuo de Alambrón





Solicitante : Vega Acuña Tíffany Belén

Proyecto / Obra : **Tesis "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021"**

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 19 de abril de 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

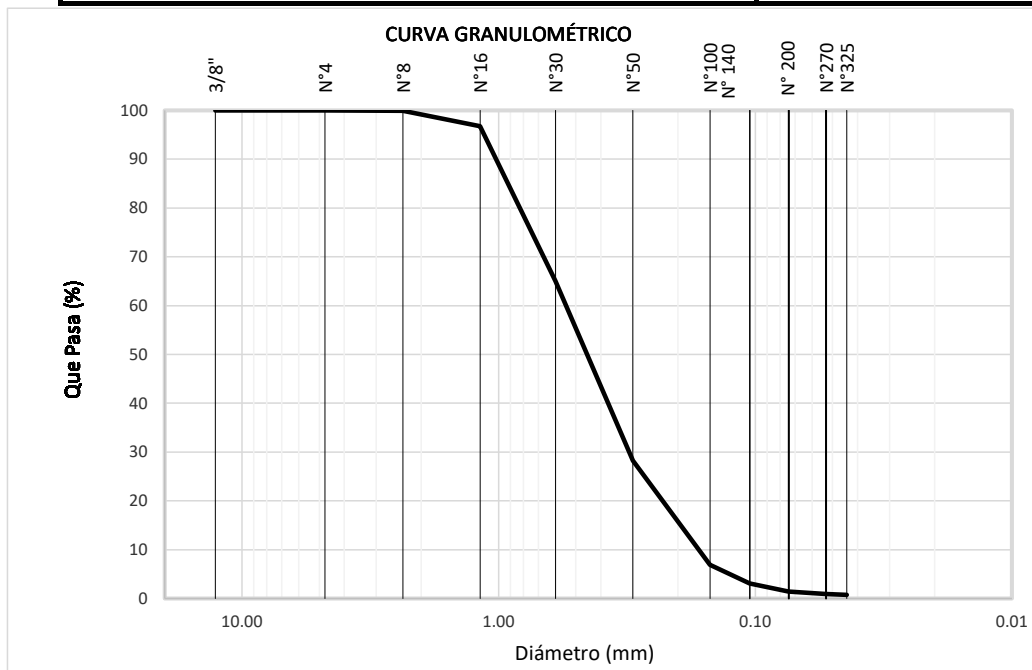
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra Residuo de Alambón

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	100.00
Nº 8	2.360	0.11	0.11	99.89
Nº 16	1.180	3.13	3.24	96.77
Nº 30	0.600	31.71	34.95	65.05
Nº 50	0.300	36.84	71.79	28.22
Nº 100	0.150	21.34	93.12	6.88
Nº 140 (*)	0.105	3.78	96.90	3.10
Nº 200 (*)	0.074	1.67	98.57	1.43
Nº 270 (*)	0.053	0.48	99.05	0.95
Nº 325 (*)	0.044	0.21	99.26	0.74

(*) Tamices auxiliares.

MÓDULO DE FINEZA	2.03
-------------------------	-------------



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : Tíffany Belén Vega Acuña
Proyecto : **Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021**
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de emisión : 19 de abril
ENSAYO :
CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland
NORMA : NTP 334.005

Muestra **Residuo de Alambón**

Masa de Residuo de Alambón	(gr)	100
Vol.inicial kerosene	(ml)	0
Vol.final desplazado kerosene	(ml)	19.7
Densidad residuo de alambón	(g/ml)	5.0761

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904


Diseño de Mezcla de Concreto F´C= 210 Kg/Cm2” Cemento Portland Tipo I Pacasmayo


PROYECTO:

**“Evaluación de la resistencia del
concreto para elementos
estructurales incorporando residuos
de alambón en reemplazo porcentual
del cemento, Chiclayo 2021”.**

ABRIL 2022

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

**INFORME TÉCNICO
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe detalla las características principales de diseños de mezcla de concreto, de resistencia $f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Cemento Portland Tipo I Pacasmayo, también se presentan los resultados de los ensayos de calidad del agregado grueso de la cantera Tres Tomas y el agregado fino de la cantera La Victoria para el proyecto: **"Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021"**.

METODOLOGÍA

Para los diseños de mezcla de concreto se ha seguido la metodología del ACI, el cual se tiene verdadera confianza en los valores de los diseños resultantes.

En los cuadros N° 1 y N° 2 se muestran los requisitos mínimos de aceptación para agregados finos y gruesos respectivamente para uso en concreto. Cuadro N°01: Requisitos mínimos de aceptación para agregados finos

1.0 CONTENIDO DE SUSTANCIA PERJUDICIALES	
CARACTERÍSTICAS	MASA TOTAL DE LA MUESTRA
Terrones de arcillas y partículas deleznable	3% (máx.)
Material que pasa el tamiz de 75 μm (N°200)	3% (máx.)
Cantidad de partículas livianas	0.5% (máx.)
Contenido de sulfatos, expresado como ión SO_4	1.2% (máx.)
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl	0.10% (máx.)
Carbón y lignito	0.5% (máx.)
Materia orgánica	-
Azul de metileno	5%(máx.)
Reactividad álcali sílice	$\text{SiO}_2 > r$ cuando $R > 70$; $\text{SiO}_2 > 35 + 0.5 R$ cuando $R < 70$
2.0 EQUIVALENTE DE ARENA	
Equivalente de arena	75% min.
3.0 GRANULOMETRIA	

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Bungey Fernández
 ING. CIVIL
 D.C. 144774

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8")	100
4.75mm (N°4)	95 - 100
2.36mm (N°8)	80 - 100
1.18mm (N°16)	50 - 85
600um (N°30)	25 - 60
300um (N°50)	10 - 30
150um (N°100)	0 - 10
Módulo de finura	2.2 - 3.2
4.0 DURABILIDAD	
Durabilidad	10% (máx.)

Cuadro N°02: Requisitos mínimos de aceptación para agregados grueso

1.0 CONTENIDO DE SUSTANCIA PERJUDICIALES					
CARACTERÍSTICAS			MASA TOTAL DE LA MUESTRA		
Terrones de arcillas y partículas deleznales			0.25% (máx.)		
Cantidad de partículas livianas			1% (máx.)		
Contenido de sulfatos, expresado como ión SO ₄			0.06% (máx.)		
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl			0.10% (máx.)		
Carbón y lignito			0.5% (máx.)		
2.0 GRANULOMETRIA					
Tamiz	HUSO 7	HUSO 67	HUSO 57	HUSO 467	HUSO 357
2 1/2"	-	100	-	-	100
2"	-	100	-	100	95 - 100
1 1/2"	-	100	100	95 - 100	-
1"	-	100	95 - 100	-	35 - 70
3/4"	100	90 - 100	-	35 - 70	-
1/2"	90 - 100	100	25 - 60	-	10 - 30
3/8"	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-
N°4	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5
N°8	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-
3.0 ABRASION					
El desgaste del agregado grueso					40 máx.
4.0 DURABILIDAD					
Perdidas al ser sometidos a la prueba de solidez en sulfatos de magnesio serán:					18 máx.

2. RESULTADOS DE LOS DISEÑO DE CONCRETO REALIZADOS

En los cuadros siguientes se presenta los datos usados para el diseño de concreto:

Cuadro N°03: Características físicas mecánicas de los agregados grueso y fino

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADO
A. AGREGADO FINO		
Material que pasa el tamiz de 75um (N° 200)	%	1.2
Equivalente de arena del solicitante	%	67
Contenido de sales	%	0.04
Contenido de sulfatos	%	0.007
B. AGREGADO GRUESO		
Las especificaciones para el tipo	HUSO 67	
Ensayo de Abrasión (Maquina de los Ángeles)	%	22.6
Contenido de sales	%	0.02
Contenido de sulfatos	%	0.0065

Cuadro N°4: f'c=210 Kg/cm2

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Tamaño Máximo Nominal	pulgada	3/4"
Slump	pulgada	3"- 4"
Aire Atrapado	%	2.00
Módulo de Fineza		3.17
Relación a/c		0.56
PROPORCION EN VOLUMEN		
Cemento	Saco de cemento	1
Agregado fino	Saco de cemento	2.5
Agregado grueso	Saco de cemento	2.5
Agua		22.8 lt/saco
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS PROPORCION EN PESO		
Cemento	kg/m ³	367
Agregado fino	kg/m ³	920
Agregado grueso	kg/m ³	853
Agua	kg/m ³	197

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP/169278



3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las muestras fueron traídas a nuestro laboratorio por el solicitante, por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.
- Tener en cuenta para la dosificación del agua que este diseño se realizó para los agregados que tenían la siguiente humedad (según muestras enviadas):
 - ✓ Arena : 2.10%
 - ✓ Piedra : 0.94%
- Si los agregados en obra tienen humedad diferente a las del diseño se deberá corregir la dosificación del agua a fin de no variar la relación a/c (agua/cemento)
- Las mezclas de concreto consistirán en una mezcla de agregado grueso, agregado fino, agua, cemento en la proporción del diseño.
- El resultado del equivalente de arena de laboratorio es 67% que cumple para concretos mayores a 210 kg/cm², donde la norma pide como mínimo 65%.
- La limpieza del material obtenida gracias al ensayo del equivalente de arena, el cual limita la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados los cuales son perjudiciales para el concreto, por lo que se recomienda mantener limpio el material.
- Se recomienda mantener la gradación del material grueso (PIEDRA) y fino (ARENA) en la planta chancadora, según los husos granulométricos y así obtener una mejor producción para la mezcla de concreto.
- Nuestra empresa de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C., no se responsabiliza si el solicitante no cumple con el diseño de mezclas, la uniformidad de los agregados, los husos granulométricos y la limpieza de los agregados en especial de agregado fino.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP 163278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SAC

- Se define la trabajabilidad como aquella propiedad del concreto recién mezclado que determina la facilidad y homogeneidad con lo cual este material se puede mezclar, colocar, compactar y acabar compuestos de materiales similares en sus proporciones del diseño.
- El control de la calidad de los agregados será responsabilidad del contratista, estos deberán ser verificados que tengan las mismas características.
- Se recomienda un personal técnico de control de calidad permanente en obra para verificación del vaciado de concreto y curado.



SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

f_c : f_c=210 Kg/cm²

TEC. LAB. : H.D.R.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo I Pacasmayo

METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211		
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS	ASENTAMIENTO (SLUMP) :	3"- 4"
	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC):	3.15

	CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADOS	
		FINO (F)	GRUESO (G)
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA)	2.624	2.682
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO	1501.00	1403.0
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO		1450.0
4	PORCENTAJE DE ABSORCION	0.64	1.6
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	2.10	0.94
6	MODULO DE FINEZA	3.17	
7	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N°04	3/4

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA			FORMULAS	VALORES
A	ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP)	Pulg.	A	
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	Lt/m ³ .	B	205.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	%	C	2.00
D	RELACION AGUA - CEMENTO		D	0.56
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3	m ³ .	E	0.58
H	PESO DEL CEMENTO	Kg/m ³	H	B/D
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO	Kg/m ³	I	2G*E
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	m ³ .	J	H/(PC*1000)
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	m ³ .	K	B/1000
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	m ³ .	L	C/100
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	m ³ .	M	I/(1G*1000)
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	m ³ .	N	1-(J+K+L+M)
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO	Kg.	O	N*(1F*1000)
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO	Kg.	P	O*(1+(4F/100))
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO	Kg.	Q	I*(1+(4G/100))
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO	%	R	4F-3F
S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO	%	S	4G-3G
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO	Lt.	T	O*(R/100)
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO	Lt.	U	I*(S/100)
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS	Lt.	V	T+U
W	AGUA EFECTIVA	Lt.	W	B-V

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)				
CEMENTO :	367 Kg.	AGUA :	205 Lt.	AGREG. FINO :
				901 Kg.
				AGREG. GRUESO :
				845 Kg.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS				
CEMENTO :	367 Kg.	AGUA :	197 Lt.	AGREG. FINO :
				920 Kg.
				AGREG. GRUESO :
				853 Kg.

COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO					
	PROPORCIÓN EN PESO			PROPORCIÓN EN VOLUMEN		
	SECO	CORREGIDA	POR HUMED.	SECO	CORREGIDA	POR HUMED.
CEMENTO	1	1	1	1	1	1
AGREGADO FINO	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.5
AGREGADO GRUESO	2.3	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5
AGUA (En litros/bol.)	23.7	22.8	22.8	23.7	22.8	22.8
El Nuevo Rendimiento Teórico es:	8.6					
Agregado grueso: T. Max. Nominal (")	3/4					
Agregado Fino: T. Max. Nominal	N°04					

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. O.P. 108278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

CLIENTE : Tiffany Belén Vega Acuña

PROYECTO : "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambcón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021"

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

TIPO DE PRODUCTO : Agregados

FECHA : 25/04/2022


FECHA DE EMISION : 28/04/2022

ING. ESPECIALISTA : Secundino Burga Fernandez

TECNICO LABORATORIO : Humberto Díaz Rojas

NOTA :

- * El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- * Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- * Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.
- * Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

 **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

 **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**


Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIR. 169278




SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

CODIGO INTERNO : S/C

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022


RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

Descripcion	1		
Peso de tara	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1070		
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1060		
Peso del agua contenida (gr)	10		
Peso de la muestra seca (gr)	1060		
Contenido de Humedad (%)	0.94		

Observaciones del ensayo

- * Muestra disturbada
- * Pesado constante : 2 horas
- * Horno controlado a : 110 +5°C
- * Exclusión de algún material : No
- * Más de un tipo de material : No

 **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP: 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.037

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

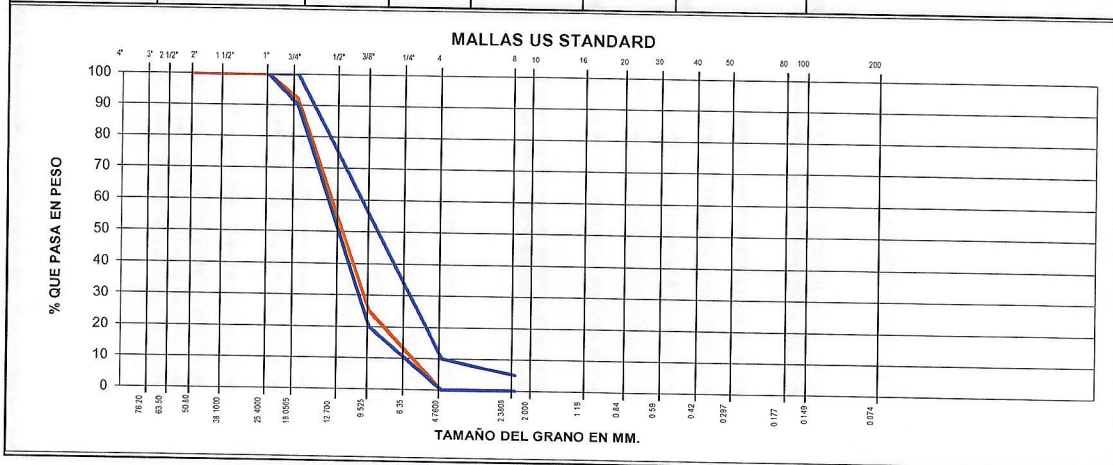
CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Huso 67	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050	748.9	7.9	7.9	100.0	100 - 100	Tamaño Maximo 1"
1/2"	12.700	3241.0			92.1	90 - 100	Tamaño Maximo Nominal 3/4"
3/8"	9.525	3107.9	32.8	74.9	25.1	20 - 55	Peso Inicial Total: 9475.8 gr
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760	2378.0	25.1	100.0	0.0	0 - 10	
Nº 8	2.380					0 - 5	
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
PAN							
TOTAL		9475.8					
% PERDIDA							



Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Borge Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP 154278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.021 **FECHA DE ENSAYO** : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C **TEC. LAB.** : H.D.R.

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1147.80	1148.90		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	726.66	727.16		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	421.14	421.74		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1129.80	1131.00		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	403.1	403.8		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.683	2.682		2.682
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.725	2.724		2.725
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.803	2.801		2.802
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.593	1.583		1.59%

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. O.P. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESOS UNITARIOS - SECO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.017

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

Peso unitario suelto						
		Identificación			Promedio	
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	18739	18720	18700		
Peso del recipiente	(gr)	6258	6258	6258		
Peso de la muestra	(gr)	12481	12462	12442		
Volumen	(cm ³)	8880	8880	8880		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm ³)	1.406	1.403	1.401		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1406	1403	1401	1403	

Peso unitario compactado						
		Identificación			Promedio	
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19142	19120	19145		
Peso del recipiente	(gr)	6258	6258	6258		
Peso de la muestra	(gr)	12884	12862	12887		
Volumen	(cm ³)	8880	8880	8880		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm ³)	1.451	1.448	1.451		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1451	1448	1451	1450	

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 769278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.019 **FECHA DE ENSAYO** : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C **TEC. LAB.** : H.D.R.

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO					
Tamiz		A	B	C	D
Pasa	Retiene				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
Peso total			5000		
Peso retenido tamiz N°12			3870		
Pérdida después del ensayo			1130		
N° de esferas			11		
Peso de las esferas			4532		
Tiempo de rotación (m)			15		
Porcentaje de desgaste (%)			22.6		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.152

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO					
Muestra	Identificación				Promedio
	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	103.14	117.41			
Peso Tarro + agua + sal	145.40	123.00			
Peso Tarro Seco + sal	103.15	117.42			
Peso de Sal	0.01	0.01			
Peso de Agua	42.26	50.00			
Porcentaje de Sal	0.02	0.02			0.02

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. OIR 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.042

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : Tres Tomas

MATERIAL : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	98	0.0098	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2)	65	0.0065	Insignificante

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO *

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.037

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

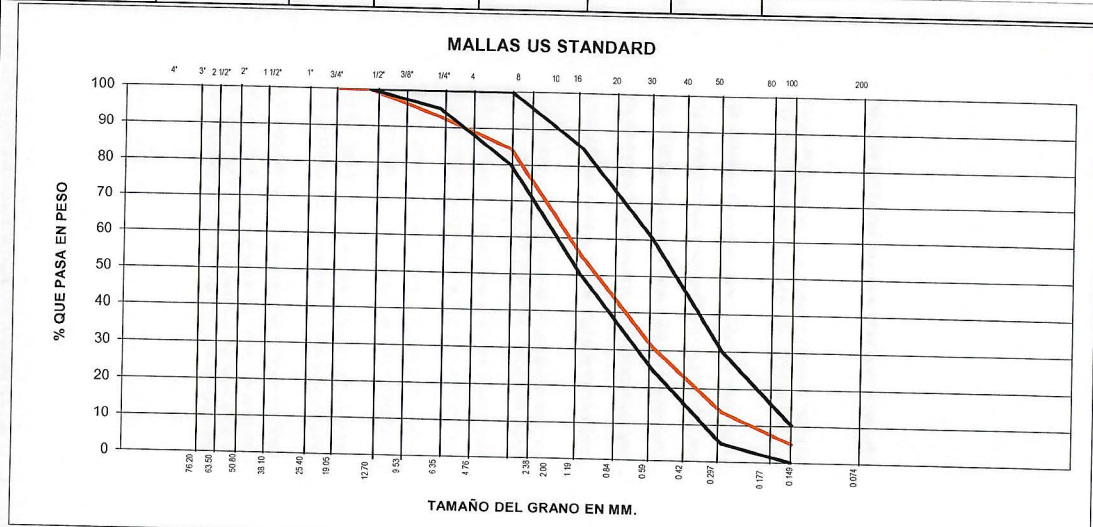
CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						Peso Inicial Total: 500.0 gr
3/8"	9.525						
1/4"	6.350				100.0		
Nº 4	4.760	35.8	7.2	7.2	92.8	100	
Nº 8	2.380	42.0	8.4	15.6	84.4	95 - 100	Modulo de fineza : 3.17
Nº 10	2.000					80 - 100	
Nº 16	1.190	145.0	29.0	44.6	55.4	50 - 85	
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590	121.4	24.3	68.8	31.2	25 - 60	
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297	87.0	17.4	86.2	13.8	5 - 30	
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149	43.3	8.7	94.9	5.1	0 - 10	
Nº 200	0.074	19.5	3.9	98.8	1.2		
PAN		6.0	1.2	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIE. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

Descripcion	1		
Peso de tara	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	340		
Peso de la tara + muestra seca (gr)	333		
Peso del agua contenida (gr)	7		
Peso de la muestra seca (gr)	333		
Contenido de Humedad (%)	2.10		

Observaciones del ensayo

- * Muestra disturbada
- * Pesado constante : 2 horas
- * Horno controlado a : 110 +5°C
- * Exclusión de algún material : No
- * Más de un tipo de material : No

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. C.I.P. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO

: GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA

: MTC E 205, NTP 400.022

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO

: Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO

: S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA

: La Victoria

MATERIAL

: Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	300.00	298.80	
B	Peso Frasco + agua	694.90	694.96	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	994.90	993.76	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	881.00	880.90	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	113.90	112.86	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	298.10	296.90	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	112.00	110.96	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.617	2.631	2.624
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.634	2.648	2.641
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.662	2.676	2.669
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.637	0.640	0.64%

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESOS UNITARIOS - SECO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.017

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

Peso unitario suelto						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19510	19659	19598		
Peso del recipiente	(gr)	6258	6258	6258		
Peso de la muestra	(gr)	13252	13401	13340		
Volumen	(cm ³)	8880	8880	8880		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm ³)	1.492	1.509	1.502		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(kg/m ³)	1492	1509	1502		1501

Peso unitario compactado						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20750	20930	20880		
Peso del recipiente	(gr)	6258	6258	6258		
Peso de la muestra	(gr)	14492	14672	14622		
Volumen	(cm ³)	8880	8880	8880		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm ³)	1.632	1.652	1.647		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(kg/m ³)	1632	1652	1647		1644

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.


Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278




SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : EQUIVALENTE DE ARENA

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 114, NTP 339.146

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO

Muestra	01	02	03		
Hora de entrada	09:15	09:17	09:19		
Hora de salida	09:25	09:27	09:29		
Hora de entrada	09:27	09:29	09:31		
Hora de salida	09:47	09:49	09:51		
Altura de nivel Material fino (A)	7.2	7.1	7.2		
Altura de nivel Arena (B)	4.7	4.8	4.9		
Equivalente de arena (B x 100/A)	65.3%	67.6%	67.8%		
Promedio		67%			

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.152

FECHA DE ENSAYO : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO

Muestra	Identificación				Promedio
	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	54.52	65.17			
Peso Tarro + agua + sal	97.08	115.17			
Peso Tarro Seco + sal	54.54	65.19			
Peso de Sal	0.02	0.02			
Peso de Agua	42.56	50.00			
Porcentaje de Sal	0.05	0.04			0.04

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.


Secundino Buzga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278




SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : **CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.042 **FECHA DE ENSAYO** : 26/04/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.


CODIGO INTERNO : S/C **TEC. LAB.** : H.D.R.

CANTERA : La Victoria

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	105	0.0105	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2)	70	0.007	Insignificante

Observaciones:

 **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

REFERENCIA NORMATIVA NTP 339.034 - 2021

PROYECTO "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE Tiffany Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO Concreto

RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D.R.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA				FECHA		EDAD (días)(*)	f_c (kg/cm ²)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Longitud/diámetro	Área (mm ²)	Carga Maxima KN	Resistencia a la compresión			TIPO DE FRACTURA (NTP 339.034 - FIGURA 2)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	MOLDEO	ROTURA								Mpa	Kg/cm ²	%	
1	C-1	Patrón	Slump 1: 3.75" Slump 2: 3.25"	PU = 2310.69 kg/m ³	TA = 25.2°C TC = 26.1°C Hora: 10:29 a.m.	28/04/2022	6/05/2022	7	210	300	153.50	2	18505.75	314.30	16.98	173.19	82.47%	Tipo 5
2	C-2					28/04/2022	6/05/2022	7	210	300	153.30	2	18457.56	312.20	16.91	172.48	82.13%	Tipo 5
3	C-3					28/04/2022	6/05/2022	7	210	300	153.20	2	18433.48	369.50	20.05	204.40	97.33%	Tipo 5
4	C-4					28/04/2022	13/05/2022	14	210	300	152.20	2	18193.62	348.30	19.14	195.22	92.96%	Tipo 2
5	C-5					28/04/2022	13/05/2022	14	210	300	152.00	2	18145.84	352.40	19.42	198.03	94.30%	Tipo 5
6	C-6					28/04/2022	13/05/2022	14	210	300	152.40	2	18241.47	361.10	19.80	201.86	96.12%	Tipo 2
7	C-7					28/04/2022	20/05/2022	21	210	300	150.10	2	17695.03	397.00	22.44	228.78	108.94%	Tipo 5
8	C-8					28/04/2022	20/05/2022	21	210	300	150.50	2	17789.46	381.70	21.46	218.80	104.19%	Tipo 5
9	C-9					28/04/2022	20/05/2022	21	210	300	150.30	2	17742.22	362.70	20.44	208.46	99.27%	Tipo 5
10	C-10					28/04/2022	27/05/2022	28	210	300	150.20	2	17718.61	405.90	22.91	233.60	111.24%	Tipo 5
11	C-11					28/04/2022	27/05/2022	28	210	300	149.80	2	17624.37	425.90	24.17	246.42	117.34%	Tipo 5
12	C-12					28/04/2022	27/05/2022	28	210	300	150.30	2	17742.22	389.60	21.96	223.92	106.63%	Tipo 6

(*) Se informará en horas cuando la edad sea inferior a tres días.

- . Estado de la muestra: Optimo.
- . Densidad: No requerida.
- . El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- . Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP 182278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

REFERENCIA NORMATIVA NTP 339.034 - 2021

PROYECTO "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE Tiffany Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO Concreto

RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D.R.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA				FECHA		EDAD (días)(*)	f_c (kg/cm ²)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Longitud/diámetro	Área (mm ²)	Carga Maxima KN	Resistencia a la compresión			TIPO DE FRACTURA (NTP 339.034 - FIGURA 2)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	MOLDEO	ROTURA								Mpa	Kg/cm ²	%	
1	C-1	Con 5% de residuo de alambón	Slump 1: 4.5" Slump 2: 4"	PU = 2310.69 kg/m ³	TA = 23.2°C TC = 27.1°C Hora: 02:50 p.m.	28/04/2022	6/05/2022	7	210	0	151.50	0	18026.65	378.20	20.98	213.94	101.88%	Tipo 2
2	C-2					28/04/2022	6/05/2022	7	210	0	151.40	0	18002.87	400.20	22.23	226.68	107.94%	Tipo 5
3	C-3					28/04/2022	6/05/2022	7	210	0	151.10	0	17931.59	404.20	22.54	229.86	109.46%	Tipo 5
4	C-4					28/04/2022	13/05/2022	14	210	0	152.50	0	18265.42	529.60	28.99	295.66	140.79%	Tipo 2
5	C-5					28/04/2022	13/05/2022	14	210	0	152.80	0	18337.35	498.60	27.19	277.27	132.03%	Tipo 2
6	C-6					28/04/2022	13/05/2022	14	210	0	152.30	0	18217.54	474.90	26.07	265.82	126.58%	Tipo 5
7	C-7					28/04/2022	20/05/2022	21	210	0	152.20	0	18193.62	461.50	25.37	258.66	123.17%	Tipo 5
8	C-8					28/04/2022	20/05/2022	21	210	0	152.30	0	18217.54	496.10	27.23	277.69	132.23%	Tipo 3
9	C-9					28/04/2022	20/05/2022	21	210	0	152.50	0	18265.42	504.10	27.60	281.43	134.01%	Tipo 2
10	C-10					28/04/2022	27/05/2022	28	210	0	150.20	0	17718.61	498.70	28.15	287.01	136.67%	Tipo 2
11	C-11					28/04/2022	27/05/2022	28	210	0	150.60	0	17813.11	529.10	29.70	302.89	144.23%	Tipo 2
12	C-12					28/04/2022	27/05/2022	28	210	0	150.10	0	17695.03	533.20	30.13	307.27	146.32%	Tipo 3

(*) Se informará en horas cuando la edad sea inferior a tres días.

. Estado de la muestra: Óptimo.

. Densidad: No requerida.

. El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

. Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.

. Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

E.M.P.
ASFALTOS
SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

REFERENCIA NORMATIVA NTP 339.034 - 2021

PROYECTO "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambcón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE Tiffany Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO Concreto

RESISTENCIA fc = 210 kg/cm2

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D.R.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA				FECHA		EDAD (días)(*)	fc (kg/cm2)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Longitud/diámetro	Área (mm2)	Carga Maxima KN	Resistencia a la compresión			TIPO DE FRACTURA (NTP 339.034 - FIGURA 2)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	MOLDEO	ROTURA								Mpa	Kg/cm2	%	
1	C-1	Con 10% de residuo de alambcón	Slump 1: 3.25" Slump 2: 3"	PU = 2278.35 kg/m3	TA = 23°C TC = 25.2°C Hora: 03:12 p.m.	29/04/2022	7/05/2022	7	210	300	151.10	2	17931.59	278.30	15.52	158.26	75.36%	Tipo 5
2	C-2					29/04/2022	7/05/2022	7	210	300	150.80	2	17860.46	301.30	16.87	172.02	81.92%	Tipo 5
3	C-3					29/04/2022	7/05/2022	7	210	300	150.70	2	17836.78	285.70	16.02	163.33	77.78%	Tipo 5
4	C-4					29/04/2022	14/05/2022	14	210	300	152.30	2	18217.54	300.10	16.47	167.98	79.99%	Tipo 2
5	C-5					29/04/2022	14/05/2022	14	210	300	152.00	2	18145.84	321.80	17.73	180.84	86.11%	Tipo 5
6	C-6					29/04/2022	14/05/2022	14	210	300	152.50	2	18265.42	336.20	18.41	187.69	89.38%	Tipo 2
7	C-7					29/04/2022	21/05/2022	21	210	300	151.60	2	18050.46	352.40	19.52	199.08	94.80%	Tipo 3
8	C-8					29/04/2022	21/05/2022	21	210	300	151.30	2	17979.09	341.90	19.02	193.92	92.34%	Tipo 5
9	C-9					29/04/2022	21/05/2022	21	210	300	151.10	2	17931.59	349.10	19.47	198.52	94.54%	Tipo 5
10	C-10					29/04/2022	28/05/2022	28	210	300	149.90	2	17647.90	403.40	22.86	233.09	111.00%	Tipo 6
11	C-11					29/04/2022	28/05/2022	28	210	300	149.80	2	17624.37	435.30	24.70	251.86	119.93%	Tipo 2
12	C-12					29/04/2022	28/05/2022	28	210	300	150.20	2	17718.61	425.30	24.00	244.76	116.55%	Tipo 5

(*) Se informará en horas cuando la edad sea inferior a tres días.

. Estado de la muestra: Óptimo.

. Densidad: No requerida.

. El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

. Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.

. Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
 TÉCNICO LABORATORISTA
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundo Barga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS

REFERENCIA NORMATIVA NTP 339.034 - 2021

PROYECTO "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE Tiffany Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO Concreto

RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada
RESP. LAB. : S.B.F.
TEC. LAB. : H.D.R.

PROBETA N°	CÓDIGO ÚNICO	ESTRUCTURA				FECHA		EDAD (días)(*)	f _c (kg/cm ²)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Longitud/diámetro	Área (mm ²)	Carga Maxima KN	Resistencia a la compresión			TIPO DE FRACTURA (NTP 339..034 - FIGURA 2)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	MOLDEO	ROTURA								Mpa	Kg/cm ²	%	
1	C-1	Con 15% de residuo de alambroón	Slump 1: 2.5" Slump 2: 3"	PU = 2098.67 kg/m ³	TA = 23.2°C TC = 25.4°C Hora: 09:42 a.m.	2/05/2022	10/05/2022	7	210	300	151.30	2	17979.09	247.30	13.75	140.26	66.79%	Tipo 6
2	C-2					2/05/2022	10/05/2022	7	210	300	151.50	2	18026.65	227.20	12.60	128.52	61.20%	Tipo 5
3	C-3					2/05/2022	10/05/2022	7	210	300	151.10	2	17931.59	214.70	11.97	122.09	58.14%	Tipo 5
4	C-4					2/05/2022	17/05/2022	14	210	300	153.50	2	18505.75	244.60	13.22	134.78	64.18%	Tipo 5
5	C-5					2/05/2022	17/05/2022	14	210	300	153.70	2	18554.00	257.40	13.87	141.47	67.36%	Tipo 5
6	C-6					2/05/2022	17/05/2022	14	210	300	153.30	2	18457.56	252.30	13.67	139.39	66.38%	Tipo 6
7	C-7					2/05/2022	24/05/2022	21	210	300	152.20	2	18193.62	272.30	14.97	152.62	72.68%	Tipo 5
8	C-8					2/05/2022	24/05/2022	21	210	300	151.80	2	18098.12	277.90	15.36	156.58	74.56%	Tipo 5
9	C-9					2/05/2022	24/05/2022	21	210	300	151.70	2	18074.28	288.30	15.95	162.65	77.45%	Tipo 5
10	C-10					2/05/2022	31/05/2022	28	210	300	152.10	2	18169.72	305.50	16.81	171.45	81.64%	Tipo 5
11	C-11					2/05/2022	31/05/2022	28	210	300	152.50	2	18265.42	277.70	15.20	155.03	73.83%	Tipo 6
12	C-12					2/05/2022	31/05/2022	28	210	300	152.60	2	18289.38	287.50	15.72	160.29	76.33%	Tipo 5

(*) Se informará en horas cuando la edad sea inferior a tres días.

- . Estado de la muestra: Óptimo.
- . Densidad: No requerida.
- . El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- . Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

E.M.P. ASFALTOS SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Tiffany Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

Especímen N°	Código Único	Estructura				Fecha		Edad días	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm ²)	Mr promedio (Mpa)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	Moldeo	Rotura									
1	F-1	Patrón	Slump 1: 3.75" Slump 2: 3.25"	PU = 2310.69 kg/m ³	TA = 25.2°C TC = 26.1°C Hora: 10:29 a.m.	28/04/2022	26/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	25.8	2630.9	42	45	4.38
2	F-2					28/04/2022	26/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	27.8	2834.8	45		
3	F-3					28/04/2022	27/05/2022	29	54.0	15.0	15.0	28.6	2916.4	47		

- . Estado de la muestra: Optimo.
- . Densidad: No requerida.
- . El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- . Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

E.M.P. ASFALTOS SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL

RESP. CIP. 169278
Responsable de laboratorio.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Tiffány Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

Especimen N°	Código Único	Estructura				Fecha		Edad dias	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm ²)	Mr promedio (Mpa)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	Moldeo	Rotura									
1	F-1	Con 5% de residuo de alambón	Slump 1: 4.5" Slump 2: 4"	PU = 2310.69 kg/m ³	TA = 23.2°C TC = 27.1°C Hora: 02:50 p.m.	28/04/2022	26/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	27.5	2804.2	45	45	4.43
2	F-2					28/04/2022	26/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	27.2	2773.6	44		
3	F-3					28/04/2022	27/05/2022	29	54.0	15.0	15.0	28.4	2896.0	46		

- . Estado de la muestra: Optimo.
- . Densidad: No requerida.
- . El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- . Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado unica y exclusivamente al cliente.

E.M.P.
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Diaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 164274
Responsable de laboratorio.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Tiffany Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

Especimen N°	Código Único	Estructura				Fecha		Edad dias	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm ²)	Mr promedio (Mpa)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	Moldeo	Rotura									
1	F-1	Con 10% de residuo de alambón	Slump 1: 3.25" Slump 2: 3"	PU = 2278.35 kg/m ³	TA = 23°C TC = 25.2°C Hora: 03:12 p.m.	29/04/2022	27/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	28.7	2926.6	47	46	4.52
2	F-2					29/04/2022	27/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	29.6	3018.4	48		
3	F-3					29/04/2022	28/05/2022	29	54.0	15.0	15.0	26.4	2692.1	43		

- . Estado de la muestra: Optimo.
- . Densidad: No requerida.
- . El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- . Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado unica y exclusivamente al cliente.

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS
ASFALTOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Giaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barga Fernández
ING. CIVIL
Responsable de Laboratorio



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SEMP
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : RESISTENCIA A FLEXION CON CARGA A DOS TERCIOS

REFERENCIA NORMATIVA : ASTM C78

PROYECTO : "Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

CLIENTE : Tiffany Belén Vega Acuña

TIPO DE PRODUCTO : Concreto

RESISTENCIA : $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

FECHA DE ENSAYO : Indicada

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : H.D.R.

Especimen N°	Código Único	Estructura				Fecha		Edad días	L (cm)	b (cm)	h (cm)	P (carga KN)	P (carga kg)	Mr (kg/cm ²)	Mr promedio (Kg/cm ²)	Mr promedio (Mpa)
		Diseño	Slump	Peso Unitario	Temperatura	Moldeo	Rotura									
1	F-1	Con 15% de residuo de alambón	Slump 1: 2.5" Slump 2: 3"	PU = 2098.67 kg/m ³	TA = 23.2°C TC = 25.4°C Hora: 09:42 a.m.	2/05/2022	30/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	24.7	2518.7	40	41	4.01
2	F-2					2/05/2022	30/05/2022	28	54.0	15.0	15.0	23.6	2406.5	39		
3	F-3					2/05/2022	31/05/2022	29	54.0	15.0	15.0	26.9	2743.0	44		

- . Estado de la muestra: Optimo.
- . Densidad: No requerida.
- . El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- . Las copias de este informe de roturas no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- . Este informe de roturas es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS
ASFALTOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Humberto Díaz Rojas
TÉCNICO LABORATORISTA
SUPERVISOR LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : viernes, 27 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)
 Referencia : ASTM C - 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro	Altura	σ_u	Esfuerzo S2	ϵ	ϵ unitaria	Esfuerzo S1	E_c
	In	Cm	KN	Kgf									Cm	Cm	(Kg/cm^{2})	(40%$\sigma_u$) Kg/cm^{2}	(0.40 $\Delta$ Max)	$\epsilon_2$ (S_{2})	(0.000050) Kg/cm^{2}	Kg/cm^{2}
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	88.08	0.0003939	0.0000	13.946409	215579
L-2	0.0010	0.0025	41.57	4240			23.46			0.00008		
L-3	0.0027	0.0069	85.73	8744			48.38			0.00023		
L-4	0.0041	0.0104	126.22	12874			71.23			0.00034		
L-5	0.0061	0.0155	174.67	17816			98.57			0.00051		
L-6	0.0078	0.0198	221.71	22614			125.12			0.00066		
L-7	0.0091	0.0231	248.43	25340			140.20			0.00077		
L-8	0.0101	0.0257	269.34	27473			152.00			0.00085		
L-9	0.0112	0.0284	290.22	29602			163.78			0.00094		
L-10	0.0123	0.0312	305.37	31148			172.33			0.00103		
L-11	0.0134	0.0340	320.91	32733			181.10			0.00113		
L-12	0.0150	0.0381	347.36	35431			196.03			0.00126		
L-13	0.0162	0.0411	363.66	37093			205.23			0.00136		
L-14	0.0178	0.0452	390.17	39797			220.19			0.00150		

40% σ_u (kg/cm²) = 88.08
 σ_u (0.000050) (kg/cm²) = 13.9464086
 ϵ (0.40 Δ Max) = 0.00039386

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	140.20	D	0.00077
B	0.00005	E	0	B	88.08	E	0.00000
C	0.00008	F	23.46	C	152.00	F	0.00085

σ_u = 13.9464086

ϵ unitaria = 0.000394

E_c = 215579.26

217370.7

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : viernes, 27 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)
 Referencia : ASTM C - 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	83.48	0.0003381	0.0000	22.055254	213198
L-2	0.0005	0.0013	32.87	3353			18.55					
L-3	0.0012	0.0030	59.13	6031			33.37					
L-4	0.0029	0.0074	93.35	9522			52.68					
L-5	0.0050	0.0127	143.29	14616			80.86					
L-6	0.0061	0.0155	170.47	17388			96.20					
L-7	0.0076	0.0193	200.09	20409			112.92					
L-8	0.0103	0.0262	239.43	24422			135.12					
L-9	0.0120	0.0305	292.77	29863			165.22					
L-10	0.0149	0.0378	315.95	32227			178.30					
L-11	0.0155	0.0394	325.89	33241			183.91					
L-12	0.0171	0.0434	340.31	34712			192.05					
L-13	0.0187	0.0475	350.60	35761			197.86					
L-14	0.0230	0.0584	369.83	37723			208.71					

40% σ_u (kg/cm²)= 83.48
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 22.0552538
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.00033813

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	112.92	D	0.00064
B	0.00005	E	0	B	83.48	E	0.00000
C	0.00004	F	18.55	C	135.12	F	0.00087

σ_u = 22.0552538

ϵ unitaria= 0.000338

E_c 213197.71

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : viernes, 27 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)
 Referencia : ASTM C - 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_z (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	86.40	0.0003403	0.0000	23.652196	216124
L-2	0.0004	0.0010	28.20	2876			15.91			0.00003		
L-3	0.0015	0.0038	64.89	6619			36.62			0.00013		
L-4	0.0023	0.0058	90.57	9238			51.11			0.00019		
L-5	0.0042	0.0107	141.17	14399			79.67			0.00035		
L-6	0.0055	0.0140	170.46	17387			96.20			0.00046		
L-7	0.0070	0.0178	205.00	20910			115.69			0.00059		
L-8	0.0088	0.0224	236.63	24136			133.54			0.00074		
L-9	0.0119	0.0302	295.08	30098			166.52			0.00100		
L-10	0.0140	0.0356	328.07	33463			185.14			0.00118		
L-11	0.0151	0.0384	341.12	34794			192.51			0.00127		
L-12	0.0168	0.0427	361.27	36850			203.88			0.00141		
L-13	0.0185	0.0470	376.23	38375			212.32			0.00156		
L-14	0.0190	0.0483	382.75	39041			216.00			0.00160		

40% σ_u (kg/cm²) = 86.40
 σ_u (0.000050) (kg/cm²) = 23.6521964
 ϵ (0.40 Δ Max) = 0.00034033

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	115.69	D	0.00059
B	0.00005	E	0	B	86.40	E	0.00000
C	0.00003	F	15.91	C	133.54	F	0.00074

σ_u = 23.6521964

ϵ unitaria = 0.00034

E_c = 216124.22

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : viernes, 27 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 5% de Residuo de Alambroón
 Referencia : ASTM C 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro	Altura	σ_u	Esfuerzo S2	ϵ	ϵ unitaria	Esfuerzo S1	E_c
	In	Cm	KN	Kgf									Cm	Cm	(Kg/cm^{2})	(40%$\sigma_u$) Kg/cm^{2}	(0.40 $\Delta$ Max)	$\epsilon_2$ (S_{2})	(0.000050) Kg/cm^{2}	Kg/cm^{2}
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	90.91	0.0002955	0.0000	32.629966	237438
L-2	0.0005	0.0013	48.63	4960			27.44			0.00004		
L-3	0.0015	0.0038	78.32	7989			44.20			0.00013		
L-4	0.0031	0.0079	130.26	13287			73.51			0.00026		
L-5	0.0061	0.0155	180.64	18425			101.94			0.00051		
L-6	0.0081	0.0206	214.86	21916			121.25			0.00068		
L-7	0.0093	0.0236	260.15	26535			146.81			0.00078		
L-8	0.0105	0.0267	280.69	28630			158.40			0.00088		
L-9	0.0120	0.0306	305.36	31147			172.33			0.00101		
L-10	0.0132	0.0335	314.65	32094			177.57			0.00111		
L-11	0.0145	0.0368	360.91	36813			203.68			0.00122		
L-12	0.0151	0.0384	375.86	38338			212.11			0.00127		
L-13	0.0165	0.0419	390.84	39866			220.57			0.00139		
L-14	0.0174	0.0442	402.74	41079			227.28			0.00146		

$$40\% \sigma_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 90.91$$

$$\sigma_u \text{ (0.000050) (kg/cm}^2\text{)} = 32.6299663$$

$$\epsilon \text{ (0.40 } \Delta \text{ Max)} = 0.00029546$$

TABULACIONES							
$\sigma_u \text{ (0.000050) (kg/cm}^2\text{)}$				$\epsilon \text{ (0.40 } \Delta \text{ Max)}$			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	146.81	D	0.00078
B	0.00005	E	0	B	90.91	E	0.00000
C	0.00004	F	27.44	C	158.40	F	0.00088

$\sigma_u =$	32.6299663	ϵ unitaria =	0.000295
--------------	------------	-----------------------	----------

$E_c =$	237437.51
---------	-----------

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : viernes, 27 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 5% de Residuo de Alambón
 Referencia : ASTM C 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E _c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	107.57	0.0003166	0.0000	51.134562	211717
L-2	0.0005	0.0013	76.51	7804			43.01			0.00004		
L-3	0.0007	0.0018	101.15	10317			56.86			0.00006		
L-4	0.0021	0.0053	134.84	13754			75.80			0.00018		
L-5	0.0030	0.0076	161.57	16480			90.82			0.00025		
L-6	0.0043	0.0109	196.32	20025			110.35			0.00036		
L-7	0.0061	0.0155	238.93	24371			134.31			0.00051		
L-8	0.0080	0.0203	277.61	28316			156.05			0.00067		
L-9	0.0102	0.0259	319.01	32539			179.32			0.00086		
L-10	0.0123	0.0312	350.16	35716			196.83			0.00103		
L-11	0.0144	0.0366	381.34	38897			214.36			0.00121		
L-12	0.0171	0.0434	410.41	41862			230.70			0.00144		
L-13	0.0251	0.0638	462.60	47185			260.03			0.00211		
L-14	0.0317	0.0805	478.44	48801			268.94			0.00267		

$$40\% \sigma_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 107.57$$

$$\sigma_u \text{ (0.000050) (kg/cm}^2\text{)} = 51.1345623$$

$$\epsilon \text{ (0.40 } \Delta \text{ Max)} = 0.00031658$$

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	134.31	D	0.00051
B	0.00005	E	0	B	107.57	E	0.00000
C	0.00004	F	43.01	C	156.05	F	0.00067

$$\sigma_u = 51.1345623$$

$$\epsilon \text{ unitaria} = 0.000317$$

$$E_c = 211717.14$$

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : viernes, 27 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CON CRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 5% de Residuo de Alambroón
 Referencia : ASTM C 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E _c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.0	30.2	0.00	115.68	0.0004805	0.0000	26.430338	207286
L-2	0.0004	0.0010	30.81	3143			17.78			0.00003		
L-3	0.0019	0.0048	76.91	7845			44.39			0.00016		
L-4	0.0023	0.0058	90.57	9238			52.28			0.00019		
L-5	0.0054	0.0137	163.24	16650			94.22			0.00045		
L-6	0.0070	0.0178	202.64	20669			116.96			0.00059		
L-7	0.0077	0.0196	231.77	23641			133.78			0.00065		
L-8	0.0110	0.0279	283.87	28955			163.85			0.00093		
L-9	0.0135	0.0343	328.23	33479			189.45			0.00114		
L-10	0.0160	0.0406	368.59	37596			212.75			0.00135		
L-11	0.0182	0.0462	401.12	40914			231.53			0.00153		
L-12	0.0220	0.0559	444.59	45348			256.62			0.00185		
L-13	0.0250	0.0635	471.23	48065			271.99			0.00210		
L-14	0.0315	0.0800	501.02	51104			289.19			0.00		

$$40\% \sigma_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 115.68$$

$$\sigma_u \text{ (0.000050) (kg/cm}^2\text{)} = 26.4303376$$

$$\epsilon \text{ (0.40 } \Delta \text{ Max)} = 0.00048054$$

TABULACIONES							
$\sigma_u \text{ (0.000050) (kg/cm}^2\text{)}$				$\epsilon \text{ (0.40 } \Delta \text{ Max)}$			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	133.78	D	0.00065
B	0.00005	E	0	B	115.68	E	0.00000
C	0.00003	F	17.78	C	163.85	F	0.00093

$$\sigma_u = 26.4303376$$

$$\epsilon \text{ unitaria} = 0.000481$$

$$E_c = 207286.16$$

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña

Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021

Ubicación : Chiclayo

Fecha de apertura : sábado, 28 de Mayo de 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 5% de Residuo de Alambón

Referencia : ASTM C 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro	Altura	σ_u	Esfuerzo S2	ϵ	ϵ unitaria	Esfuerzo S1	E_c	
	In	Cm	KN	Kgf									Cm	Cm	(Kg/cm^{2})	(40%$\sigma_u$) Kg/cm^{2}	(0.40 $\Delta$ Max)	$\epsilon_2$ (S_{2})	(0.000050) Kg/cm^{2}	Kg/cm^{2}
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	84.85	0.0003338	0.0000	13.835696	250267	
L-2	0.0010	0.0025	41.24	4206			23.27						0.00008
L-3	0.0030	0.0076	95.96	9788			54.15						0.00025
L-4	0.0048	0.0122	137.61	14036			77.66						0.00040
L-5	0.0071	0.0180	189.06	19284			106.69						0.00060
L-6	0.0080	0.0203	211.72	21595			119.48						0.00067
L-7	0.0101	0.0257	253.14	25820			142.86						0.00085
L-8	0.0120	0.0305	284.99	29069			160.83						0.00101
L-9	0.0138	0.0351	313.71	31998			177.04						0.00116
L-10	0.0147	0.0373	325.75	33227			183.83						0.00124
L-11	0.0160	0.0406	341.35	34818			192.64						0.00135
L-12	0.0189	0.0480	366.06	37338			206.58						0.00159
L-13	0.0203	0.0516	373.99	38147			211.06						0.00171
L-14	0.0230	0.0584	375.88	38340			212.12						0.00193

 $40\% \sigma_u$ (kg/cm²) = 84.85

 σ_u (0.000050) (kg/cm²) = 13.8356962

 ϵ (0.40 Δ Max) = 0.00033375

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	142.86	D	0.00085
B	0.00005	E	0	B	84.85	E	0.00000
C	0.00008	F	23.27	C	160.83	F	0.00101

 σ_u = 13.8356962

 ϵ unitaria = 0.000334

 E_c = 250267.43

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña

Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambraón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021

Ubicación : Chiclayo

Fecha de apertura : sábado, 28 de Mayo de 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CON CRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 5% de Residuo de Alambraón

Referencia : ASTM C 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	67.73	0.0003215	0.0000	12.832095	202219
L-2	0.0011	0.0028	42.24	4308			23.74			0.00009		
L-3	0.0019	0.0048	63.88	6516			35.91			0.00016		
L-4	0.0023	0.0058	77.22	7876			43.41			0.00019		
L-5	0.0025	0.0064	83.23	8489			46.78			0.00021		
L-6	0.0031	0.0079	101.98	10402			57.32			0.00026		
L-7	0.0040	0.0102	125.69	12820			70.65			0.00034		
L-8	0.0048	0.0122	149.09	15207			83.81			0.00040		
L-9	0.0062	0.0157	183.19	18685			102.97			0.00052		
L-10	0.0085	0.0216	228.61	23318			128.50			0.00071		
L-11	0.0108	0.0274	265.39	27070			149.18			0.00091		
L-12	0.0118	0.0300	282.80	28846			158.97			0.00099		
L-13	0.0108	0.0274	293.55	29942			165.01			0.00091		
L-14	0.0131	0.0333	301.22	30724			169.32			0.00110		

40% σ_u (kg/cm²)= 67.73
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 12.8320951
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.00032147

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	70.65	D	0.00034
B	0.00005	E	0	B	67.73	E	0.00000
C	0.00009	F	23.74	C	83.81	F	0.00040

σ_u = 12.8320951

ϵ unitaria= 0.000321

E_c = 202219.48

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : sábado, 28 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CON CRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 5% de Residuo de Alambroón
 Referencia : ASTM C 469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E _c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.0	30.2	0.00	98.85	0.0005091	0.0000	18.872685	174179
L-2	0.0007	0.0018	38.50	3927			22.22					
L-3	0.0018	0.0046	65.70	6701			37.92					
L-4	0.0029	0.0074	91.57	9340			52.85					
L-5	0.0043	0.0109	122.44	12489			70.67					
L-6	0.0066	0.0168	177.13	18067			102.24					
L-7	0.0078	0.0198	204.72	20881			118.16					
L-8	0.0095	0.0241	237.30	24205			136.97					
L-9	0.0123	0.0312	283.39	28906			163.57					
L-10	0.0139	0.0353	310.54	31675			179.24					
L-11	0.0158	0.0401	337.17	34391			194.62					
L-12	0.0174	0.0442	359.39	36658			207.44					
L-13	0.0200	0.0508	387.35	39510			223.58					
L-14	0.0290	0.0737	428.13	43669			247.12					

 40% σ_u (kg/cm²)= 98.85

 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 18.8726851

 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.00050915

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	118.16	D	0.00066
B	0.00005	E	0	B	98.85	E	0.00000
C	0.00006	F	22.22	C	136.97	F	0.00080

 σ_u = 18.8726851

 ϵ unitaria= 0.000509

 E_c= 174179.29

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambraón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : martes, 31 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CON CRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 15% de Residuo de Alambraón
 Referencia : ASTM C469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro	Altura	σ_u	Esfuerzo S2	ϵ	ϵ unitaria	Esfuerzo S1	E_c
	In	Cm	KN	Kgf									Cm	Cm	(Kg/cm^{2})	(40%$\sigma_u$) Kg/cm^{2}	(0.40 $\Delta$ Max)	$\epsilon_2$ (S_{2})	(0.000050) Kg/cm^{2}	Kg/cm^{2}
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	76.87	0.0004148	0.0000	10.878333	180901
L-2	0.0012	0.0030	38.91	3969			21.96			0.00010		
L-3	0.0023	0.0058	64.00	6528			36.12			0.00019		
L-4	0.0035	0.0089	90.74	9255			51.21			0.00029		
L-5	0.0049	0.0124	116.60	11893			65.80			0.00041		
L-6	0.0082	0.0208	173.34	17681			97.82			0.00069		
L-7	0.0115	0.0292	219.74	22413			124.01			0.00097		
L-8	0.0133	0.0338	242.63	24748			136.93			0.00112		
L-9	0.0149	0.0378	260.39	26560			146.95			0.00125		
L-10	0.0178	0.0452	289.06	29484			163.13			0.00150		
L-11	0.0215	0.0546	313.54	31981			176.94			0.00181		
L-12	0.0231	0.0587	320.62	32703			180.94			0.00194		
L-13	0.0252	0.0640	328.89	33547			185.61			0.00212		
L-14	0.0340	0.0864	340.54	34735			192.18			0.00286		

 $40\% \sigma_u$ (kg/cm²)= 76.87

 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 10.8783329

 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.0004148

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	124.01	D	0.00097
B	0.00005	E	0	B	76.87	E	0.00000
C	0.00010	F	21.96	C	136.93	F	0.00112

 σ_u = 10.8783329

 ϵ unitaria= 0.000415

 E_c = 180901.05

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : martes, 31 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CON CRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 15% de Residuo de Alambón
 Referencia : ASTM C469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E_c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.2	30.2	0.00	73.40	0.0004875	0.0000	15.131179	133197
L-2	0.0005	0.0013	22.64	2309			12.73					
L-3	0.0017	0.0043	52.01	5305			29.24					
L-4	0.0032	0.0081	86.05	8777			48.37					
L-5	0.0053	0.0135	127.10	12964			71.44					
L-6	0.0066	0.0168	153.14	15620			86.08					
L-7	0.0079	0.0201	173.31	17678			97.42					
L-8	0.0092	0.0234	199.71	20370			112.26					
L-9	0.0109	0.0277	225.60	23011			126.81					
L-10	0.0125	0.0318	250.93	25595			141.05					
L-11	0.0147	0.0373	271.81	27725			152.79					
L-12	0.0197	0.0500	300.64	30665			168.99					
L-13	0.0235	0.0597	317.33	32368			178.38					
L-14	0.0285	0.0724	326.46	33299			183.51					

40% σ_u (kg/cm²) = 73.40
 σ_u (0.000050) (kg/cm²) = 15.1311788
 ϵ (0.40 Δ Max) = 0.00048748

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	97.42	D	0.00066
B	0.00005	E	0	B	73.40	E	0.00000
C	0.00004	F	12.73	C	112.26	F	0.00077

σ_u = 15.1311788

ϵ unitaria= 0.000487

E_c = 133197.36

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña

Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021

Ubicación : Chiclayo

Fecha de apertura : martes, 31 de Mayo de 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CON CRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión) - Con 15% de Residuo de Alambón

Referencia : ASTM C469

LECTURA	DEFORMACION		CARGA		Diámetro Cm	Altura Cm	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	ϵ (0.40 Δ Max)	ϵ unitaria ϵ_z (S _z)	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	E _c Kg/cm ²
	In	Cm	KN	Kgf								
L-1	0	0.00	0.00	0	15.0	30.2	0.00	76.83	0.0004434	0.0000	17.902090	149782
L-2	0.0007	0.0018	36.52	3725			21.08			0.00006		
L-3	0.0016	0.0041	59.32	6051			34.24			0.00013		
L-4	0.0029	0.0074	91.12	9294			52.59			0.00024		
L-5	0.0054	0.0137	135.68	13839			78.31			0.00045		
L-6	0.0073	0.0185	169.87	17327			98.05			0.00061		
L-7	0.0095	0.0241	202.36	20641			116.80			0.00080		
L-8	0.0110	0.0279	226.93	23147			130.98			0.00093		
L-9	0.0123	0.0312	255.54	26065			147.50			0.00103		
L-10	0.0145	0.0368	273.19	27865			157.69			0.00122		
L-11	0.0196	0.0498	294.32	30021			169.88			0.00165		
L-12	0.0210	0.0533	311.27	31750			179.67			0.00177		
L-13	0.0245	0.0622	328.62	33519			189.68			0.00206		
L-14	0.0294	0.0747	332.78	33944			192.08			0.00		

40% σ_u (kg/cm²)= 76.83
 σ_u (0.000050) (kg/cm²)= 17.9020898
 ϵ (0.40 Δ Max)= 0.00044344

TABULACIONES							
σ_u (0.000050) (kg/cm ²)				ϵ (0.40 Δ Max)			
item	ϵ unitaria	item	σ_u	item	σ_u	item	ϵ unitaria
A	0.00000	D	0.00	A	116.80	D	0.00080
B	0.00005	E	0	B	76.83	E	0.00000
C	0.00006	F	21.08	C	130.98	F	0.00093

σ_u = 17.9020898

ϵ unitaria= 0.000443

E_c= 149782.19

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentua del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : viernes, 27 de Mayo de 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)
 Referencia : ASTM C469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_2 (S ₂)	E _c Kg/cm ²	Promedio E _c Kg/cm ²
Patrón - f'c = 210 kg/cm2 E-1	28/04/2022	27/05/2022	28	220.19	88	13.94641	0.000394	215579	214967.06
Patrón - f'c = 210 kg/cm2 E-2	28/04/2022	27/05/2022	28	208.71	83	22.05525	0.000338	213198	
Patrón - f'c = 210 kg/cm2 E-3	28/04/2022	27/05/2022	28	216.00	86	23.65220	0.000340	216124	
5% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-1	28/04/2022	27/05/2022	28	227.28	91	32.62997	0.00030	237438	218813.60
5% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-2	28/04/2022	27/05/2022	28	268.94	108	51.13456	0.00032	211717	
5% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-3	28/04/2022	27/05/2022	28	216.00	86	26.43034	0.00048	207286	
10% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-1	29/04/2022	28/05/2022	28	212.12	85	13.83570	0.00033	250267.43	208888.73
10% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-2	29/04/2022	28/05/2022	28	169.32	68	12.83210	0.00032	202219.48	
10% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-3	29/04/2022	28/05/2022	28	247.12	99	18.87269	0.00051	174179.29	
15% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-1	03/05/2022	31/05/2022	28	192.18	77	10.87833	0.00041	180901.05	154626.87
15% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-2	03/05/2022	31/05/2022	28	183.51	73	15.13118	0.00049	133197.36	
15% de Residuo de Alambón F'c =210 kg/cm2 E-3	03/05/2022	31/05/2022	28	192.08	77	17.90209	0.00044	149782.19	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021

Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 6/06/2022

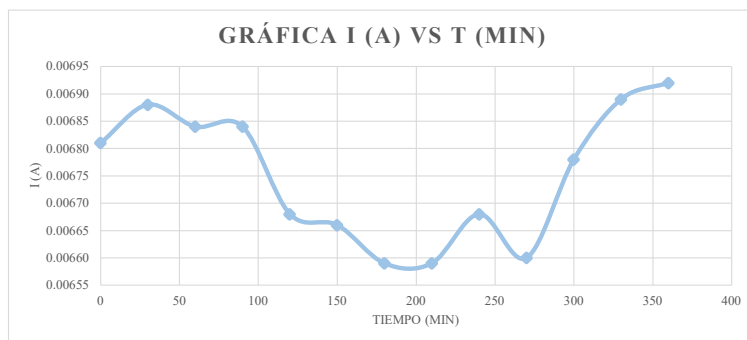
Ensayo : Standard Test Method for
 Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration

Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	96	95.8
2	95.5	
3	95.9	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.81	0.00681
2	30	6.88	0.00688
3	60	6.84	0.00684
4	90	6.84	0.00684
5	120	6.68	0.00668
6	150	6.66	0.00666
7	180	6.59	0.00659
8	210	6.59	0.00659
9	240	6.68	0.00668
10	270	6.6	0.00660
11	300	6.78	0.00678
12	330	6.89	0.00689
13	360	6.92	0.00692


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
145.611

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
143.18924

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

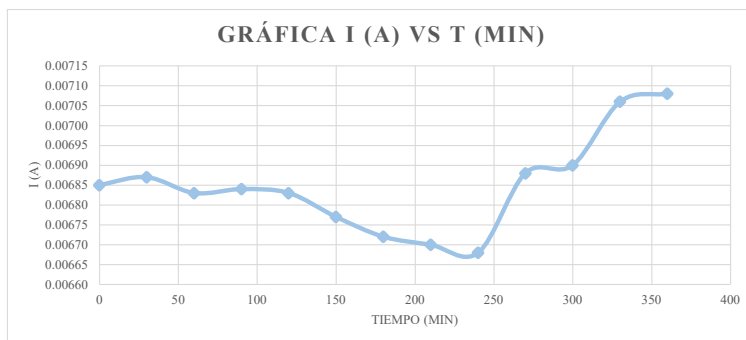
RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 7/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	98	97.6
2	97.2	
3	97.6	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.85	0.00685
2	30	6.87	0.00687
3	60	6.83	0.00683
4	90	6.84	0.00684
5	120	6.83	0.00683
6	150	6.77	0.00677
7	180	6.72	0.00672
8	210	6.7	0.00670
9	240	6.68	0.00668
10	270	6.88	0.00688
11	300	6.9	0.00690
12	330	7.06	0.00706
13	360	7.08	0.00708


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
147.681

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
139.91755

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

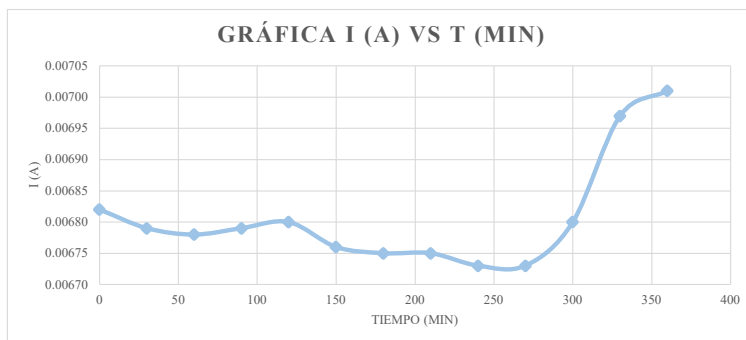
RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 8/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	98	97.8
2	97.8	
3	97.5	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.82	0.00682
2	30	6.79	0.00679
3	60	6.78	0.00678
4	90	6.79	0.00679
5	120	6.8	0.00680
6	150	6.76	0.00676
7	180	6.75	0.00675
8	210	6.75	0.00675
9	240	6.73	0.00673
10	270	6.73	0.00673
11	300	6.8	0.00680
12	330	6.97	0.00697
13	360	7.01	0.00701


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
146.817

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
138.62512

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

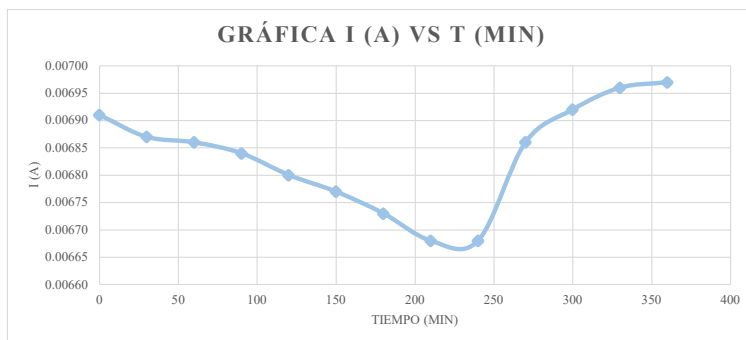
RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 9/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	96.1	95.5
2	95.5	
3	95	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.91	0.00691
2	30	6.87	0.00687
3	60	6.86	0.00686
4	90	6.84	0.00684
5	120	6.8	0.00680
6	150	6.77	0.00677
7	180	6.73	0.00673
8	210	6.68	0.00668
9	240	6.68	0.00668
10	270	6.86	0.00686
11	300	6.92	0.00692
12	330	6.96	0.00696
13	360	6.97	0.00697


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
147.438

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
145.79639

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

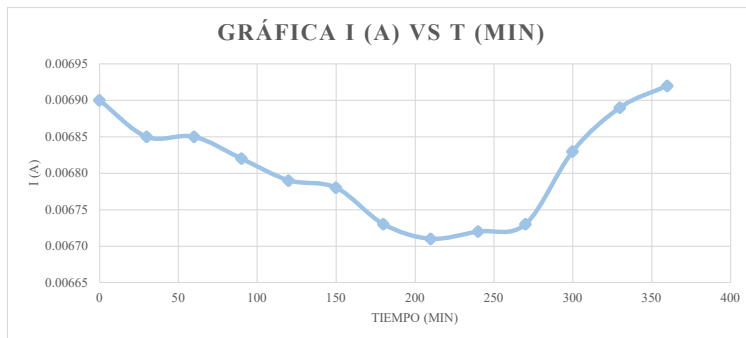
RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 10/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	94	94.9
2	95.5	
3	95.3	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.9	0.00690
2	30	6.85	0.00685
3	60	6.85	0.00685
4	90	6.82	0.00682
5	120	6.79	0.00679
6	150	6.78	0.00678
7	180	6.73	0.00673
8	210	6.71	0.00671
9	240	6.72	0.00672
10	270	6.73	0.00673
11	300	6.83	0.00683
12	330	6.89	0.00689
13	360	6.92	0.00692


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
146.898

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
147.10439

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

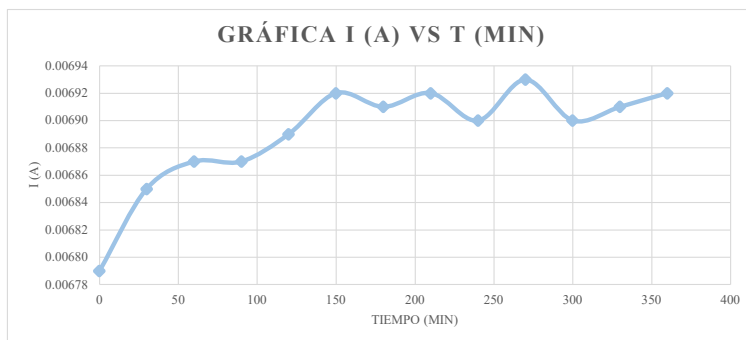
RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 11/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	97.5	97.9
2	98.1	
3	98	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.79	0.00679
2	30	6.85	0.00685
3	60	6.87	0.00687
4	90	6.87	0.00687
5	120	6.89	0.00689
6	150	6.92	0.00692
7	180	6.91	0.00691
8	210	6.92	0.00692
9	240	6.9	0.00690
10	270	6.93	0.00693
11	300	6.9	0.00690
12	330	6.91	0.00691
13	360	6.92	0.00692


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
148.905

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
140.30944

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

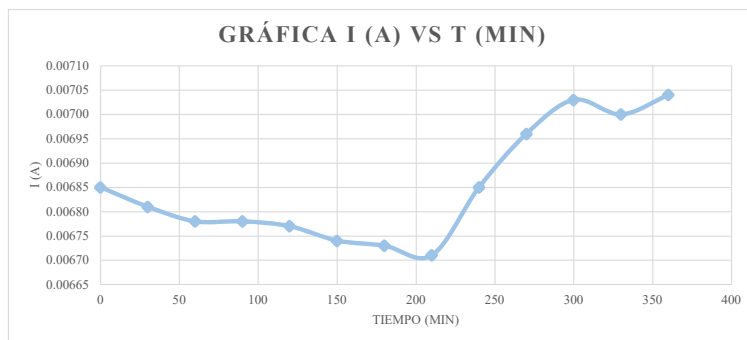
RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambrión en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 13/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	97.5	97.2
2	96.9	
3	97.1	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.85	0.00685
2	30	6.81	0.00681
3	60	6.78	0.00678
4	90	6.78	0.00678
5	120	6.77	0.00677
6	150	6.74	0.00674
7	180	6.73	0.00673
8	210	6.71	0.00671
9	240	6.85	0.00685
10	270	6.96	0.00696
11	300	7.03	0.00703
12	330	7	0.00700
13	360	7.04	0.00704


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
147.789

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
141.27155

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

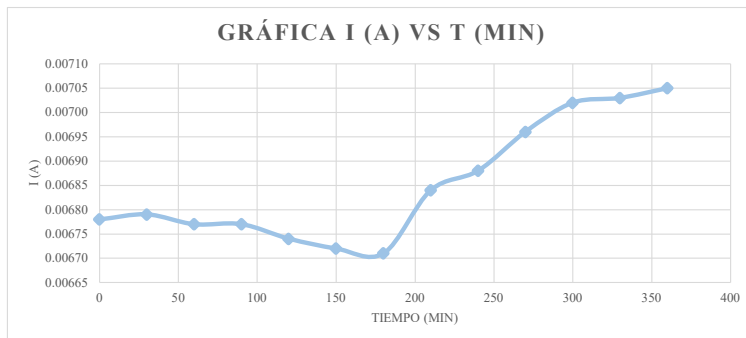
RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 14/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

DIÁMETRO DE LA MUESTRA:

Medida	D (mm)	Dprom (mm)
1	95.1	95.2
2	94.9	
3	95.5	

Dato N°	t (30min)	in (mA)	in (A)
1	0	6.78	0.00678
2	30	6.79	0.00679
3	60	6.77	0.00677
4	90	6.77	0.00677
5	120	6.74	0.00674
6	150	6.72	0.00672
7	180	6.71	0.00671
8	210	6.84	0.00684
9	240	6.88	0.00688
10	270	6.96	0.00696
11	300	7.02	0.00702
12	330	7.03	0.00703
13	360	7.05	0.00705


DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Q (coulombs)
147.861

AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Qs (coulombs)
147.34355

COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
MUY BAJA

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambroón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 14/06/2022
 Ensayo : Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
 Referencia : ASTM C-1202

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	CARGA (COULUMBS)	AJUSTE DE CARGA (COULUMBS)	PROMEDIO	PENETRABILIDAD
CL 1- 1	28/04/2022	6/06/2022	145.611	143.19	141.55	MUY BAJA
CL 1- 2	28/04/2022	7/06/2022	147.681	139.92		MUY BAJA
CL 2- 1	28/04/2022	8/06/2022	146.817	138.63	142.21	MUY BAJA
CL2 - 2	28/04/2022	9/06/2022	147.438	145.80		MUY BAJA
CL 3 - 1	29/04/2022	10/06/2022	146.898	147.10	143.71	MUY BAJA
CL 3 - 2	29/04/2022	11/06/2022	148.905	140.31		MUY BAJA
CL 4 - 1	3/05/2022	13/06/2022	147.789	141.272	144.31	MUY BAJA
CL 4 - 2	3/05/2022	14/06/2022	147.789	147.344		MUY BAJA

RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 06/06/2022
 Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
 Referencia : NTP 334.094

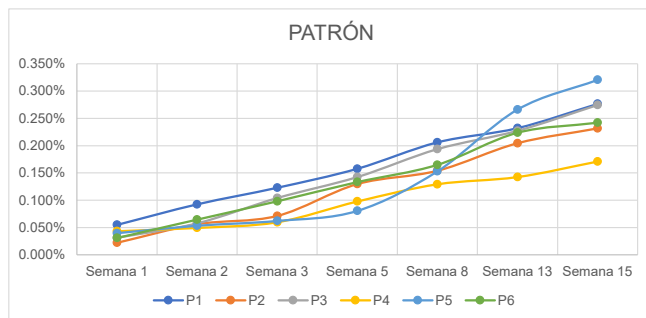
Patrón

Semanas	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	4.728	3.453	1.037	3.125	3.842	3.822
Semana 1	4.865	3.508	1.115	3.233	3.941	3.899
Semana 2	4.959	3.593	1.181	3.248	3.975	3.983
Semana 3	5.035	3.631	1.297	3.274	3.997	4.067
Semana 5	5.122	3.777	1.393	3.369	4.043	4.155
Semana 8	5.243	3.838	1.521	3.448	4.224	4.234
Semana 13	5.308	3.964	1.605	3.481	4.507	4.381
Semana 15	5.419	4.032	1.723	3.552	4.643	4.427
Lectura de referencia	2.034					

Semanas	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	2.694	1.419	-0.997	1.091	1.808	1.788
Semana 1	2.831	1.474	-0.919	1.199	1.907	1.865
Semana 2	2.925	1.559	-0.853	1.214	1.941	1.949
Semana 3	3.001	1.597	-0.737	1.24	1.963	2.033
Semana 5	3.088	1.743	-0.641	1.335	2.009	2.121
Semana 8	3.209	1.804	-0.513	1.414	2.19	2.2
Semana 13	3.274	1.93	-0.429	1.447	2.473	2.347
Semana 15	3.385	1.998	-0.311	1.518	2.609	2.393
Long nominal del calibre	250					

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

Variación de Longitud	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Semana 1	0.055%	0.022%	0.031%	0.043%	0.040%	0.031%
Semana 2	0.092%	0.056%	0.058%	0.049%	0.053%	0.064%
Semana 3	0.123%	0.071%	0.104%	0.060%	0.062%	0.098%
Semana 5	0.158%	0.130%	0.142%	0.098%	0.080%	0.133%
Semana 8	0.206%	0.154%	0.194%	0.129%	0.153%	0.165%
Semana 13	0.232%	0.204%	0.227%	0.142%	0.266%	0.224%
Semana 15	0.276%	0.232%	0.274%	0.171%	0.320%	0.242%



RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 06/06/2022
 Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
 Referencia : NTP 334.094

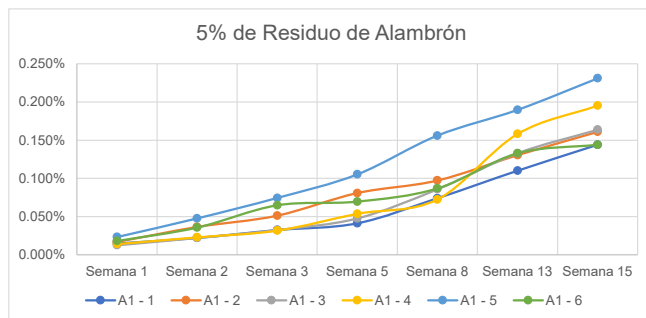
5% de Residuo de Alambón

Semanas	A1 - 1	A1 - 2	A1 - 3	A1 - 4	A1 - 5	A1 - 6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	5.112	4.87	4.023	6.757	5.205	6.636
Semana 1	5.149	4.912	4.054	6.792	5.263	6.681
Semana 2	5.167	4.961	4.078	6.814	5.324	6.725
Semana 3	5.193	4.998	4.104	6.836	5.391	6.798
Semana 5	5.215	5.072	4.142	6.891	5.468	6.81
Semana 8	5.297	5.113	4.237	6.938	5.595	6.853
Semana 13	5.387	5.196	4.355	7.152	5.679	6.968
Semana 15	5.472	5.272	4.432	7.245	5.782	6.996
Lectura de referencia	2.034					

Semanas	A1 - 1	A1 - 2	A1 - 3	A1 - 4	A1 - 5	A1 - 6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	3.078	2.836	1.989	4.723	3.171	4.602
Semana 1	3.115	2.878	2.02	4.758	3.229	4.647
Semana 2	3.133	2.927	2.044	4.78	3.29	4.691
Semana 3	3.159	2.964	2.07	4.802	3.357	4.764
Semana 5	3.181	3.038	2.108	4.857	3.434	4.776
Semana 8	3.263	3.079	2.203	4.904	3.561	4.819
Semana 13	3.353	3.162	2.321	5.118	3.645	4.934
Semana 15	3.438	3.238	2.398	5.211	3.748	4.962
Long nominal del calibre	250					

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

Variación de Longitud	A1 - 1	A1 - 2	A1 - 3	A1 - 4	A1 - 5	A1 - 6
Semana 1	0.015%	0.017%	0.012%	0.014%	0.023%	0.018%
Semana 2	0.022%	0.036%	0.022%	0.023%	0.048%	0.036%
Semana 3	0.032%	0.051%	0.032%	0.032%	0.074%	0.065%
Semana 5	0.041%	0.081%	0.048%	0.054%	0.105%	0.070%
Semana 8	0.074%	0.097%	0.086%	0.072%	0.156%	0.087%
Semana 13	0.110%	0.130%	0.133%	0.158%	0.190%	0.133%
Semana 15	0.144%	0.161%	0.164%	0.195%	0.231%	0.144%



RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 06/06/2022
 Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
 Referencia : NTP 334.094

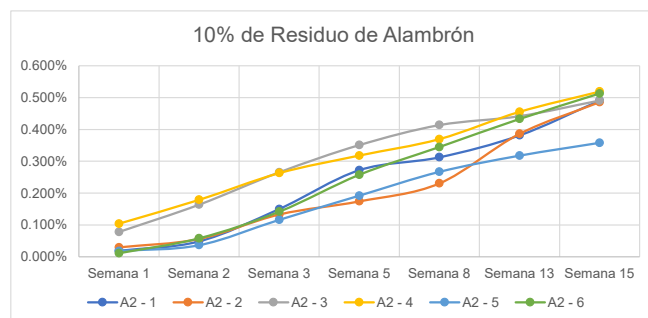
10% de Residuo de Alambón

Semanas	A2 - 1	A2 - 2	A2 - 3	A2 - 4	A2 - 5	A2 - 6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	7.5	3.151	6.308	6.46	3.742	3.09
Semana 1	7.547	3.225	6.503	6.72	3.787	3.118
Semana 2	7.621	3.291	6.717	6.907	3.833	3.235
Semana 3	7.875	3.483	6.971	7.117	4.032	3.444
Semana 5	8.18	3.586	7.185	7.255	4.222	3.734
Semana 8	8.281	3.727	7.342	7.384	4.409	3.952
Semana 13	8.453	4.116	7.412	7.598	4.536	4.172
Semana 15	8.726	4.365	7.535	7.757	4.637	4.372
Lectura de referencia	2.034					

Semanas	A2 - 1	A2 - 2	A2 - 3	A2 - 4	A2 - 5	A2 - 6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	5.466	1.117	4.274	4.426	1.708	1.056
Semana 1	5.513	1.191	4.469	4.686	1.753	1.084
Semana 2	5.587	1.257	4.683	4.873	1.799	1.201
Semana 3	5.841	1.449	4.937	5.083	1.998	1.41
Semana 5	6.146	1.552	5.151	5.221	2.188	1.7
Semana 8	6.247	1.693	5.308	5.35	2.375	1.918
Semana 13	6.419	2.082	5.378	5.564	2.502	2.138
Semana 15	6.692	2.331	5.501	5.723	2.603	2.338
Long nominal del calibre	250					

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

Variación de Longitud	A2 - 1	A2 - 2	A2 - 3	A2 - 4	A2 - 5	A2 - 6
Semana 1	0.019%	0.030%	0.078%	0.104%	0.018%	0.011%
Semana 2	0.048%	0.056%	0.164%	0.179%	0.036%	0.058%
Semana 3	0.150%	0.133%	0.265%	0.263%	0.116%	0.142%
Semana 5	0.272%	0.174%	0.351%	0.318%	0.192%	0.258%
Semana 8	0.312%	0.230%	0.414%	0.370%	0.267%	0.345%
Semana 13	0.381%	0.386%	0.442%	0.455%	0.318%	0.433%
Semana 15	0.490%	0.486%	0.491%	0.519%	0.358%	0.513%



RNP Servicios S0608589

Solicitante : Tiffany Belén Vega Acuña
 Proyecto / Obra : Evaluación de la resistencia del concreto para elementos estructurales incorporando residuos de alambón en reemplazo porcentual del cemento, Chiclayo 2021
 Ubicación : Chiclayo
 Fecha de apertura : 06/06/2022
 Ensayo : CEMENTOS. Método para determinar el cambio de longitud en morteros de cemento Pórtland expuestos a soluciones sulfatadas
 Referencia : NTP 334.094

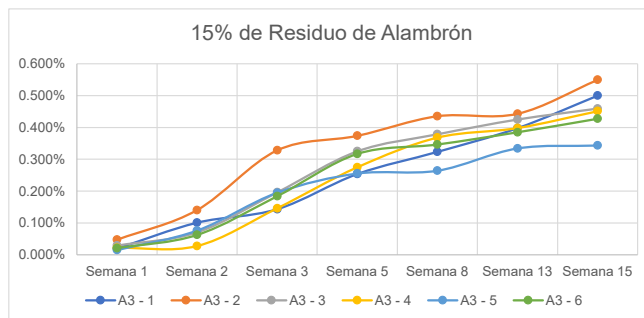
15% de Residuo de Alambón

Semanas	A3 - 1	A3 - 2	A3 - 3	A3 - 4	A3 - 5	A3 - 6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	4.929	6.002	5.015	5.738	5.161	4.055
Semana 1	4.978	6.12	5.087	5.793	5.198	4.107
Semana 2	5.181	6.353	5.191	5.807	5.351	4.211
Semana 3	5.287	6.822	5.505	6.103	5.648	4.515
Semana 5	5.563	6.936	5.827	6.425	5.799	4.847
Semana 8	5.737	7.09	5.961	6.658	5.821	4.921
Semana 13	5.923	7.109	6.077	6.733	5.996	5.017
Semana 15	6.178	7.375	6.163	6.865	6.019	5.123
Lectura de referencia	2.034					

Semanas	A3 - 1	A3 - 2	A3 - 3	A3 - 4	A3 - 5	A3 - 6
Barras	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	2.895	3.968	2.981	3.704	3.127	2.021
Semana 1	2.944	4.086	3.053	3.759	3.164	2.073
Semana 2	3.147	4.319	3.157	3.773	3.317	2.177
Semana 3	3.253	4.788	3.471	4.069	3.614	2.481
Semana 5	3.529	4.902	3.793	4.391	3.765	2.813
Semana 8	3.703	5.056	3.927	4.624	3.787	2.887
Semana 13	3.889	5.075	4.043	4.699	3.962	2.983
Semana 15	4.144	5.341	4.129	4.831	3.985	3.089
Long nominal del calibre	250					

$$\Delta L = \frac{Lx - Li}{Lg} \times 100$$

Variación de Longitud	A3 - 1	A3 - 2	A3 - 3	A3 - 4	A3 - 5	A3 - 6
Semana 1	0.020%	0.047%	0.029%	0.022%	0.015%	0.021%
Semana 2	0.101%	0.140%	0.070%	0.028%	0.076%	0.062%
Semana 3	0.143%	0.328%	0.196%	0.146%	0.195%	0.184%
Semana 5	0.254%	0.374%	0.325%	0.275%	0.255%	0.317%
Semana 8	0.323%	0.435%	0.378%	0.368%	0.264%	0.346%
Semana 13	0.398%	0.443%	0.425%	0.398%	0.334%	0.385%
Semana 15	0.500%	0.549%	0.459%	0.451%	0.343%	0.427%





Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-25213-001 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA ELETRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETOS
Fabricante <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNACIONAL
Modelo <i>Model</i>	DIGITAL ADR
Número de Serie <i>Serial Number</i>	188614762
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PC-03
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN
Solicitante <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Dirección <i>Address</i>	CAL. JUAN PABLO II NRO. 682 URB. LAS BRISAS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO - PERÚ

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Fecha de Calibración
Date of calibration 2021 - 12 - 22

Fecha de Emisión
Date of issue 2022 - 01 - 11

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 05

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,1 kN
Resolución	0,1 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	20 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S ₂ ' No Aplica ----	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica ----	
%	kN						
10	100,0	100,84	100,33	----	100,56	----	100,58
20	200,0	199,08	200,41	----	200,25	----	199,91
30	300,0	298,41	299,49	----	299,75	----	299,22
40	400,0	400,64	400,55	----	400,23	----	400,47
50	500,0	501,60	501,41	----	501,25	----	501,42
60	600,0	602,88	602,33	----	601,22	----	602,14
70	700,0	702,10	702,05	----	701,98	----	702,04
80	800,0	804,04	804,45	----	804,23	----	804,24
90	900,0	903,80	903,31	----	903,55	----	903,55
100	1 000,0	1 002,9	1 002,8	----	1 002,8	----	1 002,8

LM-PC-05-F-01 R12.4



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

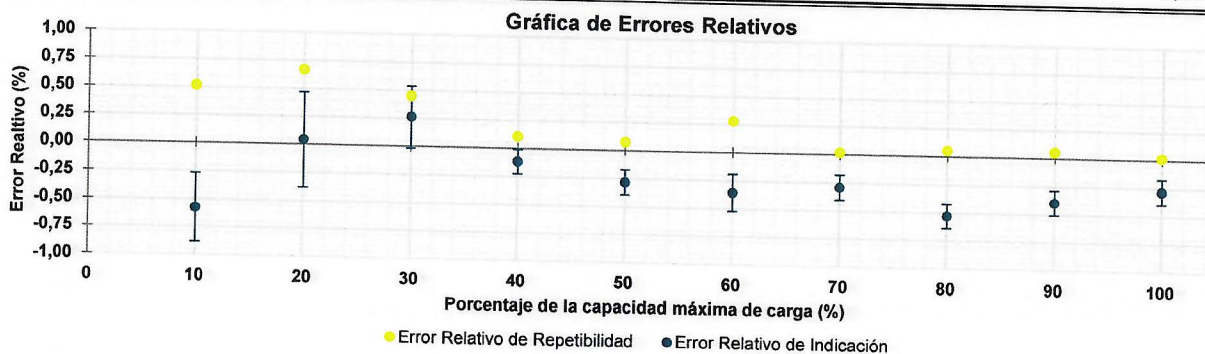
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,010	0,020	---	0,010	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kN	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ -----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
10	100,00	-0,58	0,51	---	0,100	0,31	0,31	2,01
20	200,00	0,04	0,67	---	0,050	0,85	0,42	2,01
30	300,00	0,26	0,45	---	0,033	0,83	0,28	2,01
40	400,00	-0,12	0,10	---	0,025	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,28	0,07	---	0,020	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,36	0,28	---	0,017	0,99	0,16	2,01
70	700,00	-0,29	0,02	---	0,014	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,53	0,05	---	0,013	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,39	0,05	---	0,011	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,28	0,02	---	0,010	1,1	0,11	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. ubicada en CHICLAYO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 23,0 °C

Temperatura Ambiente Mínima: 22,9 °C

Humedad Relativa Máxima: 55 % HR

Humedad Relativa Mínima: 54 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.4



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
2,43570 E00	9,75690 E-01	6,16420 E-05	-3,68877 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
100,0	100,58	110,46	120,34	130,24	140,14
150,0	150,05	159,97	169,90	179,84	189,79
200,0	199,74	209,71	219,68	229,66	239,64
250,0	249,63	259,63	269,64	279,65	289,67
300,0	299,69	309,72	319,76	329,80	339,85
350,0	349,90	359,95	370,01	380,07	390,14
400,0	400,21	410,29	420,37	430,45	440,53
450,0	450,62	460,71	470,80	480,89	490,98
500,0	501,08	511,18	521,28	531,37	541,47
550,0	551,57	561,67	571,78	581,88	591,97
600,0	602,07	612,17	622,27	632,36	642,46
650,0	652,55	662,64	672,72	682,81	692,89
700,0	702,97	713,05	723,12	733,19	743,25
750,0	753,31	763,37	773,42	783,47	793,51
800,0	803,55	813,58	823,61	833,63	843,65
850,0	853,65	863,66	873,65	883,64	893,62
900,0	903,60	913,56	923,52	933,47	943,41
950,0	953,35	963,27	973,19	983,09	992,99
1 000,0	1 002,9				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,0	100,58	100,58	0,0
200,0	199,91	199,74	- 0,2
300,0	299,22	299,69	0,5
400,0	400,47	400,21	- 0,3
500,0	501,42	501,08	- 0,3
600,0	602,14	602,07	- 0,1
700,0	702,04	702,97	0,9
800,0	804,24	803,55	- 0,7
900,0	903,55	903,60	0,0
1 000,0	1 002,8	1 002,9	0,1

LM-PC-05-F-01 R12.4



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Instrumento de Referencia

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017403.
Certificado de Calibración	5047 del INM.
Próxima Calibración	2023-02-03.



El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del limite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-25213-001

Fin del Certificado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

 N° de Certificado : **1224-MPES-C-2021**

N° de Orden de trabajo : 0471

1. SOLICITANTE : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

 Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas
 Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8339020109

Alcance de Indicación : 30000 g

División de escala real (d) : 1 g

División de escala de verificación (e) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-57 (*)

Tipo de indicación : Electrónica

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Vicente Russo, Chiclayo 14011

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09



 Sandra Jurupe Melgarejo
 Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	25,3 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	58 %	57 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 264 - 2021
		MP-07	LM-C-299-2021
	Pesas (Clase de exactitud F1)	MP-10	LM-C-300-2021
		MP-11	LM-C-239-2021

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g la balanza indicó 29995 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
 (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

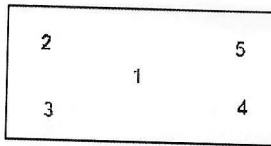
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)		Carga L1= 15 000 g				Carga L2= 30 000 g		
	Inicial	Final	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	
	25,3 °C	25,1 °C							
1			15 000	600	-100	30 001	700	800	
2			15 000	600	-100	30 001	800	700	
3			15 000	500	0	30 000	700	-200	
4			15 000	600	-100	30 001	700	800	
5			15 000	500	0	30 001	700	800	
6			15 000	500	0	30 001	700	800	
7			15 000	500	0	30 001	700	800	
8			15 000	600	-100	30 000	700	-200	
9			15 000	500	0	30 000	800	-300	
10			15 000	500	0	30 001	800	700	
Diferencia Máxima			100			1 100			
Error máximo permitido ±			2 000 mg			± 3 000 mg			

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	10	10	800	-300	10 000	10 000	800	-300	0
2		10	700	-200		9 999	300	-800	-600
3		10	700	-200		10 000	700	-200	0
4		10	700	-200		10 001	500	1 000	1 200
5		10	800	-300		10 000	700	-200	100
Error máximo permitido : ± 2 000 mg									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
10	10	800	-300						
50	50	700	-200	100	50	300	200	500	1 000
200	200	800	-300	0	200	300	200	500	1 000
1 000	1 000	800	-300	0	1 000	300	200	500	1 000
5 000	5 000	600	-100	200	5 000	400	100	400	1 000
10 000	10 000	900	-400	-100	10 000	500	0	300	2 000
15 000	15 000	500	0	300	15 001	800	700	1 000	2 000
20 000	20 000	400	100	400	20 000	200	300	600	2 000
25 000	25 001	700	800	1 100	25 001	800	700	1 000	3 000
28 000	28 001	800	700	1 000	28 001	700	800	1 100	3 000
30 000	30 001	700	800	1 100	30 001	700	800	1 100	3 000

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000023 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,45 \text{ g}^2 + 0,0000000017 \times R^2}$$

 R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1225-MPES-C-2021**

N° de Orden de trabajo : 0471

1. SOLICITANTE : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas
Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

Marca : AND

Modelo : GF-8000

Número de Serie : T0323226

Alcance de Indicación : 8100 g

División de escala real (d) : 0,1 g

División de escala de verificación (e) : 1 g

Procedencia : JAPON

Identificación : BAL-27 (*)

Tipo de indicación : Electrónica

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-11-04

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM- INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Vicente Russo, Chiclayo 14011

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09



Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	59 %	59 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 264 - 2021
		MP-07	LM-C-299-2021

7. OBSERVACIONES

Para 7000 g la balanza indicó 6999,7 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
 (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

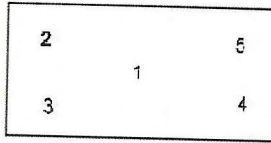
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,7 °C			Final 24,4 °C		
	Carga L1= 4 000,0 g			Carga L2= 8 000,0 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	3 999,9	90	-140	8 000,0	70	-20
2	3 999,8	70	-220	8 000,0	60	-10
3	3 999,8	50	-200	8 000,0	60	-10
4	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
5	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
6	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
7	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
8	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
9	3 999,9	90	-140	8 000,0	50	0
10	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
Diferencia Máxima	100			20		
Error máximo permitido ±	1 000 mg			± 2 000 mg		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	2,0	2,0	60	-10	2 500,0	2 499,9	40	-90	-80
2		2,0	40	10		2 500,0	90	-40	-50
3		2,0	50	0		2 500,0	70	-20	-20
4		2,0	50	0		2 499,8	90	-240	-240
5		2,0	60	-10		2 499,7	90	-340	-330
					Error máximo permitido : ± 1 000 mg				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
2,0	2,0	50	0						
5,0	5,0	60	-10	-10	5,0	60	-10	-10	1 000
20,0	20,0	60	-10	-10	20,0	50	0	0	1 000
500,0	500,0	90	-40	-40	500,0	70	-20	-20	1 000
1 000,0	999,9	30	-80	-80	1 000,0	80	-30	-30	1 000
5 000,0	4 999,8	20	-170	-170	4 999,9	60	-110	-110	1 000
6 000,0	5 999,8	20	-170	-170	5 999,9	60	-110	-110	2 000
7 000,0	6 999,9	40	-90	-90	7 000,0	80	-30	-30	2 000
7 500,0	7 500,0	80	-30	-30	7 500,0	50	0	0	2 000
8 000,0	8 000,0	50	0	0	8 000,1	90	60	60	2 000
8 100,0	8 100,1	90	60	60	8 100,1	90	60	60	2 000

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000012 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,0039 \text{ g}^2 + 0,000000011 \times R^2}$$

 R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-006-2022

pág. 1 de 4

1.- Expediente : 006
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Dirección : CAL. JUAN PABLO II NRO. 682 URB. LAS BRISAS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

3.- Equipo : BALANZA

Marca : KERN

Modelo : FKB16K0.1

N° Serie : W1408227

Procedencia : GERMANY

Identificación : BAL-37

Capacidad máxima : 16000 g

Capacidad mínima : NO INDICA

Div. De escala (d) : 0.1 g

Div. De verificación (e) : NO INDICA

Clase de exactitud : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

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.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos 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.

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 19/01/22
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Fecha de Emisión : 19/01/22

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. Secundino Burga Fernández
JEFE DE METROLOGÍA
REG. CIP. 189276

Ing. Secundino Burga Fernández
Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Jan Carlos Chavesta Reyes
TÉCNICO DE METROLOGÍA

Jan Carlos Chavesta Reyes
Técnico de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-006-2022

pág. 2 de 4

5.- Método de calibración

Los resultados de 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.

6.- Patrones de referencia

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

TRAZABILIDAD	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	JUEGO DE PESAS (1mg a 2 kg) CLASE DE EXACTITUD (M1)	1021-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	PESA 10 kg CLASE DE EXACTITUD(M2)	1030-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	PESA 5 kg CLASE DE EXACTITUD(M2)	1018-MPES-C-2021

7.- Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL
	28°C	28°C

HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	58%HR	58%HR

Medición N°	CARGA L1 (g) = 8000.00		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	7998.9	50.0	-1.100
2	7998.9	40.0	-1.090
3	7999.1	50.0	-0.900
4	7999.0	50.0	-1.000
5	7998.8	40.0	-1.190
6	7999.0	60.0	-1.010
7	7999.0	30.0	-0.980
8	7999.0	40.0	-0.990
9	7999.1	30.0	-0.880
10	7999.0	40.0	-0.990
Diferencia máxima (g)			0.310
± Error máximo permisible (g)			20.000

Medición N°	CARGA L2 (g) = 16000.00		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	16002.6	50.0	2.600
2	16001.5	40.0	1.510
3	16002.5	40.0	2.510
4	16001.8	30.0	1.820
5	16001.9	50.0	1.900
6	16000.8	60.0	0.790
7	16000.9	60.0	0.890
8	16000.8	50.0	0.800
9	16001.3	40.0	1.310
10	16001.2	40.0	1.210
Diferencia máxima (g)			1.810
± Error máximo permisible (g)			20.000



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

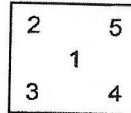
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-006-2022

pág. 3 de 4

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

POSICIÓN DE LAS CARGAS

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL
	28.2°C	28.5°C



HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	58.2%HR	58%HR

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACIÓN DE E ₀				DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E _c				
	CARGA EN CERO (g)	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (g)	CARGA L(g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)
1	1.00	0.90	50.0	-0.100	5000.00	4999.40	40	-0.590	-0.490
2		1.00	40.0	0.010		4998.30	50	-1.700	-1.710
3		1.00	40.0	0.010		4997.60	50	-2.400	-2.410
4		1.00	50.0	0.000		4999.80	40	-0.190	-0.190
5		1.00	50.0	0.000		5002.20	40	2.210	2.210
± Error máximo permisible (g)									20.000

Ensayo de pesaje

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL
	27°C	27°C

HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	65%HR	65%HR

CARGA L(g)	CRECIENTE				DECRECIENTE				± EMP (g)
	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	
1.000	1.00	40.0	0.010	.....	.....	.....	.....	.....	.....
200.000	200.00	50.0	0.000	-0.010	199.600	40.000	-0.400	-0.400	10.000
500.000	500.00	50.0	0.000	-0.010	499.600	50.000	-0.410	-0.410	10.000
1000.000	1000.00	40.0	0.010	0.000	999.800	50.000	-0.210	-0.210	10.000
2000.000	2000.00	40.0	0.010	0.000	1999.600	40.000	-0.400	-0.400	10.000
3000.000	3000.10	50.0	0.100	0.090	2999.900	40.000	-0.100	-0.100	10.000
5000.000	4999.30	40.0	-0.690	-0.700	4999.300	40.000	-0.700	-0.700	20.000
8000.000	7999.10	50.0	-0.900	-0.910	7999.200	50.000	-0.810	-0.810	20.000
10000.000	10000.50	50.0	0.500	0.490	10000.300	50.000	0.290	0.290	20.000
15000.000	15000.80	40.0	0.810	0.800	15000.400	50.000	0.390	0.390	20.000
16000.000	16001.50	40.0	1.510	1.500	16001.500	40.000	1.500	1.500	20.000

L: Carga puesta sobre la balanza.

l: Lectura de la balanza.

ΔL: Carga incrementada.

E₀: Error en cero.

E: Error encontrado.

E_c: Error corregido.

EMP: Error máximo permisible

Incertidumbre expandida de medición

Lectura corregida

$$U_R = 2 \times \sqrt{0.454835002 \text{ g}^2 + 3.01175\text{E-}08 \text{ R}^2}$$

$$R_{\text{corregida}} = R + (-1.12151\text{E-}05) \text{ R}$$



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP-LM-006-2022

pág. 4 de 4

8.- 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 de largo plazo.

9.- Observaciones:

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

10.- Evidencias:

- Se adjunta una foto del equipo calibrado.



*Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia***INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV- 383 - 2021**

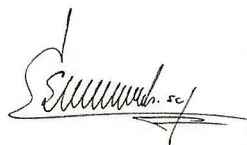
Página 1 de 2

1. Expediente	210511	Este Informe de verificación 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	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	
3. Dirección	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - LAMBAYEQUE	
4. Instrumento de medición	CARGA ABRASIVA (esferas)	
Fabricante	FORNEY	
Número de Serie	1001 (*)	
Modelo	LA-0855	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Tipo de indicación	NO APLICA	
5. Fecha de Verificación	2021-08-27	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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 verificación aquí declarados.
6. Lugar de Verificación	INSTALACIONES DE LA EMPRESA TÉCNICAS CP S.A.C.	Este Informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El Informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-28

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por Eleazar
Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.08.31 13:02:58 -05'00'

Sello



*Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia***INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV- 383 - 2021**

Página 2 de 2

7. Método de Verificación

La verificación se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM / INACAL 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	19 °C	19 °C
Presión Atmosférica	71 %	70 %

9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al DM-INACAL, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de verificaci
Regla de acero Clase I INACAL DM / LLA-445-2020	Regla Metálica de 1 000 mm con incertidumbre de 200 µm	L-0132-2021
Magnificador óptico con aproximación de lectura de 0,1 mm INACAL DM / LLA-122-2019		
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	MT-LM-013-2021

10. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,72	416,0
2	46,71	415,9
3	46,71	416,1
4	46,71	415,8
5	46,71	415,9
6	46,71	416,1

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
7	46,71	416,0
8	46,70	416,0
9	46,71	416,0
10	46,71	415,8
11	46,71	415,8
12	46,71	415,7

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.

11. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **VERIFICADO**.
- (*) Serie indicada en el equipo al que pertenece las esferas

*Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 047 - 2021**

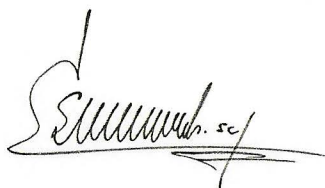
Página 1 de 3

1. Expediente	210475	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	
3. Dirección	Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	
Fabricante	TAMIEQUIPOS	
Número de Serie	005	
Modelo	TM15	
Alcance de Indicación	0 a 9999 Vueltas	
Div. de escala / Resolución	1 Vuelta	
Identificación	MAQ-ABR-01 (*)	
Procedencia	COLOMBIA	
Tipo de indicación	ANALOGICO	
5. Fecha de Calibración	2021-09-11	
6. Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	

Fecha de Emisión

2021-09-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.09.16 12:41:29
-05'00'

Sello



Área de Metrología

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 047 - 2021**

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM / INACAL 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	20,2 °C	20,3 °C
Presión Atmosférica	76 %	76 %

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Tacómetro Óptico LTF-C-018-2020	TACÓMETRO ÓPTICO Incertidumbre del orden de 0,2 rpm	T's-0019-2021
Anillo Patrón INACAL DM / LLA-005-2020	Pie de rey 300 mm con incertidumbre de 11 um	F-1039-2020
Cilindro Patrón INACAL DM / LLA-037-2020		
Bloques Patrón (grado 0) INACAL DM / LLA-275-2018		
Bloques Patrón (grado 1) INACAL DM / LLA-C-035-2019		
Regla Metálica LLA-445-2020	REGLA METÁLICA con incertidumbre de medición de 0,2 mm.	L-0132-2021
Magnificador Óptico LLA-122-2019		
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	MT-LM-013-2021

10. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,35	406,3
2	46,38	406,3
3	46,38	406,3
4	46,39	406,6
5	46,35	406,2
6	46,37	406,3

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
7	46,36	406,1
8	46,34	406,1
9	46,38	406,4
10	46,70	415,9
11	46,71	416,0

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	33	33	33	33,0
120	65	65	65	32,0
180	97	97	97	32,0
240	128	128	128	31,0
300	160	160	160	32,0
360	192	192	192	32,0
420	224	224	224	32,0
480	256	256	256	32,0
540	288	288	288	32,0
600	320	320	320	32,0
660	352	352	352	32,0
720	384	384	384	32,0
780	416	416	416	32,0
840	448	448	448	32,0
900	480	480	480	32,0

Características del tambor del equipo

Diámetro Interior	711 mm
Longitud Interior	511 mm

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

Fin del documento



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-25213-001 R0

Page / Pág. 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA ELETRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETOS	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNACIONAL	
Modelo <i>Model</i>	DIGITAL ADR	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	188614762	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PC-03	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
Dirección <i>Address</i>	CAL. JUAN PABLO II NRO. 682 URB. LAS BRISAS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
Ciudad <i>City</i>	CHICLAYO - PERÚ	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 22	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 01 - 11	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,1 kN
Resolución	0,1 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	20 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S ₂ ' No Aplica ----	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica ----	
%	kN						
10	100,0	100,84	100,33	----	100,56	----	100,58
20	200,0	199,08	200,41	----	200,25	----	199,91
30	300,0	298,41	299,49	----	299,75	----	299,22
40	400,0	400,64	400,55	----	400,23	----	400,47
50	500,0	501,60	501,41	----	501,25	----	501,42
60	600,0	602,88	602,33	----	601,22	----	602,14
70	700,0	702,10	702,05	----	701,98	----	702,04
80	800,0	804,04	804,45	----	804,23	----	804,24
90	900,0	903,80	903,31	----	903,55	----	903,55
100	1 000,0	1 002,9	1 002,8	----	1 002,8	----	1 002,8

LM-PC-05-F-01 R12.4



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

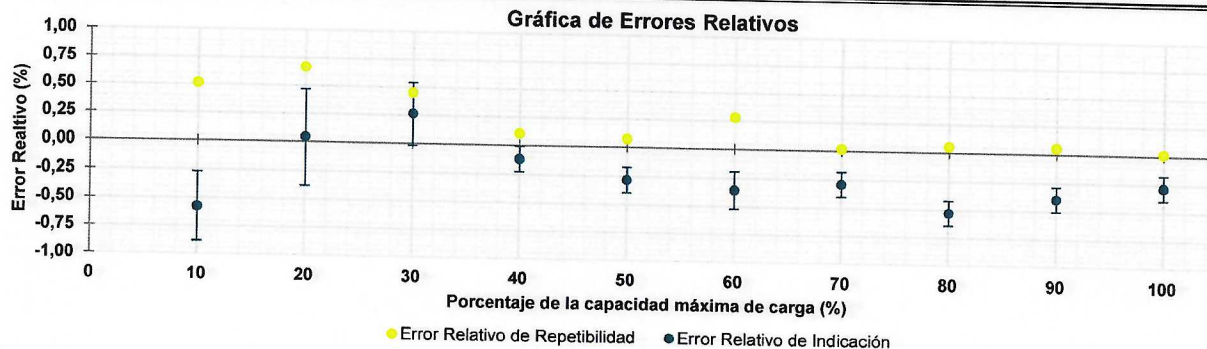
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,010	0,020	----	0,010	----

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kN	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ -----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
10	100,00	-0,58	0,51	----	0,100	0,31	0,31	2,01
20	200,00	0,04	0,67	----	0,050	0,85	0,42	2,01
30	300,00	0,26	0,45	----	0,033	0,83	0,28	2,01
40	400,00	-0,12	0,10	----	0,025	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,28	0,07	----	0,020	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,36	0,28	----	0,017	0,99	0,16	2,01
70	700,00	-0,29	0,02	----	0,014	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,53	0,05	----	0,013	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,39	0,05	----	0,011	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,28	0,02	----	0,010	1,1	0,11	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. ubicada en CHICLAYO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 23,0 °C

Temperatura Ambiente Mínima: 22,9 °C

Humedad Relativa Máxima: 55 % HR

Humedad Relativa Mínima: 54 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.4



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
2,43570 E00	9,75690 E-01	6,16420 E-05	-3,68877 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
100,0	100,58	110,46	120,34	130,24	140,14
150,0	150,05	159,97	169,90	179,84	189,79
200,0	199,74	209,71	219,68	229,66	239,64
250,0	249,63	259,63	269,64	279,65	289,67
300,0	299,69	309,72	319,76	329,80	339,85
350,0	349,90	359,95	370,01	380,07	390,14
400,0	400,21	410,29	420,37	430,45	440,53
450,0	450,62	460,71	470,80	480,89	490,98
500,0	501,08	511,18	521,28	531,37	541,47
550,0	551,57	561,67	571,78	581,88	591,97
600,0	602,07	612,17	622,27	632,36	642,46
650,0	652,55	662,64	672,72	682,81	692,89
700,0	702,97	713,05	723,12	733,19	743,25
750,0	753,31	763,37	773,42	783,47	793,51
800,0	803,55	813,58	823,61	833,63	843,65
850,0	853,65	863,66	873,65	883,64	893,62
900,0	903,60	913,56	923,52	933,47	943,41
950,0	953,35	963,27	973,19	983,09	992,99
1 000,0	1 002,9				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,0	100,58	100,58	0,0
200,0	199,91	199,74	- 0,2
300,0	299,22	299,69	0,5
400,0	400,47	400,21	- 0,3
500,0	501,42	501,08	- 0,3
600,0	602,14	602,07	- 0,1
700,0	702,04	702,97	0,9
800,0	804,24	803,55	- 0,7
900,0	903,55	903,60	0,0
1 000,0	1 002,8	1 002,9	0,1



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

Instrumento de Referencia

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017403.
Certificado de Calibración	5047 del INM.
Próxima Calibración	2023-02-03.

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del limite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-25213-001

Fin del Certificado

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1224-MPES-C-2021**

N° de Orden de trabajo : 0471

1. SOLICITANTE : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas
Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8339020109

Alcance de Indicación : 30000 g

División de escala real (d) : 1 g

División de escala de verificación (e) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-57 (*)

Tipo de indicación : Electrónica

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Vicente Russo, Chiclayo 14011

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09



Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	25,3 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	58 %	57 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 264 - 2021
		MP-07	LM-C-299-2021
	Pesas (Clase de exactitud F1)	MP-10	LM-C-300-2021
		MP-11	LM-C-239-2021

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g la balanza indicó 29995 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
 (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

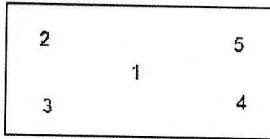
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 25,3 °C			Final 25,1 °C		
	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	15 000	600	-100	30 001	700	800
2	15 000	600	-100	30 001	800	700
3	15 000	500	0	30 000	700	-200
4	15 000	600	-100	30 001	700	800
5	15 000	500	0	30 001	700	800
6	15 000	500	0	30 001	700	800
7	15 000	500	0	30 000	700	-200
8	15 000	600	-100	30 000	800	-300
9	15 000	500	0	30 001	800	700
10	15 000	500	0	30 001	700	800
Diferencia Máxima			100			1 100
Error máximo permitido	± 2 000 mg			± 3 000 mg		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	10	10	800	-300	10 000	10 000	800	-300	0
2		10	700	-200		9 999	300	-800	-600
3		10	700	-200		10 000	700	-200	0
4		10	700	-200		10 001	500	1 000	1 200
5		10	800	-300		10 000	700	-200	100

Temp. (°C) Inicial: 25,1 °C Final: 25,3 °C

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 000 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
10	10	800	-300						
50	50	700	-200	100	50	300	200	500	1 000
200	200	800	-300	0	200	300	200	500	1 000
1 000	1 000	800	-300	0	1 000	300	200	500	1 000
5 000	5 000	600	-100	200	5 000	400	100	400	1 000
10 000	10 000	900	-400	-100	10 000	500	0	300	2 000
15 000	15 000	500	0	300	15 001	800	700	1 000	2 000
20 000	20 000	400	100	400	20 000	200	300	600	2 000
25 000	25 001	700	800	1 100	25 001	800	700	1 000	3 000
28 000	28 001	800	700	1 000	28 001	700	800	1 100	3 000
30 000	30 001	700	800	1 100	30 001	700	800	1 100	3 000

Temp. (°C) Inicial: 25,3 °C Final: 25,5 °C

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000023 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,45 \text{ g}^2 + 0,000000017 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

 Fin del certificado de calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1225-MPES-C-2021**
N° de Orden de trabajo : 0471
1. SOLICITANTE : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**
Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

Marca : AND
Modelo : GF-8000
Número de Serie : T0323226
Alcance de Indicación : 8100 g
División de escala real (d) : 0,1 g
División de escala de verificación (e) : 1 g
Procedencia : JAPON
Identificación : BAL-27 (*)
Tipo de indicación : Electrónica
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Vicente Russo, Chiclayo 14011



Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por

2021-11-09



Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	59 %	59 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 264 - 2021
		MP-07	LM-C-299-2021

7. OBSERVACIONES

Para 7000 g la balanza indicó 6999,7 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".
 (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

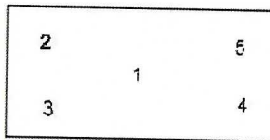
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,7 °C			Final 24,4 °C		
	Carga L1= 4 000,0 g			Carga L2= 8 000,0 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	3 999,9	90	-140	8 000,0	70	-20
2	3 999,8	70	-220	8 000,0	60	-10
3	3 999,8	50	-200	8 000,0	60	-10
4	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
5	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
6	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
7	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
8	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
9	3 999,9	90	-140	8 000,0	50	0
10	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
Diferencia Máxima			100			20
Error máximo permitido	± 1 000 mg			± 2 000 mg		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	2,0	2,0	60	-10	2 500,0	2 499,9	40	-90	-80
2		2,0	40	10		2 500,0	90	-40	-50
3		2,0	50	0		2 500,0	70	-20	-20
4		2,0	50	0		2 499,8	90	-240	-240
5		2,0	60	-10		2 499,7	90	-340	-330
					Error máximo permitido : ± 1 000 mg				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
2,0	2,0	50	0						
5,0	5,0	60	-10	-10	5,0	60	-10	-10	1 000
20,0	20,0	60	-10	-10	20,0	50	0	0	1 000
500,0	500,0	90	-40	-40	500,0	70	-20	-20	1 000
1 000,0	999,9	30	-80	-80	1 000,0	80	-30	-30	1 000
5 000,0	4 999,8	20	-170	-170	4 999,9	60	-110	-110	1 000
6 000,0	5 999,8	20	-170	-170	5 999,9	60	-110	-110	2 000
7 000,0	6 999,9	40	-90	-90	7 000,0	80	-30	-30	2 000
7 500,0	7 500,0	80	-30	-30	7 500,0	50	0	0	2 000
8 000,0	8 000,0	50	0	0	8 000,1	90	60	60	2 000
8 100,0	8 100,1	90	60	60	8 100,1	90	60	60	2 000

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000012 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,0039 \text{ g}^2 + 0,000000011 \times R^2}$$

 R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

 Fin del certificado de calibración



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-006-2022

pág. 1 de 4

1.- Expediente : 006
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Dirección : CAL. JUAN PABLO II NRO. 682 URB. LAS BRISAS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

3.- Equipo : BALANZA

Marca : KERN

Modelo : FKB16K0.1

N° Serie : W1408227

Procedencia : GERMANY

Identificación : BAL-37

Capacidad máxima : 16000 g

Capacidad mínima : NO INDICA

Div. De escala (d) : 0.1 g

Div. De verificación (e) : NO INDICA

Clase de exactitud : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

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.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos 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.

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 19/01/22

Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Fecha de Emisión : 19/01/22

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. Secundino Burga Fernández
JEFE DE METROLOGÍA
REG. OIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Jan Carlos Chavesta Reyes
TÉCNICO DE METROLOGÍA

Ing. Secundino Burga Fernandez
Jefe del Laboratorio de Metrología

Jan Carlos Chavesta Reyes
Técnico de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-006-2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

pág. 2 de 4

5.- Método de calibración

Los resultados de 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.

6.- Patrones de referencia

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

TRAZABILIDAD	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	JUEGO DE PESAS (1mg a 2 kg) CLASE DE EXACTITUD (M1)	1021-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	PESA 10 kg CLASE DE EXACTITUD(M2)	1030-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	PESA 5 kg CLASE DE EXACTITUD(M2)	1018-MPES-C-2021

7.- Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL
	28°C	28°C

HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	58%HR	58%HR

Medición N°	CARGA L1 (g) = 8000.00		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	7998.9	50.0	-1.100
2	7998.9	40.0	-1.090
3	7999.1	50.0	-0.900
4	7999.0	50.0	-1.000
5	7998.8	40.0	-1.190
6	7999.0	60.0	-1.010
7	7999.0	30.0	-0.980
8	7999.0	40.0	-0.990
9	7999.1	30.0	-0.880
10	7999.0	40.0	-0.990
Diferencia máxima (g)		0.310	
± Error máximo permisible (g)		20.000	

Medición N°	CARGA L2 (g) = 16000.00		E (g)
	I (g)	ΔL (mg)	
1	16002.6	50.0	2.600
2	16001.5	40.0	1.510
3	16002.5	40.0	2.510
4	16001.8	30.0	1.820
5	16001.9	50.0	1.900
6	16000.8	60.0	0.790
7	16000.9	60.0	0.890
8	16000.8	50.0	0.800
9	16001.3	40.0	1.310
10	16001.2	40.0	1.210
Diferencia máxima (g)		1.810	
± Error máximo permisible (g)		20.000	



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-006-2022

pág. 3 de 4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

POSICIÓN DE LAS CARGAS

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL	<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	2	5	1		3	4	HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	2	5										
1												
3	4											
28.2°C	28.5°C	58.2%HR	58%HR									

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACIÓN DE E ₀				DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E _c				
	CARGA EN CERO (g)	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (g)	CARGA L(g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)
1	1.00	0.90	50.0	-0.100	5000.00	4999.40	40	-0.590	-0.490
2		1.00	40.0	0.010		4998.30	50	-1.700	-1.710
3		1.00	40.0	0.010		4997.60	50	-2.400	-2.410
4		1.00	50.0	0.000		4999.80	40	-0.190	-0.190
5		1.00	50.0	0.000		5002.20	40	2.210	2.210
± Error máximo permisible (g)									20.000

Ensayo de pesaje

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL	HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	27°C	27°C		65%HR	65%HR

CARGA L(g)	CRECIENTE				DECRECIENTE				± EMP (g)
	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	
1.000	1.00	40.0	0.010	.....	.....	.....	.....	.....	.....
200.000	200.00	50.0	0.000	-0.010	199.600	40.000	-0.400	-0.400	10.000
500.000	500.00	50.0	0.000	-0.010	499.600	50.000	-0.410	-0.410	10.000
1000.000	1000.00	40.0	0.010	0.000	999.800	50.000	-0.210	-0.210	10.000
2000.000	2000.00	40.0	0.010	0.000	1999.600	40.000	-0.400	-0.400	10.000
3000.000	3000.10	50.0	0.100	0.090	2999.900	40.000	-0.100	-0.100	10.000
5000.000	4999.30	40.0	-0.690	-0.700	4999.300	40.000	-0.700	-0.700	20.000
8000.000	7999.10	50.0	-0.900	-0.910	7999.200	50.000	-0.810	-0.810	20.000
10000.000	10000.50	50.0	0.500	0.490	10000.300	50.000	0.290	0.290	20.000
15000.000	15000.80	40.0	0.810	0.800	15000.400	50.000	0.390	0.390	20.000
16000.000	16001.50	40.0	1.510	1.500	16001.500	40.000	1.500	1.500	20.000

L: Carga puesta sobre la balanza.

l: Lectura de la balanza.

ΔL: Carga incrementada.

E₀: Error en cero.

E: Error encontrado.

E_c: Error corregido.

EMP: Error máximo permisible

Incertidumbre expandida de medición

Lectura corregida

$$U_R = 2 \times \sqrt{0.454835002 \text{ g}^2 + 3.01175\text{E}-08 \text{ R}^2}$$

$$R_{\text{corregida}} = R + (-1.12151\text{E}-05) \text{ R}$$



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-006-2022

pág. 4 de 4

8.- 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 de largo plazo.

9.- Observaciones:

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

10.- Evidencias:

- Se adjunta una foto del equipo calibrado.



*Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia***INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV- 383 - 2021**

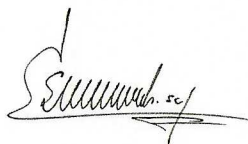
Página 1 de 2

1. Expediente	210511	Este Informe de verificación 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	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	
3. Dirección	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - LAMBAYEQUE	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una verificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de medición	CARGA ABRASIVA (esferas)	
Fabricante	FORNEY	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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 verificación aquí declarados.
Número de Serie	1001 (*)	
Modelo	LA-0855	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	U.S.A.	
Tipo de indicación	NO APLICA	
5. Fecha de Verificación	2021-08-27	Este Informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Lugar de Verificación	INSTALACIONES DE LA EMPRESA TÉCNICAS CP S.A.C.	El Informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-08-28

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por Eleazar
Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.08.31 13:02:58 -05'00'

Sello



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV- 383 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 2 de 2

7. Método de Verificación

La verificación se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM / INACAL 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	19 °C	19 °C
Presión Atmosférica	71 %	70 %

9. Patrones de referencia

Se utilizaron patrones trazables al DM-INACAL, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de verificaci
Regla de acero Clase I INACAL DM / LLA-445-2020	Regla Metálica de 1 000 mm con incertidumbre de 200 µm	L-0132-2021
Magnificador óptico con aproximación de lectura de 0,1 mm INACAL DM / LLA-122-2019		
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	MT-LM-013-2021

10. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,72	416,0
2	46,71	415,9
3	46,71	416,1
4	46,71	415,8
5	46,71	415,9
6	46,71	416,1

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
7	46,71	416,0
8	46,70	416,0
9	46,71	416,0
10	46,71	415,8
11	46,71	415,8
12	46,71	415,7

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.

11. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación **VERIFICADO**.
- (*) Serie indicada en el equipo al que pertenece las esferas

*Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 047 - 2021**

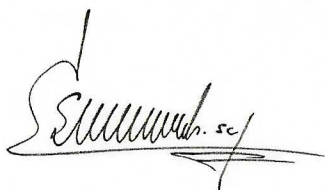
Página 1 de 3

1. Expediente	210475	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	
3. Dirección	Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	
Fabricante	TAMIEQUIPOS	
Número de Serie	005	
Modelo	TM15	
Alcance de Indicación	0 a 9999 Vueltas	
Div. de escala / Resolución	1 Vuelta	
Identificación	MAQ-ABR-01 (*)	
Procedencia	COLOMBIA	
Tipo de indicación	ANALOGICO	
5. Fecha de Calibración	2021-09-11	
6. Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS Av. Vicente Ruso lote 1 fundo El Cerrito - Chiclayo - LAMBAYEQUE	

Fecha de Emisión

2021-09-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.09.16 12:41:29
-05'00'

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LTF - 047 - 2021***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 DM / INACAL 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	20,2 °C	20,3 °C
Presión Atmosférica	76 %	76 %

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Tacómetro Óptico LTF-C-018-2020	TACÓMETRO ÓPTICO Incertidumbre del orden de 0,2 rpm	T's-0019-2021
Anillo Patrón INACAL DM / LLA-005-2020	Pie de rey 300 mm con incertidumbre de 11 μ m	F-1039-2020
Cilindro Patrón INACAL DM / LLA-037-2020		
Bloques Patrón (grado 0) INACAL DM / LLA-275-2018		
Bloques Patrón (grado 1) INACAL DM / LLA-C-035-2019		
Regla Metálica LLA-445-2020	REGLA METÁLICA con incertidumbre de medición de 0,2 mm.	L-0132-2021
Magnificador Óptico LLA-122-2019		
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	MT-LM-013-2021

10. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,35	406,3
2	46,38	406,3
3	46,38	406,3
4	46,39	406,6
5	46,35	406,2
6	46,37	406,3

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
7	46,36	406,1
8	46,34	406,1
9	46,38	406,4
10	46,70	415,9
11	46,71	416,0

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	33	33	33	33,0
120	65	65	65	32,0
180	97	97	97	32,0
240	128	128	128	31,0
300	160	160	160	32,0
360	192	192	192	32,0
420	224	224	224	32,0
480	256	256	256	32,0
540	288	288	288	32,0
600	320	320	320	32,0
660	352	352	352	32,0
720	384	384	384	32,0
780	416	416	416	32,0
840	448	448	448	32,0
900	480	480	480	32,0

Características del tambor del equipo

Diámetro Interior	711 mm
Longitud Interior	511 mm

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

Fin del documento