



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Aplicación De Concreto Permeable Como Una Nueva Alternativa De
Pavimentación En La Ciudad De Chimbote – Provincia De Santa – Ancash”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Joseph Walter Olivas Henriquez

ASESOR:

Ms. Atilio Ruben Lopez Carranza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

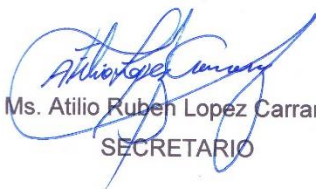
Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo damos conformidad para la sustentación de la Tesis Titulada “**Aplicación De Concreto Permeable Como Una Nueva Alternativa De Pavimentación En La Ciudad De Chimbote – Provincia De Santa – Ancash**”, la misma que debe ser defendida por el tesista aspirante a obtener el título Profesional de Ingeniero Civil, Bach. **Joseph Walter Olivas Henriquez**.

Nuevo Chimbote, 20 de Julio del 2017.



Dr. Rigoberto Cerna Chávez
PRESIDENTE



Ms. Atilio Ruben Lopez Carranza
SECRETARIO



Ing. Elena Quevedo Haro
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios en primer lugar por darme la vida y con ella la oportunidad y las fuerzas necesarias para poder cumplir mis metas y enfrentar las adversidades que la vida nos presenta.

A mis Padres, porque siempre están ahí conmigo cuando los requiero, por su ayuda, por sus consejos, sus sacrificios y por todo lo que me pueden dar.

A los docentes que vienen compartiendo sus conocimientos conmigo y porque nos brindan su apoyo y asesoría con la finalidad de hacer de nosotros unos profesionales preparados para la vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mis padres, por el amor incondicional, la paciencia y el tiempo que me han dedicado y mostrado todos estos años.

En segundo lugar, a los docentes, que me orientaron en mi formación académica.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Joseph Walter Olivas Henriquez con DNI N° 70300587, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 20 Julio 2017.



Joseph Walter Olivas Henriquez

PRESENTACIÓN

Distinguidos miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“Aplicación De Concreto Permeable Como Una Nueva Alternativa De Pavimentación En La Ciudad De Chimbote – Provincia De Santa – Ancash”**, con la intención de determinar la viabilidad del concreto permeable como una nueva alternativa de pavimento rígido, se inició la siguiente estructura iniciando con la Introducción que contiene la realidad problemática, trabajos previos y teorías relacionada al tema, formulación del problema, justificación del estudio, y objetivos; el Método que contiene el diseño de investigación, variables y operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad, métodos de análisis de datos y aspectos éticos; Resultados, Discusión, Conclusión, Recomendaciones y Referencias, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

El autor.

INDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. OBJETIVOS	28
1.1.1. Objetivo General	28
1.1.2. Objetivos Específicos	28
II. MÉTODO.....	29
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	29
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	29
2.2.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	30
2.3.1. Población y Muestra	30
2.3.2. Unidad de Estudio.....	30
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	30
2.4.1. Técnicas.....	30
2.4.2. Instrumentos	31
2.4.3. Validez y Confiabilidad	31
2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	31
2.6. ASPECTOS ÉTICOS	31
III. RESULTADOS.....	32
CUADRO N°01: Dosificación para un Concreto Permeable	32
CUADRO N°02: Comparación de Resistencias	32
CUADRO N°03: Comparación de Vacíos Interconectados	33
CUADRO N°04: Comparación de Resistencia a la Flexión.....	33
CUADRO N°05: Comparación de la Tasa a la Infiltración.....	34
IV. DISCUSIÓN	35

V. CONCLUSIONES.....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS	43
ANEXO 01:.....	44
ANEXO 02.....	45
ANEXO 03.....	45
ANEXO 04.....	46
ANEXO 05.....	46
ANEXO 06.....	47
ANEXO 07.....	51
ANEXO 08.....	55
ANEXO 09.....	59
ANEXO 10.....	63
ANEXO 11.....	73
ANEXO 12.....	75
ANEXO 13.....	77
ANEXO 14.....	79
ANEXO 15.....	81

RESUMEN

En esta tesis denominada: “**APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACIÓN EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE – PROVINCIA DE SANTA – ANCASH**”, buscamos determinar si el concreto permeable puede ser una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote. Con la finalidad de cuidar el medio ambiente, ya que el concreto permeable ofrece ciertas ventajas, tanto a la naturaleza como a los peatones y conductores.

Para lo cual se realizaron una serie de ensayos con la finalidad de analizar el comportamiento de un concreto diseñado. Este análisis se realizó a través de una serie de ensayos aplicados a probetas cilíndricas para ver la resistencia a la compresión, porcentaje de vacíos y tasa de infiltración; de igual modo a vigas de concreto para ver la resistencia a la flexión, las cuales fueron analizadas en laboratorio, donde se realizó los ensayos mecánicos para el conocimiento de sus propiedades; estos datos obtenidos del laboratorio son correlacionados a través de normas las cuales indican en rangos. Los datos fueron procesados usando como programa Microsoft Excel.

Debido a los resultados obtenidos, se concluyó que el concreto diseñado cumple con todos los parámetros de la norma del ACI para ser considerado permeable, además, puede ser usado en pavimentos especiales, y para tránsito liviano.

PALABRAS CLAVES: Concreto Permeable, Resistencia, Infiltración, Flexión

ABSTRACT

In this thesis entitled: "APPLICATION OF PERMEABLE CONCRETE AS A NEW PAVING ALTERNATOR IN THE CITY OF CHIMBOTE - PROVINCE OF SANTA - ANCASH", we seek to determine if permeable concrete can be a new paving alternative in the city of Chimbote. In order to take care of the average environment, since the permeable concrete offers certain advantages, as much to the nature as the pedestrians and conductors.

To carry out a series of tests with the purpose of analyzing the behavior of a designed concrete. This analysis was carried out through a series of tests applied to cylindrical specimens to see the compressive strength, the percentage of voids and the rate of infiltration; Similarly to concrete beams to see the flexural strength, which were analyzed in the laboratory, where the mechanical tests were performed for the knowledge of their properties; These data obtained from the laboratory are correlated through norms which indicate in ranges. The data was processed using the Microsoft Excel program.

Due to the results obtained, it has been concluded that the concrete designed complies with all the parameters of the ACI standard to be considered permeable, in addition, it can be used in special pavements, and for light traffic.

KEYWORDS: Permeable Concrete, Resistance, Infiltration, Flexion

I. INTRODUCCIÓN

Existe una constante búsqueda de métodos nuevos en la construcción que puedan reducir los impactos hacia nuestro medio ambiente, por ello la tendencia a emplear más en sus utilidades materiales de naturaleza ecológica. La llamada construcción verde o construcción ecológica, ha cobrado a nivel mundial mucha importancia, debido a que se busca que cada proceso de construcción sea responsable con su entorno o ambiente, de ese modo se empleen manera eficiente recursos durante el tiempo de vida mayor en una construcción.

Los pavimentos de concreto permeables se encuentran en pleno auge de las construcciones sustentables.

La virtud principal en el caso del concreto permeable radica en su manejo del agua de lluvia adecuada, reconocida cualidad considerada como positiva por los organismos internacionales, entre ellas la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency).

Se emplean generalmente, los materiales acostumbrados en el concreto convencional; llámense agregados grueso, materiales cementantes, agua y aditivo. No obstante, el agregado fino se limita su empleo a cantidades pequeñas o se opta por depurarla de la composición en la mezcla. Aunque, al considerar el agregado fino la resistencia se incrementa y puede minimizar el contenido de vacíos, por ende la permeabilidad del concreto, que constituye la característica principal de este tipo de concretos.

En la década 80", el contexto socio-político se tornó con mayor atención a la preservación del medio ambiente, así como a la mejora en la calidad de vida de manera particular en el hábitat urbano. Ha resultado muy receptivo respecto a dicha ventaja, ya que la construcción fue exigida con este tipo de pavimento por entidades comunales distintas en toda Francia.

En Europa, han planteado esfuerzos para optimizar el conjunto de superficiales características de los pavimentos, mejor dicho, se intenta conseguir las soluciones siguientes al mismo tiempo:

Obtención de las mejores características destinadas al drenaje, a su vez se reflejan en una segura conducción (ausencia de proyecciones, de superficies deslizantes, de reflejos, etc.).

Regularidad superficial mayor y correcta.

Niveles sonoros de tráfico reducido.

Resistencia mecánica elevada, parecida a la existente en los concretos convencionales.

La investigación presente cuenta con las bases necesarias de investigación entre ellas, anteriores tesis respecto al tema, los mismos que sirven para apoyar la elaboración de otros proyectos.

En el plano internacional, Yalil F. y Castañeda, L. en su tesis: “Diseño y aplicación de concreto poroso en pavimentación” de la Pontificia Universidad Javeriana, Santiago de Cali – Colombia, en el año 2014, cuyo objetivo fue: el diseño de un concreto poroso destinado a estructuras de pavimento rígido, con la comparación de la inclusión o no de agregados finos en la mezcla. Se identificó la apropiada metodología, para el diseño de un concreto poroso con y sin agregados finos. También se buscó caracterizar cada agregado en la utilización en concretos porosos. Evaluar las características de naturaleza físico - mecánicas en las mezclas de concreto poroso, mediante ensayos de laboratorio empleados para convencionales concretos. Determinar la viabilidad económica de la aplicación de concreto poroso, al comparar con aplicaciones de pavimento convencional en proyectos de infraestructura vial. Se concluyó afirmando que el concreto poroso Tipo I, empleado en la investigación presente contribuyó a disminuir la escorrentía superficial, se utilizó complementariamente un sistema de drenaje, con la finalidad de disponer con adecuación el agua, evitando que ésta quede afectada en sus propiedades mecánicas propias del concreto poroso.

La relación existente entre la resistencia y la porosidad del concreto son proporcionales inversamente, ya que a más cantidad de poros será menor la resistencia del concreto. En este estudio, aunque la mezcla Tipo I contenga menos cantidad de vacíos, evidencia un comportamiento mecánicamente mejor que la mezcla Tipo II que contiene una cantidad de vacíos mayor.

El concreto poroso Tipo I, se emplea como alternativa segura de mitigación ambiental, ya que permite que el agua de lluvia penetre en su estructura, generando una recarga en los acuíferos.

De acuerdo a los resultados de cada ensayo realizado y los datos que se recolectaron para elaborar el documento, el concreto poroso Tipo I puede utilizarse para alguna estructura de concreto a modo de capa de rodadura en tráfico liviano o ligero.

Implementación de estacionamientos, andenes peatonales, ciclo vías, entre otras.

El concreto poroso Tipo I, desarrollado en la investigación, contribuyó con reducir la escorrentía superficial, debido a que la enorme cantidad de poros contenidos le otorga la permeabilidad como propiedad mecánica, generando que los fluidos penetran con mayor facilidad su estructura en comparación al del concreto convencional.

Si de alcanzar un desempeño óptimo del concreto poroso Tipo I, en la estructura de todo pavimento a modo de capa de rodadura, debe contarse con un complementario sistema de drenaje, que reduzca las dificultades de colmatación por la carencia de finos.

El agregado grueso de $\frac{1}{2}$ pulgada considerado en la mezcla del concreto Tipo I, genera mejor manejabilidad en la mezcla, por ello se deduce para este tipo de concretos algo ideal, es decir la utilización de gruesos agregados con tamaños de tipo máximos inferiores.

A nivel nacional, Azañedo, Chavez y Muñoz, en su tesis: “Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera la victoria, cemento portland tipo i con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la ciudad de Cajamarca” realizado en la Universidad Nacional de Cajamarca en el año 2007, su objetivo fue plantear un diseño de mezcla de concreto poroso, empleando cemento Pórtland tipo I y agregado de la cantera La Victoria con adición de tiras de plástico además de resistencias mecánicas para el uso en pavimentos que generen un drenaje adecuado para su final disposición. Sus concluyeron evidenciaron que el grueso agregado de la cantera La Victoria se adecua al Huso Granulométrico N° 8 (3/8” – N° 8), ello

facilita el diseño de mezcla de Concreto Poroso apropiado para la ciudad de Cajamarca, se empleó el Método del Comité 211 3R 97 para concretos de Cero Slump. Se verificó que las resistencias a compresión y a flexión de concreto porosos mayores se obtuvieron con mezclas con aditivo reductor de agua. Considerando el cemento Sol Tipo I, aditivo reductor de agua y tiras plásticas en la mezcla de concreto poroso, se obtuvo mejor relación costo/beneficio. Finalmente se afirma que el diseño de Código: III-IS-D-1PE10-RA (Diseño Base con cemento Sol Tipo I + adición de tiras plástica óptima 0.1% respecto al peso de la tanda + aditivo Reductor de Agua), resulta adecuado para su uso, ya que ofrece resultados mucho mejores en ambos estados: fresco y endurecido. La carpeta de rodadura del pavimento poroso del diseño propuesto, quedó formado por una capa de concreto poroso cuyo volumen de poros asciende 18% con un espesor de 20 cm, La subbase requiere un espesor de 20 cm por resultar necesario para drenajes de la lluvia de diseño, ambas capas solas evidencian un espesor de 40 cm en conjunto, mucho mayor en comparación con el recomendado total para el pavimento poroso considerando el constructivo punto de vista que es de 17.5cm para el CBR de 12 de la subrasante. La base, o filtro granular superior, tendrá el espesor mínimo, siendo de 10 cm en este caso. Esta capa se formará por grava de tamaño medio 1,2cm (1/2"), máximo 2,5 cm (1") y menos del 5% bajo los 0,2 cm. Así al espesor total del pavimento poroso le corresponderá 50 cm.

Para el desarrollo de esta tesis se fundamentó en varios conocimientos ya existentes, que nos dicen acerca del concreto lo siguiente:

El concreto tiene en su historia en paralelo a la del hombre, esto se entiende por suya es la búsqueda de espacios adecuados para vivir con la mayor seguridad, comodidad y posible protección. A partir del hecho de que el ser humano pudo superar el período de las cavernas, se ha esmerado en aplicar sus esfuerzos mayores para delimitar su espacio vital, logrando satisfacer primero las necesidades destinadas a la vivienda y luego erigiendo con requerimientos específicos construcciones tales como palacios, templos,

museos como resultados de los esfuerzos que constituyen las bases para el progreso de toda la humanidad. Los antiguos egipcios utilizaban el mortero para unir losas y bloques de piedra, en el caso de los constructores romanos y descubrieron que se producía un mortero de fuerza enorme con depósitos volcánicos, mezclados con arena y caliza. Ya en Inglaterra quedó patentada una mezcla de caliza molida, dura y calcinada con arcilla, al agregársele agua, generaba esta una pasta que se calcinaba de nuevo, luego se molía y batía hasta alcanzar un fino polvo considerado hoy el antecedente directo de nuestro tiempo. Básicamente, el concreto tiene en su composición agregados y una pasta formada por agua y cemento Portland. Los agregados son piedra triturada o grava (gruesos) y arena (finos) y En 1824, Joseph Aspdin, un albañil inglés patentó un producto denominado cemento Portland, ya que al endurecerse presentaba un color semejante al de piedras características a la de la isla Portland en Inglaterra (Reyes, 2007, p.2).

La composición del concreto consiste en la mezcla de arena gruesa, piedra, cemento y agua, que por la reacción química del agua y el cemento se endurece. La cantidad todo material para mezclarse depende estrictamente de la resistencia indicada en los planos respecto a las estructuras. La resistencia de columnas y de techos siempre requiere ser superior a la resistencia de falsos pisos y cimientos. A continuación del vaciado, se requiere garantizar la reacción química del cemento para desarrollar su resistencia. Esto principalmente sucede durante la primera semana es por ello que resulta muy importante mantenerlo con humedad durante ese tiempo. A dicho proceso se le denomina curado del concreto. El concreto presenta dos consecutivas etapas muy básicas: la primera cuando está fresco y la segunda al quedar endurecido (Aceros Arequipa, 2015, p.27).

Las principales propiedades del concreto en estado fresco son:

La Trabajabilidad: considerada como la mayor o menor labor que debe aportarse al concreto durante el estado fresco en cada proceso de mezclado, el de transporte, la colocación, además de la compactación. La forma usual para medir la "trabajabilidad" es gracias a "la prueba del slump". Los

instrumentos necesarios son un cono, una plancha base y una varilla de metal. Dicha prueba se basa en la medición de la altura de una masa de concreto que previamente fue extraída de un molde cuya forma es la de un cono. A mayor altura, también más trabajable será el concreto, de igual forma cuanto menos altura tenga, más seco y poco trabajable estará el concreto (Aceros Arequipa, 2015, p.28).

Segregación: suele ocurrir cuando los pesados agregados gruesos, tal es el caso de la piedra chancada quedan separadas de los demás materiales respecto al concreto. Debe controlarse el exceso en cuanto a la segregación si desea evitarse mezclas de calidad pésima. Ello ocurre, a modo de ilustración cuando el concreto es trasladado en buggy por un accidentado camino y de recorrido largo, es por ello que la piedra queda segregada, por ende, queda también en el fondo del buggy asentada (Aceros Arequipa, 2015, p.28).

Exudación: Se produce con una parte de agua que brota hacia la superficie en el concreto. Es importante el control de la exudación con la finalidad de evitar que se debilite la superficie con sobre - concentración de agua. Esto ocurre, como ejemplo, en la medida en que se excede el tiempo de vibrado generando en la superficie una acumulación con una mayor cantidad de agua a la que debería exudar normalmente (Aceros Arequipa, 2015, p.28).

Contracción: Proceso que genera en el concreto cambios de volumen a causa de la pérdida de agua debido a la evaporación, es originada por las variaciones en la temperatura y humedad del medio ambiente. El control es importante en la contracción ya que es posible la generación de problemas con la fisuración. Para reducir este problema, debe cumplirse con una medida denominada curado del concreto (Aceros Arequipa, 2015, p.29).

En cuanto a las propiedades del concreto caracterizados por su endurecido estado son:

Elasticidad: Definida como la capacidad de resultar elásticamente en determinados límites, en otras palabras, apenas deformado puede retornar a su original forma (Aceros Arequipa, 2015, p.29).

Resistencia: Capacidad del concreto consistente en soportar toda carga que se le aplique. Para el desarrollo con la indicada resistencia en los planos, es

necesario considerar en la preparación al cemento y demás agregados de elevada calidad. Debe considerarse también, un transporte vibrado, colocado, y adecuadamente curado (Aceros Arequipa, 2015, p.29).

Respecto al concreto permeable, puede argumentarse que:

El concreto permeable se distingue como un especial tipo de concreto con una porosidad alta, se emplea en aplicaciones cuyas superficies de concreto posibilitan el tránsito a través suyo de agua que ha provenido por precipitación u otras fuentes, quedando reducida la escorrentía superficial en un sitio y quedando recargado cada nivel de agua subterránea. La alta porosidad es posible de obtenerse mediante un contenido alto de vacíos interconectados. El concreto permeable normalmente presenta escasos agregados finos (a veces no los presenta) y tiene la cantidad suficiente de pasta de cemento para poder cubrir las partículas de grueso agregado incluso preservando la interconectividad de los vacíos. El concreto permeable es preferido en el uso tradicional en áreas con poco tráfico, áreas de estacionamiento, invernaderos y pasos peatonales. Resulta de importante aplicación para la construcción sostenible (National Ready Mixed Concrete Association, 2004, p.1)

Sobre las propiedades en estado fresco su clasificación es:

Asentamiento: Es una propiedad que no alcanza a definir la calidad del concreto poroso como en el caso del concreto convencional, aunque, su utilidad adquiere un conocimiento respecto a la manejabilidad de la mezcla. Los valores usados en la investigación están dentro de los rangos convencionales (IMCYC, 2008, párr.9).

Peso unitario: En el concreto permeable, el peso unitario tiene un orden del 70% del concreto convencional. Se determina conforme con lo especificado en la ASTM C1688 (IMCYC, 2008, párr.10).

Tiempo de fraguado: La mezcla del concreto poroso presenta una consistencia es por ello que se reduce el tiempo de fraguado, debido a ello se debe considerar necesariamente la inclusión de aditivos que posibiliten la colocación adecuada (IMCYC, 2008, párr.11).

Respecto a lo correspondiente al estado endurecido se conoce:

Porosidad: Equivale al porcentaje de fracción de huecos o vacíos dentro de la estructura del concreto, ya anteriores investigaciones establecieron que dicho

porcentaje debe oscilar entre el 15% al 25% como rango para así denominar la porosa estructura (IMCYC, 2008, párr.12).

Permeabilidad: Capacidad que posee el concreto poroso para facilitar el flujo de agua atravesando su interior gracias a que tiene la posibilidad de no alterar su estructura misma, propiedad que puede cambiar si no cuenta para el concreto poroso con los métodos de colocación, esto se entiende porque al compactarse mucho pueden sellarse los poros, generando que se pierda la fluidez de un líquido cuando atraviere su estructura (IMCYC, 2008, párr.13).

Respecto a las propiedades mecánicas:

En cuanto a la resistencia típica a compresión, esta se aproxima a 17 MPa, aunque, en otras investigaciones se ha alcanzado hasta 28 MPa. La resistencia a la compresión directamente depende de los materiales de la mezcla, del esfuerzo de compactación y del porcentaje de vacíos (IMCYC, 2008, párr.14).

Sobre el valor de la resistencia a la flexión oscila entre 1 – 3.8 MPa, dado que es una variable condicionada a gran variabilidad, se le calcula desde su resistencia a la compresión mediante relaciones empíricas. Además, no obstante que la contracción por secado se genera en un tiempo menor en estos concretos, es aproximadamente la mitad del orden en lo regular cuando se trata de un concreto convencional. Ya que la contracción por fraguado es menor, ello facilita la disminución del número de juntas por colocarlas más espaciadas o simplemente quedando eliminadas de acuerdo al tipo de pavimento (IMCYC, 2008, párr.15).

El concreto permeable presenta las ventajas siguientes:

Se reduce la necesidad de obras ante la finalidad de retener agua, esto es posible gracias a la capacidad de reducción en la escorrentía superficial pues se deja que atraviere su estructura porosa. También hay compatibilidad con alcantarillados, pero de capacidad pequeña, ello que se refleja como algo ventajoso desde una perspectiva económica porque se desarrolla en grandes áreas con un costo menor. (IMCYC, 2008, párr.17).

El concreto permeable es considerado en su uso como alternativa destinada a áreas de aparcamiento, también queda reducida la necesidad de construir pozos de retención para almacenar el agua pluvial, ya que puede actuar como área de retención, esto reducirá el costo al ahorrar construcciones con la instalación de bombas, pozos de retención, los tubos de drenaje, y todo su mantenimiento, así será posible construir también sistemas de alcantarillado, pero de menor tamaño (IMCYC, 2008, párr.18).

En el concreto permeable, la textura porosa proporciona una suficiente tracción para vehículos y reduce el efecto del hidropneumático, incluso con lluvia, de ese modo se brinda seguridad a los peatones y los conductores. El concreto permeable resulta resistente y durable al tiempo, cuya duración puede alcanzar entre 20 a 30 años, siempre y cuando se asista con el adecuado mantenimiento (IMCYC, 2008, párr.19).

Además, con el empleo del concreto poroso es posible presenciar una menor accidentalidad vehicular, esto se debe a que existe un porcentaje enorme de infiltración de agua y quedan reducidos los charcos, ello produce en la distancia de frenado una notoria disminución, ocurre de igual forma en la reflexión de la luz una reducción, por lo que impide el deslumbramiento (Moujir, 2014, p.25).

En la movilidad vehicular, una gran dificultad dentro de las ciudades ubicadas en países tropicales es el estancamiento de vehículos cuando hay presencia de lluvias, esto es todo un problema debido al gran porcentaje de accidentes, tal como se ha dado cuenta anteriormente en anteriores ventajas constituye un factor que se reduce con el empleo del concreto permeable, ello permitiría a la ciudad una mayor eficiencia en el flujo vehicular (Moujir, 2014, p.25).

Existen factores adicionales que deben tenerse en cuenta como extraordinarias ventajas en el uso del concreto permeable, es decir, la reducción en la contaminación acústica, además, al filtrar de manera natural el agua se logra que esta contenga menos organismos contaminantes o sea más pura, ello ayuda a que el agua llegue a los riachuelos, arroyos, ríos, etc., incluso en un mejor estado (Moujir, 2014, p.25).

El concreto poroso posibilita que se recarguen las fuentes de retención de agua subterráneas de manera más rápida y fácil, considerando en un mejor

estado su llegada. Se asocia al uso del concreto permeable una capacidad que facilita la filtración de los contaminantes de automóviles, ello es suficiente para impedir en áreas adyacentes la afectación, tal como acontece con las superficies impermeables (Moujir, 2014, p.25).

Cabe precisar que cuando se emplea combinándolo con zonas verdes, la estructura porosa facilita el ingreso de oxígeno y agua, lo que es prioritario para las plantas en su crecimiento ya que aportan calidad al aire y sombra (Moujir, 2014, p.25).

El efecto de isla de calor en construcción corresponde a una situación propia de la urbe, allí es muy típica las moles de concreto, pero este fenómeno se reduce debido a la enorme difusión del concreto permeable, considerando su estructura de poros es posible la circulación de aire, por ende cabe una retención de calor menor. Además, gracias al reflejo de la luz en el concreto permeable es posible una disminución de la temperatura ambiental, de manera especial en zonas urbanas (Moujir, 2014, p.26).

En cuanto a desventajas se tienen las siguientes:

En pronunciadas pendientes, el uso de concreto poroso posibilita que el agua escurra en la capa inferior, ello genera potencialmente sub-presiones que pueden ocasionar daños en las estructuras subyacentes de la capa de rodadura, si es que la pendiente es mayor al 1%. Cuando se aplica el concreto poroso debe procurarse hacerse con maquinaria que no resulte muy pesada, esto debido a las posibilidades de sobre compactación, ello haría que la estructura de los vacíos cambie, esto suele reflejarse en su capacidad de infiltración o permeabilidad, inclusive que se genere en su estructura porosa una colmatación, esto representa uno de los problemas principales muy potenciales en los concretos porosos, particularmente en la capa de rodadura (Moujir, 2014, p.26).

En cuanto a la colmatación, precisamente cabe mencionarse que por tal característica tan ligada a la porosidad, está contraindicado en zonas o terrenos con suelos impermeables el uso de este tipo de pavimentos, regiones climáticas con ciclos permanentes de hielo - deshielo, también regiones con un alto grado de erosión eólica o áridas, se incluyen también

zonas de tráfico alto, o donde exista posibilidad alta de colmatación (De Solminihac & Castro, 2012, p.35).

De manera concluyente, se puede afirmar que para la utilización de pavimentos porosos de hormigón considerados para problemas de aguas lluvias, como solución, es necesario enfocarse en tres fundamentales aspectos: un correcto proceso constructivo, un dimensionamiento correcto de la estructura para cumplir con los requerimientos estructurales e hidráulicos y que se incluya un diseño adecuado de la mezcla; un plan óptimo de mantención que evite la colmatación y que se inicie desde el momento de la construcción (Moujir, 2014, p.26).

En cuanto a la instalación del concreto permeable como pavimento tenemos la siguiente información:

Debe requerirse de un experimentado instalador de los pavimentos con concreto permeable para su cumplimiento óptimo. Tal como suele sucede con todo pavimento de concreto, la preparación de la base resulta importante. Debe estar compactada correctamente la base para poder obtener una superficie estable y uniforme. Si se coloca directamente el pavimento permeable en suelos arenosos o con grava es recomendable compactar la base entre 92% y 96% de la máxima densidad (ASTM D 1557). Cuando se trata de los suelos con arcilla o arenosos, el nivel de compactación depende estrictamente de las especificaciones en el diseño del pavimento, además es necesario la colocación sobre el suelo de una capa de piedra de gradación abierta. Se estila utilizar tejidos o telas de ingeniería para la separación de suelos de grano fino de la capa de piedra. Debe considerarse el cuidado para evitar sobre compactar el suelo con potencial expansión. Debe quedar humedecida la base antes de colocar las vías y el concreto con tráfico de construcción, es necesario que sean barridas con rastrillo y re compactadas. Para evitar que se asiente y se seque rápidamente el concreto permeable es necesario el humedecimiento de la base. Muy típico resulta el concreto permeable por contener una relación agua vs. Materiales cementantes (w/cm) de 0.35 a 0.45 con un contenido de vacíos de 15 a 25%. La mezcla se compone de materiales en base a agregado grueso, cemento y agua con

escaso o nulo agregado fino. Cuando se agrega una cantidad pequeña de agua al agregado fino, queda reducido el contenido de vacíos y la resistencia deseada en ciertas situaciones aumenta. Este material resulta muy sensible a los cambios en el contenido de agua, es por ello que se requiere necesariamente en el sitio de un ajuste de la mezcla fresca. Es fundamental la correcta cantidad de agua en el concreto, pues una cantidad grande de agua causa segregación, cuando se trata de poca agua se produce en la mezcladora la formación de pelotas y una lenta descarga. Un contenido bajo de agua puede también impedir el curado apropiado del concreto e inducirlo a una prematura falla superficial. Una correcta mezcla proporciona una apariencia húmedo-metálica o brillo. En el caso de un pavimento de concreto permeable se le puede colocar con formaletas deslizantes o con formaletas fijas. La manera más adecuada de colocar el concreto permeable es sobre el terreno mismo la colocación de formaletas, estas tienen en la parte superior de la formaleta una tira, de tal manera que puede retirarse el dispositivo de 3/8-1/2 in. (9 a 12 mm) colocado encima de la elevación final del pavimento. Respecto al corte, este puede ser por de manera manual o por vibración, se prefiere sin embargo el método por vibración con frecuencia (National Ready Mixed Concrete Association, 2004, p.2).

Tras cortar el concreto, se remueven las tiras y el concreto es manualmente compactado con un rodillo que deja unidas las formaletas. El rodillo permite consolidar el concreto fresco para lograr un fuerte enlace entre el agregado y la pasta, solo así se generará una superficie de rodadura transitable y suave. Considérese evitar una excesiva presión al emplear el rodillo ya que pueden colapsar los vacíos. Para aplicar el rodillo es necesario hacerse lo más pronto después del corte. La modulación de juntas de Concreto Permeable sigue las mismas reglas que para las losas de concreto apoyadas sobre el suelo, con algunas excepciones. Con menos cantidad de agua en el concreto fresco, se reduce la contracción del material endurecido significativamente, por lo tanto, los espacios entre juntas pueden ser más anchos, éstas son elaboradas con una herramienta de tipo rodillo. Lo que nos facilita a realizar el corte en menos tiempo, además, posibilita que el curado del concreto permeable se lleve sin interrupciones. Un curado adecuado es primordial para asegurar la integridad

estructural del pavimento de concreto permeable (National Ready Mixed Concrete Association, 2004, p.2).

Para prevenir la fisuración y dotar de una resistencia adecuada en la sección del pavimento de concreto permeable es importante asegurar una adecuada hidratación de la pasta de cemento a través del curado. Éste debe realizarse pasado los 20 minutos a la colocación del concreto, y continuar de esa manera por los próximos 7 días. También se pueden utilizar láminas de plástico para realizar el curado del concreto permeable (National Ready Mixed Concrete Association, 2004, p.2).

En cuanto a la resistencia a la compresión tenemos la siguiente información: Podemos definirla como la capacidad que tiene un elemento de resistir una carga aplastamiento. En algunos casos el material sometido a la carga se rompe, como también se ha visto que dicho material se deforma (Sanchez De Guzman, 2001, p.9).

La resistencia a la compresión es la principal característica mecánica que posee el concreto, también se estableció una relación directa entre el módulo de elasticidad del concreto y su resistencia a la compresión, donde, a mayor resistencia del concreto, mayor es el módulo de elasticidad del mismo (Sanchez De Guzman, 2001, p.9).

Respecto al módulo de rotura tenemos lo siguiente:

Se denomina también esfuerzo máximo de flexión. La resistencia a la flexión o módulo de rotura (MR) se define, como la resistencia a tracción del concreto, para el caso del concreto el valor de la resistencia a la flexión es menor que el valor de la resistencia a compresión (Sanchez De Guzman, 2001, p.9).

El módulo de rotura o resistencia a la flexión es una medida útil para el diseño de pavimentos elaborados de concreto, dado que las placas del pavimento trabajan principalmente a flexión; de ahí que en estos casos la calidad del concreto se especifique indicando su módulo de rotura (Sanchez De Guzman, 2001, p.9).

Para la elaboración de probetas en primer lugar, los moldes deben ser de acero, hierro forjado, PVC u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de encofrado no reactivo. Varilla la cual debe ser de hierro liso diámetro 5/8", de 60 cm de largo y con una de sus extremos boleados, así mismo debe usarse un mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 Kg (ASTM C-31, 2014, p.5).

Como equipo adicional se tiene un badilejo o llana, plancha de metal y un depósito que contenga el íntegro de la mezcla a colocar en la probeta.

Los especímenes deben ser cilindros de concreto vaciado y fraguado en posición vertical, de altura igual a dos veces el diámetro, siendo el espécimen estándar de 6X12 pulgadas, o de 4X8 pulgadas para agregado de tamaño máximo que no excede las 2" (ASTM C-31, 2014, p.5).

Colocar el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración (ASTM C-31, 2014, p.5).

Colocar el concreto en el interior del molde, depositándolo con cuidado alrededor del borde para asegurar la correcta distribución del concreto y una segregación mínima (ASTM C-31, 2014, p.5).

Llenar el molde en tres capas de igual volumen. En la última capa agregar la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación. Ajustar el sobrante o faltante de concreto con una porción de mezcla y completar el número de golpes faltantes. Cada capa se debe compactar con 25 penetraciones de la varilla, distribuyéndolas uniformemente en forma de espiral y terminando en el centro. La capa inferior se compacta en todo su espesor; la segunda y tercera capa se compacta penetrando no más de 1" en la capa anterior. Después de compactar cada capa golpear a los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con el mazo de goma para liberar las burbujas de aire que puedan estar atrapadas (es usual dar pequeños golpes con la varilla de hierro en caso de no contar con el mazo de goma) (ASTM C-31, 2014, p.6).

Enrasar el exceso de concreto con la varilla de compactación y completar con una llana metálica para mejorar el acabado superior. Debe darse el menor número de pasadas para obtener una superficie lisa y acabada (ASTM C-31, 2014, p.5).

Identificar los especímenes con la información correcta respecto a la fecha, tipo de mezcla y lugar de colocación. Hay que proteger adecuadamente la cara descubierta de los moldes con telas humedecidas o películas plásticas para evitar la pérdida de agua por evaporación (ASTM C-31, 2014, p.6).

“Después de elaboradas las probetas se transportarán al lugar de almacenamiento donde deberán permanecer sin ser perturbados durante el periodo de curado inicial. Si la parte superior de la probeta se daña durante el traslado se debe dar nuevamente el acabado. Durante las primeras 24 horas los moldes deberán estar a las siguientes temperaturas: para $f'c > 422 \text{ kg/cm}^2$: entre 20 y 26°C y para $f'c < 422 \text{ kg/cm}^2$: entre 16 y 27°C (ASTM C-31, 2014, p.6).

No deben transcurrir más de 15 minutos entre las operaciones de muestreo y moldeo de la mezcla de concreto. Se deben preparar al menos (02) probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad por el promedio. Lo usual es evaluar resistencias a los 7 y 28 días (ASTM C-31, 2014, p.6).

En cuanto a pavimento rígido, sabemos que:

Son aquellos pavimentos que está estructurados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Ésta transmite los esfuerzos directamente al terreno en una forma mínima, es auto-resistente. En el pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre éste, a diferencia del pavimento flexible que transmite sus esfuerzos a capas inferiores: Base, Sub-base y Sub-rasante (Centero, 2015, párr.5)

Al elaborar la losa de concreto, se debe acondicionar la base de apoyo a través del siguiente proceso:

Se escarificará la base del terraplén hasta 20 centímetros.

Se coloca el material apilado a lo largo de la carretera.

Con una moto-niveladora se tumba el material apilado, formando un camellón a lo largo de la carretera.

Mezclar material e incorporar la humedad optima y compactar, aplicando la siguiente ecuación: $\text{Humedad Optima} = \text{Humedad del agregado} + \text{Humedad hidrosfópica del material}$.

Colocación de capas sueltas que al compactarla quedan con un espesor de 20-30 centímetros. La compactación se hace por capas, por ello se debe escarificar la capa inmediata inferior 5.00 centímetros, para lograr un buen adosamiento entre la capa inferior y superior evitando así planos de falla.

A la última capa debemos darle una pendiente de 2% a la sección transversal, con la finalidad de garantizar que el espesor de la capa del pavimento sea igual en toda la sección transversal de la carretera. Este proceso se realiza con una moto-niveladora, la cual hace el perfilado. El acabado o conformación final se realiza con el compactando con un rodillo liso; la tolerancia admisible será de ± 3 centímetros con respecto a la cota del proyecto (Centero, 2015, párr.8).

Una vez haya sido acondicionada la base de apoyo se debe colocar el acero de refuerzo, el cual absorberá los esfuerzos a tracción. Cuando al largo de la vía no hay elementos como bocas de visitas se coloca malla trukson a lo largo y al diámetro seleccionado según las cargas que transitan o transitaran por la vía, en tanto que si hay elementos se hace el armado con cabillas a la sección que encierra el elemento para el posterior vaciado (Centero, 2015, párr.10).

Luego sobre la base compactada, la que deberá estar limpia, se recomienda aplicar una membrana asfáltica del tipo MC-30 o similar, con el objetivo de crear un puente de adherencia entre la base y el concreto fresco. Además, sirve para minimizar problemas de alabeo de losas y evitar la pérdida de agua de amasado. Deberán verificarse los requisitos topográficos, ya sea de la base, como así mismo del trazado, pendientes y peraltes, una vez colocado se deja entre 24 horas y 48 horas al aire libre, para la evaporación de los volátiles (Centero, 2015, párr.11).

Posteriormente se hace el vaciado del concreto, y el mismo se hace por paños, los cuales están previamente encofrados; la composición del concreto dependerá de cómo se vaya a efectuar el encofrado (Centero, 2010, párr.12).

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión ($S'c$) ó Modulo de Ruptura (MR) normalmente especificada a los 28 días. Los valores recomendados para el módulo de ruptura varían desde 41 Kg/cm² (583 psi) hasta los 50 Kg/cm² (711 psi) a los 28 días dependiendo del uso que vayan a tener (Centero, 2010, párr.13).

Por tal motivo el problema de la investigación fue:

¿El concreto permeable sería una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote – provincia del Santa – Ancash?

Esta tesis se justificó con la intención de desarrollar una alternativa de solución para la reducción del impacto ambiental en la ciudad de Chimbote, mediante la utilización del concreto permeable para la utilización en obras de pavimentación. Además de comprobar la funcionalidad de las propiedades mecánicas mínimas que permitan su buen funcionamiento y periodo de vida de diseño. Es por ello que ésta investigación se enfoca en el concreto permeable como una nueva alternativa de solución en el campo de la infraestructura vial.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Determinar si un concreto permeable sería una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote – provincia del Santa - Ancash.

1.1.2. Objetivos Específicos

Determinar la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro por 30 cm de alto.

Determinar el porcentaje de vacíos de las probetas cilíndricas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro por 30 cm de alto.

Determinar la resistencia a la flexión de las viguetas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de ancho por 15 cm de alto por 50 cm de largo.

Determinar la tasa de infiltración de las probetas cilíndricas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro por 30 cm de alto.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada: porque utiliza los conocimientos adquiridos en la práctica como las características y propiedades del concreto, para aplicarlo en las obras viales, y obtener resultados en beneficio de la población y el medio ambiente.

Descriptiva: Porque con la utilización del concreto permeable se buscará obtener resultados que determinen la viabilidad como una alternativa de pavimentación para mitigar los daños en el medio ambiente.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

Variable Independiente: Concreto Permeable

2.2.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Definición Conceptual:

El concreto permeable es un tipo especial de concreto con una alta porosidad, usado para aplicaciones en superficies de concreto que permita el paso a través de él de agua proveniente de precipitación y otras fuentes, reduciendo la escorrentía superficial de un sitio y recargando los niveles de agua subterránea. La alta porosidad se obtiene mediante un alto contenido de vacíos interconectados.

Definición Operacional:

Para determinar si el concreto permeable es una alternativa tiene que cumplir los parámetros establecidos, para lo cual se desarrollará:

Ensayo a flexión, que mide la tracción por flexión a la rotura de probetas prismáticas de hormigón, simplemente apoyadas.

Ensayo con determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. permeámetro, se mide el caudal de agua que atraviesa una muestra de suelo saturada colocada en un dispositivo llamado permeámetro.

Ensayo para el porcentaje de vacíos, Se determina la densidad bulk de una probeta, conformada en forma regular, de una mezcla asfáltica compactada, a partir de su masa seca y de su volumen.

Ensayo de compresión de probetas de concreto sirve para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión.

Indicadores:

Los indicadores a utilizar en la variable independiente tenemos: Resistencia a la flexión, Tasa de infiltración, Porcentaje de vacíos interconectados, Resistencia a la compresión.

Escala de medición:

Para la única variable la independiente como la dependiente su escala de medición es Nominal.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. Población y Muestra

El universo poblacional y la muestra estuvo conformado por 36 probetas de concreto permeable, distribuidas en 9 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión, 9 probetas para ensayo de resistencia a la flexión, 9 probetas para ensayo de porcentaje de vacíos interconectados y 9 probetas para ensayo de tasa de infiltración.

2.3.2. Unidad de Estudio

Las unidades de estudio será cada una de las probetas de concreto permeable.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1. Técnicas

Observación directa de los hechos:

Consiste en una técnica de visualización de los agregados existentes en las canteras, la cual permite conocer la información de forma cerrada y concreta sin alterarlas para demostrar algo que no es a favor del investigador.

2.4.2. Instrumentos

Se usaron protocolos, que fueron formatos estandarizados de acuerdo a la norma ASTM C39, ASTM C29, ASTM C293 y ASTM C1754, lo cual permitió recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos:

Diseño de mezcla (comité de diseño 211 ACI).

Ensayo de resistencia a la compresión (Norma ASTM C39).

Ensayo de porcentaje de vacíos interconectados (Norma ASTM C29).

Ensayo de resistencia a la flexión (Norma ASTM C293).

Ensayo de tasa de infiltración (Norma ASTM C1754).

2.4.3. Validez y Confiabilidad

Por haber sido realizado por un equipo altamente capacitado y especializado en la materia, con reconocimientos; se confiará en los resultados y no requiere validación por juicio de expertos por ser formatos estandarizados según la NTP.

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Análisis Descriptivo

De acuerdo a las escalas de las variables de estudio (nominal), se procedió a calcular su mediana, moda tabulando los datos en tablas de frecuencias o gráficos de barras o circular según sea la naturaleza de los resultados.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

El investigador se compromete a respetar y ser responsable con la veracidad de los resultados obtenidos, se confiará en los datos que serán dados por el laboratorio donde se realicen los ensayos.

III. RESULTADOS

CUADRO N°01: Dosificación para un Concreto Permeable

DOSIFICACIÓN PARA EL CONCRETO PERMEABLE F'C=175KG/CM²	
CEMENTO	1 pie ³
AGREGADO GRUESO	5.47 pie ³
AGUA	27.34 lts/bls

DESCRIPCIÓN:

En esta tabla se puede apreciar la dosificación en volumen del diseño de mezcla para un concreto permeable, cuya relación es 1 : 5.47 : 27.34 lts. elaborado por el método del ACI.

INTERPRETACIÓN:

La dosificación empleada es para un concreto de resistencia 175 kg/cm².

CUADRO N°02: Comparación de Resistencias

CUADRO COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS			
Resistencia por edad del concreto			
	7 días	14 días	28 días
CONCRETO PERMEABLE	122.86 kg/cm ²	153.00 kg/cm ²	185.47 kg/cm ²

DESCRIPCIÓN:

En esta tabla se puede apreciar las variaciones de la resistencia del concreto permeable diseñado de acuerdo a las edades, obteniéndose 122.86 kg/cm² a los 7 días de curado, 153.00 kg/cm² a los 14 días, y 185 kg/cm² a los 28 días.

INTERPRETACIÓN:

Se observa que el concreto diseñado alcanza la resistencia de diseño (175 kg/cm²); encontrándose dentro de los parámetros de un concreto permeable (28 kg/cm² – 280 kg/cm²), establecidos en la norma ACI – 522R.

CUADRO N°03: Comparación de Vacíos Interconectados

CUADRO COMPARATIVO DE VACIOS INTERCONETADOS			
Vacíos por edades del concreto			
	7 días	14 días	28 días
CONCRETO PERMEABLE	19.31 %	21.21 %	22.59 %

DESCRIPCIÓN:

En esta tabla se puede apreciar los resultados del ensayo para determinar el porcentaje de vacíos interconectados del concreto diseñado. A la edad de 7 días de curado se obtuvo 19.31% de vacíos, a 14 días, 21.21%, y a los 28 días, 22.59%.

INTERPRETACIÓN:

El porcentaje de vacíos interconectados del concreto elaborado se encuentra dentro de los parámetros de un concreto permeable (18% - 35%), establecidos en la norma ACI – 522R.

CUADRO N°04: Comparación de Resistencia a la Flexión

CUADRO COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS			
Resistencia a la Flexión por edad del concreto			
	7 días	14 días	28 días
CONCRETO PERMEABLE	1.44 MPa	1.88 MPa	2.33 MPa

DESCRIPCIÓN:

En esta tabla se puede apreciar las variaciones de la resistencia a la flexión del concreto permeable diseñado de acuerdo a las edades, obteniéndose 1.44 MPa a los 7 días de curado, 1.88 MPa a los 14 días, y 2.33 MPa a los 28 días.

INTERPRETACIÓN:

La resistencia a la flexión del concreto diseñado se encuentra dentro de los parámetros para un concreto permeable (1 – 3.8 MPa), establecidos en la norma ACI – 522R.

CUADRO N°05: Comparación de la Tasa a la Infiltración

CUADRO COMPARATIVO DE INFILTRACIÓN			
Infiltración por edad del concreto			
	7 días	14 días	28 días
CONCRETO PERMEABLE	9096.14 mm/h	9732.12 mm/h	10519.83 mm/h

DESCRIPCIÓN:

En esta tabla se puede observar los resultados del ensayo para determinar la tasa de infiltración del concreto permeable diseñado. Obteniendo una tasa de infiltración de 9096.14 mm/h a la edad de 7 días de curado, 9732.12 mm/h a edad de 14 días de curado, y 10519.83 mm/h a la edad de 28 días de curado.

INTERPRETACIÓN:

La tasa de infiltración del concreto diseñado se encuentra dentro del parámetro mínimo para un concreto permeable (100 plg/h o 2540 mm/h), establecidos en la norma ACI – 522R.

IV. DISCUSIÓN

CONCRETO DE PERMEABLE

Será sumamente importante analizar el comportamiento de la resistencia a edades tempranas, porque el objetivo de la tesis es demostrar la calidad del concreto permeable como una opción de pavimentación. En tal sentido se hará un análisis comparativo de los resultados a los 7, 14 y 28 días de la Resistencia a la Compresión, así mismo de la flexión, tasa de infiltración y porcentaje de vacíos

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En el estudio se pretendió examinar las variables mencionadas e identificar la calidad del concreto permeable. para dar respuesta a este objetivo se seleccionó una muestra de agregados (piedra) de dos canteras para el concreto permeable: chero para su posterior análisis; a continuación, se estarán discutiendo los principales hallazgos obtenidos con algunos estudios que tratan el mismo tema, mencionados en los antecedente también se discutirá con las normas ASTM, NTP, MTC y AASHTO las cuales rigen estándares de calidad que debe presentar todo agregado para la fabricación de concreto con una resistencia de 175 kg/cm²

Para los 7 días La resistencia a la compresión fue 122.86 kg/cm² (Ver tabla N°02) el mismo que representa el 70% respectivamente de la resistencia a la compresión del concreto diseñado a los 28 días (175 Kg/cm² que representa el 100%)

Según los autores, Yalil Felipe Moujir y Luis Castañeda, en su investigación, "Diseño y aplicación de concreto poroso en pavimentación", obtuvieron un resultado de 118.7 kg/cm² en el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días de curado, para un concreto con un diseño de 210 kg/cm².

Para los 14 días. La resistencia a la compresión fue 153.00 kg/cm² (Ver tabla N°02) el mismo que representa el 87% respectivamente de la resistencia a la

compresión del concreto patrón a los 28 días (175 Kg/cm² que representa el 100%)

Para los 28 días La resistencia a la compresión fue 185.47 kg/cm² (Ver tabla N°02) el mismo que representa el 100% respectivamente de la resistencia a la compresión del concreto diseñadi a los 28 días (175 Kg/cm² que representa el 100%)

Según los autores, Yalil Felipe Moujir y Luis Castañeda, en su investigación, “Diseño y aplicación de concreto poroso en pavimentación”, obtuvieron un resultado de 210.5 kg/cm² en el ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de curado, siendo un mejor resultado que el obtenido en la presente investigación, dado que el diseño es para una mayor resistencia.

ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS

El ensayo de porcentaje de vacíos interconectados nos permite revelar la característica principal del concreto permeable que es su porosidad; de la cual los resultados obtenidos están dentro del rengu establecido por los parámetros dados por el ACI 522R 06 y comparando estos resultados con otro trabajo mencionado anteriormente también sobrepasaron lo estipulado por la norma.

Para los 7 días con dosificaciones. El porcentaje de vacíos interconectados fue 19.31% (Ver tabla N°03)

Para los 14 días con dosificaciones. El porcentaje de vacíos interconectados fue 21.21% (Ver tabla N°03)

Para los 28 días con dosificaciones. El porcentaje de vacíos interconectados fue 22.59%(Ver tabla N°03)

Según los autores, Yalil Felipe Moujir y Luis Castañeda, en su investigación, “Diseño y aplicación de concreto poroso en pavimentación”, obtuvieron un resultado de 18.27% en el ensayo de porcentaje de vacíos interconectados realizado a las probetas de concreto permeable, obteniendo una mayor permeabilidad el diseño de mezcla realizado en la presente investigación.

MODULO DE ROTURA

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos

Rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

El módulo de rotura requerido por el procedimiento de diseño es el valor medio determinado después de 28 días utilizando el ensayo de carga en los tercios y carga en punto medio. De esta manera la rotura se producirá indefectiblemente en dicho punto (punto de aplicación de la carga) donde el momento flector es máximo.

Para los 7 días con dosificaciones. La resistencia a la flexión (módulo de rotura) fue 1.44 MPa (Ver cuadro N°04)

Según los autores, Yalil Felipe Moujir y Luis Castañeda, en su investigación, "Diseño y aplicación de concreto poroso en pavimentación", obtuvieron un resultado de 2.28 MPa en el ensayo de flexión a viguetas a los 7 días de curado, siendo un mejor resultado el obtenido en esa investigación; teniendo en cuenta que la resistencia para la que fue diseñada ese concreto fue de 210 kg/cm² en comparación a la resistencia diseñada en la presente investigación que fue de 175 kg/cm².

Para los 14 días con dosificaciones. La resistencia a la flexión (módulo de rotura) fue 1.88 MPa (Ver cuadro N°04)

Para los 28 días con dosificaciones. La resistencia a la flexión (módulo de rotura) fue 2.33 MPa (Ver cuadro N°04)

Según los autores, Yalil Felipe Moujir y Luis Castañeda, en su investigación, "Diseño y aplicación de concreto poroso en pavimentación", obtuvieron un

resultado de 2.62 MPa en el ensayo de flexión a viguetas a los 28 días de curado, siendo un mejor resultado que el obtenido en esa investigación. Pero los resultados obtenidos en la presente investigación son óptimos y no varían mucho con la investigación de Yalil y Luis considerando que la resistencia para que fue diseñada su concreto es mayor a la de la presente investigación.

De los resultados obtenidos podemos decir que el concreto permeable superó su resistencia de diseño ($f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$) a la compresión, y su resistencia a la flexión se encuentra dentro del rango establecido por el comité ACI - 522R (1 Mpa – 3.8 Mpa). Esto quiere decir que el concreto mejoró sus propiedades mecánicas con relación al tiempo de curado, a los 7, 14 y 28 días.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la resistencia a la compresión obtenida es de 185.47 kg/cm², por lo cual, se concluye que, es viable para obras de pavimentos especiales, tales como aceras o veredas, pases peatonales y ciclovías.
2. De acuerdo a los valores obtenidos en los ensayos de porcentaje de vacíos de las probetas evaluadas llegó al 22.59%, por lo cual, el diseño de mezcla cumple con los parámetros establecido por la Norma ACI – 522R 06, cuyo rango está entre 18% - 35%; obteniendo un concreto permeable.
3. De acuerdo a los valores obtenidos en los ensayos de resistencia a la flexión de las probetas evaluadas se llegó a 2.33 MPa, por lo cual, el diseño de mezcla cumple con los parámetros establecido por la Norma ACI – 522R 06, cuyo rango está entre 1 MPa – 3.8 MPa; siendo una buena alternativa para pavimentos.
4. De acuerdo a los valores obtenidos en los ensayos de tasa de infiltración de las probetas evaluadas se llegó a 10519.83 mm/h, por lo cual, el diseño de mezcla cumple con el parámetro mínimo de la norma ACI – 522R 06, cuyo valor es 100 plg/h o 2540 mmh/ para concretos permeables.
5. Para alcanzar una resistencia de 175 kg/cm² se debe realizar la siguiente dosificación: 341.50 Kg de cemento, 1833.35 Kg de agregado grueso ½" y 219.67 lts de agua por m³ de mezcla.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere a futuros tesisistas en ingeniería civil, que deben realizar más investigaciones sobre el concreto permeable, utilizando agregados de otras canteras, empleando otras dosificaciones, considerar la incorporación de algún aditivo, tal como un plastificante o un reductor de agua a fin de alcanzar mayores resistencias y puedan utilizarse en vías locales, colectoras, arteriales y expresas.
- Utilizar el concreto permeable con dosificación 1 : 5.47 : 27.34 lts para aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEROS AREQUIPA. 2015. "Manual del Maestro Constructor". Revista.

AGUADO De Cea, A. Aproximación al concreto poroso. Generalitat de Catalunya. *Revista Carreteras* 21. 1988

AZAÑEDO M., Wiston - CHÁVEZ J., Herald - MUÑOZ V., Richard. "diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera la victoria, cemento portland tipo I con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la ciudad de Cajamarca". Universidad Nacional de Cajamarca, 2007.

CALDERÓN, J.M. Caracterización de los concretos porosos. Trabajo de Grado. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, 1995

DE SOLMINIHAC, H., & CASTRO S, J. Pavimentos porosos de hormigón: Una opción para mitigar los efectos de las aguas lluvias, 2012

INSTITUTO MEXICANO DE CEMENTO Y DE CONCRETO. Construcción y tecnología en Concreto. 2008. Recuperado el 21 de Febrero de 2014, de <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>

JOFRE, C. Concretos Porosos. Instituto Español IECA. Revista *Cemento – Concreto* 722, 1993

MENESES O, C. M., & BRAVO E., C. H. Resistencia mecánica y condiciones de obra del concreto poroso en los pavimentos según el tipo de granulometría. Medellín: Universidad de Medellín. 2007 PEREZ R., Daniel. "estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos" Universidad Autónoma de México, facultad de ingeniería, 2009.

NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION. 2004. "Concreto en la Práctica – 38". Revista.

REYES Echevarria, Sara Guadalupe, 2007. Ing. Químico UV Poza Rica., "Manufactura del cemento Portland"

ROSELL, J. J. 1986. La práctica del concreto poroso. Generalitat de Catalunya. *Revista Carreteras* núm. 52. Enero – Febrero 1986.

Normas

American Society for Testing Materials (2003). Designation: C39/C 39M – 03, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. s.l.: ASTM Internacional. 5 p.

American Society for Testing Materials (2003). Designation: C29/C 29M – 03, Standard Test Method for Bulk Density (“Unity Weight”) and Voids in Aggregate. s.l.: ASTM Internacional. 4 p.

American Society for Testing Materials (2008). Designation: C293 – 08, Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam Whith Center-Point Loading). s.l.: ASTM Internacional. 3 p.

American Society for Testing Materials (2012). Designation: C1754/C 1754M - 12, Standard Test Method for Density and Void Content of Hardened Pervious Concrete. s.l.: ASTM Internacional. 6 p.

ANEXOS

ANEXO 01:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

Aplicación De Concreto Permeable Como Una Nueva Alternativa De Pavimentación En La Ciudad De
 Chimbote – Provincia De Santa – Ancash

La búsqueda constante de nuevos métodos de construcción que reduzcan el impacto sobre nuestro medio ambiente, hace que cada vez sean más utilizados los materiales de tipo ecológico. La denominada construcción ecológica o construcción verde ha tomado gran importancia a nivel mundial, ya que busca que los procesos de construcción sean responsables con el ambiente y ocupen recursos de manera eficiente durante todo el tiempo de vida de una construcción. Entre los desarrollos de construcción sustentable se encuentran los pavimentos de concreto permeables.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	JUSTIFICACIÓN
<p>¿El concreto permeable sería una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote – provincia del Santa – Ancash?</p>	<p>General: Determinar si un concreto permeable sería una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote – provincia del Santa - Ancash.</p> <hr/> <p>Específicos: Determinar la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro por 30 cm de alto. Determinar el porcentaje de vacíos de las probetas cilíndricas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro por 30 cm de alto. Determinar la resistencia a la flexión de las viguetas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de ancho por 15 cm de alto por 50 cm de largo. Determinar la tasa de infiltración de las probetas cilíndricas de concreto permeable, cuyas dimensiones son 15 cm de diámetro por 30 cm de alto.</p>	<p>La presente investigación busca desarrollar una alternativa de solución para la reducción del impacto ambiental en la ciudad de Chimbote, mediante la utilización del concreto permeable para la utilización en obras de pavimentación. Además de comprobar la funcionalidad de las propiedades mecánicas mínimas que permitan su buen funcionamiento y periodo de vida de diseño.</p> <p>Es por ello que ésta investigación se enfoca en el concreto permeable como una nueva alternativa de solución en el campo de la infraestructura vial.</p>

ANEXO 02**Formato de Prueba de Resistencia a la Compresión con la norma ASTM C39**

Edad: N días

Muestra	Peso (kg)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga Aplicada (kg)	F'c a N días (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)

ANEXO 03**Formato de Pruebas de Permeabilidad con la norma ASTM C1754**

Muestra	d cm	D cm	a cm ₂	A cm ²	h ₁ cm	h ₂ cm	t ₂ -t ₁ seg	L cm	k cm/s

Promedio:

ANEXO 04

Formato de Pruebas de Flexión con la norma ASTM C293

Edad: N días

Muestra	Peso (kg)	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Profundidad (cm ²)	Carga Aplicada (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)

ANEXO 05

Formato de Prueba de Porcentaje de Vacíos con la norma ASTM C29

	UNIDAD	M1	M2	M3
Peso del material suelto + la olla	gr			
Peso del material compacto + la olla	gr			
Peso de la olla	gr			
Volumen de la olla	l			
Peso volumétrico suelto	kg/m ³			
Peso volumétrico suelto promedio	kg/m ³			
Peso Volumétrico compactado	kg/m ³			
Peso volumétrico compactado promedio	kg/m ³			

ANEXO 06



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA : ABRIL DEL 2017

I. ESPECIFICACIONES:

La resistencia de diseño a los 28 días es de :
se desconoce el valor de la desviación estándar

$$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

1.2 Materiales:

1.2.1 Cemento:

- Cemento Tipo I
- Peso Especifico 3.11 gr/cm³

1.2.2 Agregado : PIEDRA ZARANDEADA CANTERA "CHERO"

- Peso Especifico de masa 2.810 gr/cm³
- Tamaño máximo nominal 1/2"
- Absorción 0.380 %
- Contenido de Humedad 0.180 %
- Peso seco varillado 1669.88 Kg/m³
- Peso Suelto Seco 1464.53 Kg/m³
- Módulo de Fineza 7.41

1.2.4 Agua

Potable de la zona

II. SECUENCIA DE DISEÑO

2.1 Selección de la Resistencia Promedio de Diseño ($f'cr$)

se tiene :

$$f'cr = f'c + 70 \quad 245 \text{ Kg/cm}^2$$

2.2 Selección del Tamaño Máximo Nominal:

El tamaño máximo nominal es: 1/2"

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Juan Rodríguez Pimichillo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C.L.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

2.3 Selección del Asentamiento:

Por condiciones de colocación se requiere de una mezcla plástica, con un asentamiento de 3" a 4"

2.4 Volumen Unitario de Agua:

Para una mezcla de concreto de 3" a 4" de asentamiento, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de: 1/2"
El volumen unitario de agua es: 216.00 lt/m³

2.5 Contenido de Aire

Las especificaciones indican que las características de la Piedra Zarandeada justifican trabajar con un contenido de aire atrapado 2.50 %

2.6 Relación Agua - Cemento

Para una resistencia de diseño: 245 Kg/cm² sin aire incorporado
Relación Agua - Cemento es: 0.6325 por resistencia

2.7 Factor Cemento:

Contenido de cemento: 341.50 Kg/m³
8.04 bls/m³

2.8 Volumen absoluto de pasta

- Cemento 0.110 m³
- Agua 0.216 m³
- Aire atrapado 0.025 m³
- Volumen absoluto de pasta 0.351 m³

2.9 Volumen Absoluto de Piedra Zarandeada

- Volumen Absoluto de Piedra Zarandeada 0.649 m³
- Peso seco de Piedra Zarandeada 1824.2 Kg/m³

2.10 Valores de diseño:

Cemento: 341.50 Kg/m³
Agua de diseño: 216 lt/m³
Piedra Zarandeada 1824.23 Kg/m³

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Pineda
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C.Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

2.12 Corrección por Humedad del Agregado:

De la Piedra Zarandeada 1833.35 Kg/m³
Humedad Superficial de:
De la Piedra Zarandeada -0.2000 %

Aportes de Humedad de los Agregados:

Piedra Zarandeada -3.67 lt/m³
Agua Efectiva: 219.67 lt/m³

Los pesos de los materiales ya corregidos serán:

Cemento: 341.50 Kg/m³
Agua Efectiva: 219.67 lt/m³
Piedra zarandeada humedo 1833.35 Kg/m³

2.13 Proporción en Peso:

1 5.37 0.64

2.14 Pesos por Tandas de un Saco:

Cemento: 42.5 Kg/saco
Agua Efectiva: 27.34 lt/saco
Piedra zarandeada 228.16 Kg/saco

2.15 Peso por pie cúbico del:

Piedra zarandeada 43.98 Kg/pie³

2.16 Dosificación en Volumen:

Cemento: 1.00 pie³
Piedra zarandeada 5.47 pie³

Dosificación:

1 5.47 27.34 lts

SE DEBERA EFECTUAR UNA MEZCLA DE PRUEBA A FIN DE VERIFICAR LAS CARACTERISTICAS DEL PRESENTE DISEÑO, PARA EFECTUAR POSIBLES CORRECCIONES EN OBRA

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Fiminchimo
GERENTE GENERAL

ANEXO 07



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA : ABRIL DEL 2017

ENSAYO DE COMPRESION

Nº Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm²)	Res. Obt. (Kg/cm²)	Res. Dis. (Kg/cm²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm²)	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 - C.P.	17/04/2017	24/04/2017	7	21712.20	176.72	122.86	175	70%	122.86	70%
2	PROBETA N° 02 - C.P.	17/04/2017	24/04/2017	7	21512.30	176.72	121.73	175	70%		
3	PROBETA N° 03 - C.P.	17/04/2017	24/04/2017	7	21911.10	176.72	123.99	175	71%		

Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) con cemento Tipo I debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 70% de la resistencia de Diseño.
A los 14 días: 85% de la resistencia de Diseño.
A los 28 días: 100% de la resistencia de Diseño.

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ina Juan Rodriguez Pimichimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C.L.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA : MAYO DEL 2017

ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Res. Dis. (Kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm ²)	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 - C.P	17/04/2017	01/05/2017	14	27149.00	176.72	153.63	175	88%	153.00	87%
2	PROBETA N° 02 - C.P.	17/04/2017	01/05/2017	14	26882.50	176.72	152.12	175	87%		
3	PROBETA N° 03 - C.P.	17/04/2017	01/05/2017	14	27085.30	176.72	153.27	175	88%		

Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) con cemento Tipo 1 debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 70% de la resistencia de Diseño.
A los 14 días: 85% de la resistencia de Diseño.
A los 28 días: 100% de la resistencia de Diseño.

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Enriquez Fiminchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH

UBICACION : DISTRITO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH

TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ

FECHA : MAYO DEL 2017

ENSAYO DE COMPRESION

N° Prob.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Carga Max. (Kg)	Sección (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Res. Dis. (Kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Promedio (Kg/cm ²)	Promedio (%)
1	PROBETA N° 01 - C.P.	18/04/2017	16/05/2017	28	32652.30	176.72	184.77	175	106%	185.47	106%
2	PROBETA N° 02 - C.P.	18/04/2017	16/05/2017	28	32721.20	176.72	185.16	175	106%		
3	PROBETA N° 03 - C.P.	18/04/2017	16/05/2017	28	32956.20	176.72	186.49	175	107%		

Observaciones:

La resistencia mínima alcanzada al ensayar las probetas (en Kg/cm²) con cemento Tipo I debe ser de la siguiente manera:

A los 07 días: 70% de la resistencia de Diseño.
A los 14 días: 85% de la resistencia de Diseño.
A los 28 días: 100% de la resistencia de Diseño.

Nota:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Ing. Juan Rodriguez Fimichimo
GERENTE GENERAL

ANEXO 08



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA ELABORACION : 18 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 25 DE ABRIL DEL 2017

ABSORCION Y PORCENTAJE DE VACIOS (ASTM C 29)

Muestra		P -1	P -2	P -3
Peso muestra saturada S.S.	(gr)	11990.00	11840.00	12590.00
Peso muestra seca	(gr)	9605.00	9555.00	10230.00
Absorcion	(%)	24.83	23.91	23.07
Absorcion promedio	(%)	23.94		
Porcentaje de Vacios	(%)	19.89	19.30	18.75
Porcentaje de Vacios promedio	(%)	19.31		

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Espinoza Fimirichimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote – Telf: 043 – 316715
www.corporaciongeotecnia.com –EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA ELABORACION : 18 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 02 DE MAYO DEL 2017

ABSORCION Y PORCENTAJE DE VACIOS (ASTM C 29)

Muestra		P -1	P -2	P -3
Peso muestra saturada S.S.	(gr)	12885.00	13121.00	12996.00
Peso muestra seca	(gr)	10060.00	10452.00	10220.00
Absorcion	(%)	28.08	25.54	27.16
Absorcion promedio	(%)	26.93		
Porcentaje de Vacios	(%)	21.92	20.34	21.36
Porcentaje de Vacios promedio	(%)	21.21		

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
GERENTE GENERAL




CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C 11.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA ELABORACION : 18 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 16 DE MAYO DEL 2017

ABSORCION Y PORCENTAJE DE VACIOS (ASTM C 29)

Muestra		P -1	P -2	P -3
Peso muestra saturada S.S.	(gr)	13244.60	13768.90	13284.80
Peso muestra seca	(gr)	10274.90	10678.10	10243.80
Absorcion	(%)	28.90	28.95	29.69
Absorcion promedio	(%)	29.18		
Porcentaje de Vacios	(%)	22.42	22.45	22.89
Porcentaje de Vacios promedio	(%)	22.59		

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodriguez Pimichunio
GERENTE GENERAL

ANEXO 09



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf: 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON (NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
ASUNTO : ENSAYO DE FLEXION DE PRISMAS DE CONCRETO PERMEABLE
UNIDAD : PRISMAS DE CONCRETO PERMEABLE
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 26 DE ABRIL DEL 2017

Tabla 5.4 Dimensionamiento de Prismas

PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
P- 01 C. P.	50.00	15.00	15.00	40.00
P- 02 C. P.	50.00	15.00	15.00	40.00
P- 03 C. P.	50.00	15.00	15.00	40.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Tabla 5.5 Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
P- 01 C. P.	1209.30	1.43	1.44
P- 02 C. P.	1216.00	1.44	
P- 03 C. P.	1220.10	1.45	

$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]
Q = carga máxima registrada [daN]
L = luz entre apoyos [cm]
b = ancho medio de la probeta [cm]
h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. ~~Josep~~ ~~Henriquez~~ ~~Piminchimo~~
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON (NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS : APLICACION DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
ASUNTO : ENSAYO DE FLEXION DE PRISMAS DE CONCRETO PERMEABLE
UNIDAD : PRISMAS DE CONCRETO PERMEABLE
FECHA VACEADO : 18 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 02 DE MAYO DEL 2017

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Prismas

PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
P-01 C. P.	50.00	15.00	15.00	42.00
P-02 C. P.	50.00	15.00	15.00	42.00
P-03 C. P.	50.00	15.00	15.00	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Tabla 1.2 Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
P-01 C. P.	1521.30	1.89	1.88
P-02 C. P.	1509.20	1.88	
P-03 C. P.	1511.50	1.88	

$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]
Q = carga máxima registrada [daN]
L = luz entre apoyos [cm]
b = ancho medio de la probeta [cm]
h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
URB. Primero de Mayo Mz. C Lt 09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

ENSAYO DE FLEXION DE VIGAS DE HORMIGON (NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.079, ASTM C293)

TESIS : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
TESISTA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
ASUNTO : ENSAYO DE FLEXION DE PRISMAS DE CONCRETO PERMEABLE
UNIDAD : PRISMAS DE CONCRETO PERMEABLE
FECHA VACEADO: 17 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 15 DE MAYO DEL 2017

Tabla 1.1 Dimensionamiento de Prismas

PRISMA	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	LUZ ENTRE APOYOS (cm)
P- 01 C. P.	50.00	15.00	15.00	42.00
P- 02 C. P.	50.00	15.00	15.00	42.00
P- 03 C. P.	50.00	15.00	15.00	42.00

Resultados obtenidos del ensayo:

Tabla 1.2 Calculo de la Resistencia a la flexion

PRISMA	Carga max. (daN)	Modulo de Rotura (Mpa)	Modulo de Rotura Promedio (Mpa)
P- 01 C. P.	1884.20	2.34	2.33
P- 02 C. P.	1862.30	2.32	
P- 03 C. P.	1871.10	2.33	

$$R = \frac{Q \times L}{10 \times b \times h^2}$$

DONDE

R = módulo de rotura [Mpa]
Q = carga máxima registrada [daN]
L = luz entre apoyos [cm]
b = ancho medio de la probeta [cm]
h = altura media de la probeta [cm]

OBSERVACIONES:

Las muestras fueron elaboradas por el solicitante y personal tecnico de laboratorio

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Roaiguez Pimichimo
SERENTE GENERAL

ANEXO 10



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C LL 09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 26 DE ABRIL DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

I = Tasa de infiltración, mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua, kg (lb)

D = Diametro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto,

(s)

K = 4,533,666,000 en el Sistema Internacional o 126,870 en el Sistema Pulgada-Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltracion de agua (kg)	Diametro interior del anillo (mm)
1	11:30:00	11:30:22	22.30	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	9135.36
-----------------------------------	---------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Juan Rodriguez Piminchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo - Mz. C L109 Nuevo Chimbote - Telef. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 26 DE ABRIL DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

- I = Tasa de infiltración, mm/h (pulg/h)
- M = Masa de infiltración de agua, kg (lb)
- D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)
- t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto, (s)
- K = 4,583,666.000 en el Sistema Internacional o 128,870 en el Sistema Puigada-Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltración de agua (kg)	Diámetro interior del anillo (mm)
1	11:10:00	11:10:22	22.10	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	9218.03
-----------------------------------	---------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Justo Rodríguez Piminchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo - Mz. C 14.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 26 DE ABRIL DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

I = Tasa de infiltración, mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua, kg (lb)

D = Diametro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto.

(s)

K = 4.583.666.000 en el Sistema Internacional o 126.870 en el Sistema Pulgada-

Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltración de agua (kg)	Diametro interior del anillo (mm)
1	11:00:00	11:00:23	22.80	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	8935.02
-----------------------------------	---------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Abarguez Piminchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.I. Primero de Mayo Mz. C LA 09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 03 DE MAYO DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

I = Tasa de infiltración, mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua, kg (lb)

D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto,
(s)

K = 4.583.666.000 en el Sistema Internacional o 126.870 en el Sistema Pulgada-Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltración de agua (kg)	Diámetro interior del anillo (mm)
1	10:00:00	10:00:21	20,90	1,00	150,00

TASA DE INFILTRACION [Q] en mm/h=	9747.30
-----------------------------------	---------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MEDICION DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Pimentel
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C L4.09 Nuevo Chimbote - Telf: 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 03 DE MAYO DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

I = Tasa de infiltración, mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua, kg (lb)

D = Diametro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto,

(s)

K = 4,583.666.000 en el Sistema Internacional o 126.870 en el Sistema Puigada-

Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltracion de agua (kg)	Diametro interior del anillo (mm)
1	10:20:00	10:20:21	21.10	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	9654.90
-----------------------------------	---------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodriguez Piminchano
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo - Mz. C L1.09 Nuevo Chimbote - Telf 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 03 DE MAYO DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

I = Tasa de infiltración. mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua. kg (lb)

D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto.

(s)

K = 4,583,656,000 en el Sistema Internacional o 126,870 en el Sistema Pulgada-Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltracion de agua (kg)	Diámetro interior del anillo (mm)
1	10:30:00	110:30:21 a.m.	20.80	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	9794.16
-----------------------------------	---------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO


Ing. Juan Rodriguez Pimanchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C. L1.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACION DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 17 DE MAYO DEL 2017

$$i = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

i = Tasa de infiltración, mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua, kg (lb)

D = Diametro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto.
(s)

K = 4,583,666,000 en el Sistema Internacional o 126,870 en el Sistema Puigada-Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltracion de agua (kg)	Diametro interior del anillo (mm)
1	09:30:00	09:30:19	19.20	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	10610.34
-----------------------------------	----------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Piminchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo MZ. C LA 09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 516715
www.corporaciongeotecnia.com - EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 17 DE MAYO DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

I = Tasa de infiltración, mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua, kg (lb)

D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto,

(s)

K = 4,583,666,000 en el Sistema Internacional o 126,870 en el Sistema Pulgada-Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltracion de agua (kg)	Diametro interior del anillo (mm)
1	09:50:00	09:50:20	19.60	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	10393.80
-----------------------------------	----------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodriguez Piminchimo
GERENTE GENERAL



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz. C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 316715
www.corporaciongeotecnia.com -EMAIL: Informes@corporaciongeotecnia.com

PRUEBA DE INFILTRACION

OBRA : APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO UNA NUEVA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACION
EN LA CIUDAD DE CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - REGION ANCASH
UBICACION : DISTRITO NUEVO CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - REGION ANCASH
SOLICITA : JOSEPH WALTER OLIVAS HENRIQUEZ
FECHA VACEADO : 19 DE ABRIL DEL 2017
FECHA ENSAYO : 17 DE MAYO DEL 2017

$$I = \frac{KM}{(D^2 \times t)}$$

En donde:

I = Tasa de infiltración. mm/h (pulg/h)

M = Masa de infiltración de agua. kg (lb)

D = Diametro interior del anillo de infiltración. mm (pulg)

t = Tiempo requerido para que una cantidad medida de agua se infiltre en el concreto.

(s)

K = 4,583,666.000 en el Sistema Internacional o 126.870 en el Sistema Pulgada-Libra.

DATOS DEL ENSAYO					
	Hora Inicial	Hora Final	Tiempo de infiltrado (s)	Masa de infiltracion de agua (kg)	Diametro interior del anillo (mm)
1	09:20:00	09:20:19	19.30	1.00	150.00

TASA DE INFILTRACION (Q) en mm/h=	10555.36
-----------------------------------	----------

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodriguez Piminchimo
GERENTE GENERAL

ANEXO 11

ACI 522R-06

Este informe proporciona información técnica en la aplicación de concreto permeable, métodos de diseño, materiales, propiedades, mezcla proporcional, construcción los métodos, las pruebas y la inspección. El término "concreto permeable" generalmente describe un asentamiento cero, opengraded materiales con un contenido de cemento Portland, agregado grueso, poco o nada agregado fino, aditivos y agua. La combinación de estos ingredientes producirá un material endurecido con poros conectados, que van en tamaño desde 0,08 hasta 0,32 pulgadas (de 2 a 8 mm), que permiten que el agua pase a través fácilmente. El vacío contenido puede variar de 18 a 35%, con resistencias a la compresión típicos de 400 a 4.000 psi (2,8 a 28 MPa). La velocidad de drenaje de concreto permeable pavimento variará con el tamaño y la densidad de la mezcla de agregados, pero se generalmente se dividen en la gama de 2 a 18 gal./min/ft² (81-730 l/min/m²).

Informes del Comité ACI, guías y comentarios son destinado a la orientación en la planificación, diseño, ejecución y la inspección de la construcción. Este documento está destinado para el uso de los individuos que son competentes para evaluar la importancia y las limitaciones de su contenido y recomendaciones y que acepta la responsabilidad de la aplicación del material que contiene. El Instituto Americano del Concreto y se exime de cualquier toda la responsabilidad de los principios establecidos. El Instituto deberá no será responsable por cualquier pérdida o daño derivado del mismo. La referencia a este documento no se hará por contrato documentos. Si los artículos que se encuentran en este documento son deseados por el Arquitecto / Ingeniero para ser una parte de los documentos del contrato, que serán re expresados en lengua obligatoria para su incorporación por el Arquitecto / Ingeniero

CAPÍTULO 1-INTRODUCCIÓN

Este informe proporciona información técnica sobre permeable aplicación, métodos de diseño, materiales de concreto, propiedades, dosificación mezcla, métodos de construcción, pruebas y de inspección. El término "concreto permeable" generalmente describe un zeroslump, material de granulometría abierta - que consiste en cemento portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos y agua. La combinación de estos ingredientes producirá un material endurecido con poros conectados (Fig. 1.1), que van en tamaño de 0,08 a 0,32 pulgadas (2 a 8 mm), que permita que el agua atravesar fácilmente. El contenido de vacíos puede variar de 18 a 35%, con resistencias a la compresión típicos entre 400 y 4000 psi (2,8 a 28 MPa). La velocidad de drenaje de concreto permeable pavimento variará con el tamaño y la densidad del agregado mezcla, pero en general caerá en el rango de 2 a 18 gal. / min/ft² (81-730 l/min/m²). La preocupación ha ido creciendo en los últimos años hacia la reducción de los contaminantes en el suministro de agua y el medio ambiente. En el 1960, los ingenieros se dieron cuenta de que la escorrentía de bienes desarrollados finca tenía el potencial de contaminar aguas superficiales y subterráneas suministros. Además, tal como se desarrolla la tierra, la escorrentía deja el sitio de las tasas más altas y los volúmenes, lo que lleva a las inundaciones aguas abajo y erosión de las orillas. Permeable pavimento de hormigón reduce el impacto del desarrollo mediante la reducción de las tasas de escorrentía y proteger los suministros de agua.

CAPÍTULO 2 SOLICITUDES

2.1 General

El concreto permeable se ha utilizado en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo:

ANEXO 12

NOTICE: This standard has either been superseded and replaced by a new version or discontinued. Contact ASTM International (www.astm.org) for the latest information.



Designation: C 39/C 39M – 99

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens¹

This standard is issued under the fixed designation C 39/C 39M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers determination of compressive strength of cylindrical concrete specimens such as molded cylinders and drilled cores. It is limited to concrete having a unit weight in excess of 50 lb/ft³ [800 kg/m³].

1.2 The values stated in either inch-pound or SI units are to be regarded separately as standard. The SI units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in nonconformance with the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.4 The text of this standard references notes which provide explanatory material. These notes shall not be considered as requirements of the standard.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field²
- C 42 Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete²
- C 192 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory²
- C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens²
- C 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials²
- C 873 Test Method for Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast in Place in Cylindrical Molds²
- C 1077 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation²
- C 1231 Practice for Use of Unbonded Caps in Determina-

tion of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders²

E 4 Practices for Force Verification of Testing Machines³

E 74 Practice for Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Load Indication of Testing Machines³

Manual of Aggregate and Concrete Testing²

2.2 *American Concrete Institute:*

CP-16 Concrete Laboratory Testing Technician, Grade I⁴

3. Summary of Test Method

3.1 This test method consists of applying a compressive axial load to molded cylinders or cores at a rate which is within a prescribed range until failure occurs. The compressive strength of the specimen is calculated by dividing the maximum load attained during the test by the cross-sectional area of the specimen.

4. Significance and Use

4.1 Care must be exercised in the interpretation of the significance of compressive strength determinations by this test method since strength is not a fundamental or intrinsic property of concrete made from given materials. Values obtained will depend on the size and shape of the specimen, batching, mixing procedures, the methods of sampling, molding, and fabrication and the age, temperature, and moisture conditions during curing.

4.2 This test method is used to determine compressive strength of cylindrical specimens prepared and cured in accordance with Practices C 31, C 192, C 617 and C 1231 and Test Methods C 42 and C 873.

4.3 The results of this test method are used as a basis for quality control of concrete proportioning, mixing, and placing operations; determination of compliance with specifications; control for evaluating effectiveness of admixtures and similar uses.

4.4 The individual who tests concrete cylinders for acceptance testing shall have demonstrated a knowledge and ability to perform the test procedure equivalent to the minimum guidelines for certification of Concrete Laboratory Technician, Level I, in accordance with ACI CP-16.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C-9 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing Concrete for Strength.

Current edition approved July 10, 1999. Published September 1999. Originally published as C 39 – 21 T. Last previous edition C 39 – 96.

² *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02.

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 03.01.

⁴ Available from American Concrete Institute, P.O. Box 9094, Farmington Hills, MI 48333-9094.

ANEXO 13



Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate¹

This standard is issued under the fixed designation C 29/C 29M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of bulk density (“unit weight”) of aggregate in a compacted or loose condition, and calculated voids between particles in fine, coarse, or mixed aggregates based on the same determination. This test method is applicable to aggregates not exceeding 5 in. [125 mm] in nominal maximum size.

NOTE 1—Unit weight is the traditional terminology used to describe the property determined by this test method, which is weight per unit volume (more correctly, mass per unit volume or density).

1.2 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard, as appropriate for a specification with which this test method is used. An exception is with regard to sieve sizes and nominal size of aggregate, in which the SI values are the standard as stated in Specification E 11. Within the text, SI units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore each system must be used independently of the other, without combining values in any way.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates²
- C 127 Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate²
- C 128 Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate²
- C 138/C 138M Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete²
- C 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements

for Test Methods for Construction Materials²

- C 702 Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size²
- D 75 Practice for Sampling Aggregates³
- D 123 Terminology Relating to Textiles⁴
- E 11 Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes⁵
- 2.2 AASHTO Standard:
 - T19/T19M Method of Test for Unit Weight and Voids in Aggregate⁶

3. Terminology

3.1 **Definitions**—Definitions are in accordance with Terminology C 125 unless otherwise indicated.

3.1.1 **bulk density, n —of aggregate**, the mass of a unit volume of bulk aggregate material, in which the volume includes the volume of the individual particles and the volume of the voids between the particles. Expressed in lb/ft³ [kg/m³].

3.1.2 **unit weight, n —weight (mass) per unit volume**. (Deprecated term used—preferred term **bulk density**.)

3.1.2.1 **Discussion**—Weight is equal to the mass of the body multiplied by the acceleration due to gravity. Weight may be expressed in absolute units (newtons, poundals) or in gravitational units (kgf, lbf), for example: on the surface of the earth, a body with a mass of 1 kg has a weight of 1 kgf (approximately 9.81 N), or a body with a mass of 1 lb has a weight of 1 lbf (approximately 4.45 N or 32.2 poundals). Since weight is equal to mass times the acceleration due to gravity, the weight of a body will vary with the location where the weight is determined, while the mass of the body remains constant. On the surface of the earth, the force of gravity imparts to a body that is free to fall an acceleration of approximately 9.81 m/s² (32.2 ft/s²).

D 123.

3.2 **Definitions of Terms Specific to This Standard:**

3.2.1 **voids, n —in unit volume of aggregate**, the space between particles in an aggregate mass not occupied by solid mineral matter.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.20 on Normal Weight Aggregates.

Current edition approved July 10, 1997. Published September 1997. Originally approved in 1920. Last previous edition approved in 1991 as C 29/C 29M – 91a.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.03.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 07.01.

⁵ Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.02.

⁶ Available from American Association of State Highway and Transportation Officials, 444 N. Capitol St. NW, Suite 225, Washington, DC 20001.

ANEXO 14

NOTICE: This standard has either been superseded and replaced by a new version or discontinued. Contact ASTM International (www.astm.org) for the latest information.



Designation: C 293 – 94

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)¹

This standard is issued under the fixed designation C 293; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers determination of the flexural strength of concrete specimens by the use of a simple beam with center-point loading. It is not an alternative to Test Method C 78.

1.2 The values stated in inch-pound units are to be regarded as standard. The SI equivalent of inch-pound units has been rounded where necessary for practical application.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

C 31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field²

C 78 Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)²

C 192 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory²

C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens²

C 1077 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation²

E 4 Practices for Force Verification of Testing Machines³

3. Significance and Use

3.1 This test method is used to determine the modulus of rupture of specimens prepared and cured in accordance with Practices C 31 or C 192. The strength determined will vary where there are differences in specimen size, preparation, moisture condition, or curing.

3.2 The results of this test method may be used to determine

compliance with specifications or as a basis for proportioning, mixing and placement operations. This test method produces values of flexural strength significantly higher than Test Method C 78 (Note 1).

NOTE 1—The testing laboratory performing this test method may be evaluated in accordance with Practice C 1077.

4. Apparatus

4.1 The testing machine shall conform to the requirements of the sections on Basis of Verification, Corrections, and Time Interval Between Verifications of Practices E 4. Hand operated testing machines having pumps that do not provide a continuous loading to failure in one stroke are not permitted. Motorized pumps or hand operated positive displacement pumps having sufficient volume in one continuous stroke to complete a test without requiring replenishment are permitted and shall be capable of applying loads at a uniform rate without shock or interruption.

4.2 *Loading Apparatus*—The mechanism by which forces are applied to the specimen shall employ a load-applying block and two specimen support blocks. It shall ensure that all forces are applied perpendicular to the face of the specimen without eccentricity. A diagram of an apparatus that accomplishes this purpose is shown in Fig. 1.

4.2.1 All apparatus for making center-point loading flexure tests shall be similar to Fig. 1 and maintain the span length and central position of the load-applying block with respect to the support blocks constant within ± 0.05 in. (± 1.3 mm).

4.2.2 Reactions shall be parallel to the direction of the applied load at all times during the test, and the ratio of the horizontal distance between the point of load application and nearest reaction to the depth of the beam shall be $1.5 \pm 2\%$.

4.2.3 The load-applying and support blocks shall not be more than $2\frac{1}{2}$ in. (64 mm) high, measured from the center or the axis of pivot, and shall extend at least across the full width of the specimen. Each hardened bearing surface in contact with the specimen shall not depart from a plane by more than 0.002 in. (0.05 mm) and shall be a portion of a cylinder, the axis of which is coincidental with either the axis of the rod or center of the ball, whichever the block is pivoted upon. The angle subtended by the curved surface of each block shall be at least 45° (0.79 rad). The load-applying and support blocks shall be maintained in a vertical position and in contact with the rod or

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C-9 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing Concrete for Strength.

Current edition approved April 15, 1994. Published June 1994. Originally published as C 293 – 52 T. Last previous edition C 293 – 79.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.

ANEXO 15



**PUNTO DE
PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42
Telf. 292-5106 Tele/fax: 292-2095

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° P 16 - 2017

1. REFERENCIA:

Fecha de emisión : **03-06-2017**

2. SOLICITANTE : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Mza 12 Lote 32 Urb. Nicolas Garatea
Ancash - Santa - Nuevo Chimbote

3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

PRENSA DE CONCRETO CON INDICACION DIGITAL

Marca : QUINO
MODELO : NO INDICA
N° de serie : NO INDICA
Capacidad : 100 TN
INDICADOR : MCC
MODELO : SAFIR
N° de serie : NO INDICA

4. PROCEDIMIENTO :

La calibración se realizó según el método C de la norma ASTM E4-07. Inicialmente se realizaron ajustes en los dispositivos de control de la prensa para lograr diferencias mínimas en el rango a calibrar. Posteriormente se realizaron tres series de cargas a la celda mediante la misma prensa hidráulica, en cada serie se anotaron las lecturas de la carga patrón y el indicador de la prensa. Se verificó hasta aproximadamente 90% del rango del dial.

5. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN:

Laboratorio de la empresa Corporación Geotecnia S.A.C.

01-06-2017

Condiciones ambientales 20 ° C

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Loayza Capcha
GERENTE

6. TRAZABILIDAD:

Los patrones utilizados para la calibración tienen trazabilidad con los Patrones del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica

PATRON:

- CELDA DE CARGA
- MARCA : AEP TRANSDUCERS
- MODELO : CC2S
- CAPACIDAD : 100 TN
- SERIE : 401448
- MODALIDAD : COMPRESION
- INDICADOR : MP10 TRANSDUCERS

7. RESULTADOS:

Los resultados se muestran en la tabla 1 en el cual se registran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.

En el grafico 1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste a la presente calibración.

La calibración es valida en el rango indicado.

8. OBSERVACIONES:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación del número de informe y la fecha de calibración.

9. TECNICO RESPONSABLE: Ing. Luis Loayza C.

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Loayza Capcha
GERENTE

TABLA No 1

CALIBRACION DE PRENSA DE ENSAYOS DIGITAL
 MARCA QUINO CON INDICADOR MCC MODELO SAFIR

LECTURA PRENSA "L" (kgf)	SERIES DE VERIFICACION			FUERZA P PATRON "P"(kgf)	ERROR Ea %	RPTBLD Rp %
	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA			
10,000	10,090.0	10,060.0	10,085.0	10,078.33	-0.78	0.9
15,000	15,013.0	15,020.0	15,010.0	15,014.33	-0.10	0.8
20,000	20,002.0	20,010.0	20,012.0	20,008.00	-0.04	0.5
25,000	24,856.0	24,870.0	24,880.0	24,868.67	0.53	0.4
30,000	29,986.0	29,500.0	29,800.0	29,762.00	0.80	0.6
40,000	39,735.0	39,750.0	39,730.0	39,738.33	0.66	0.8
50,000	49,865.0	49,984.0	49,852.0	49,900.33	0.20	0.6
60,000	60,050.0	60,075.0	60,060.0	60,061.67	-0.10	0.6
80,000	79,990.0	80,065.0	80,035.0	80,030.00	-0.04	0.9

NOTAS

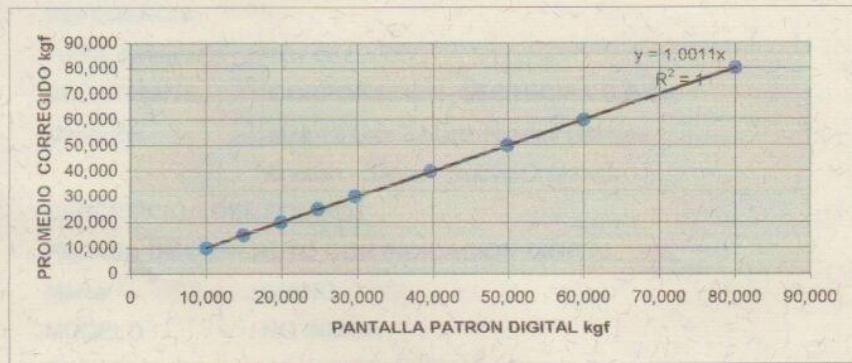
- 1 La verificación se hizo según el Metodo C de la norma ASTM E4-07
- 2 Se verifico hasta aproximadamente el 90% de su capacidad
- 3 La norma establece que el error Absoluto y la repetibilidad Ea y Rp no excedan 1 %
- 4 Ecuacion de ajuste $Y = 1.001x$
- 5 Coeficiente de correlación $R^2 = 1$

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Loayza Capcha
 GERENTE

GRAFICO N° 1

CALIBRACION DE PRENSA DE ENSAYO DIGITAL
MARCA QUINO CON INDICADOR MARCA MCC MODELO SAFIR



PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel V. Loayza Capcha
GERENTE



PUNTO DE PRECISION SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM 192 - 2017

Av. Los Angeles 653 Lima 42
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : 096-2017
FECHA DE EMISION : 06-02-2017
PÁGINA : 1 de 2

1. SOLICITANTE : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

DIRECCIÓN : MZA. 12 LOTE. 32 URB. NICOLAS GARATEA ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN : BALANZA
MARCA : HENKEL
MODELO : BC30N
NÚMERO DE SERIE : 111016006
CAPACIDAD MAXIMA : 30000 g
DIVISIÓN ESCALA/RESOLUCIÓN (d) : 1 g
DIVISIÓN DE VERIFICACION (e) : 1 g
CLASE : II
TIPO : ELECTRÓNICA

Punto de Precision S.A.C
utiliza en sus verificaciones
y calibraciones patrones
con trazabilidad al servicio
Nacional de Metrología del
INDECOPI y al DKD de
Alemania.

Los resultados 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.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION

MZA. 12 LOTE. 32 URB. NICOLAS GARATEA ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
04 - DE DICIEMBRE DEL 2016

4. METODO DE CALIBRACION.

Calibración efectuada según NORMA METROLOGICA NMP 003-2009
y procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento
no automático para balanzas de clase I y II - PC 011 INDECOPI edición 2010

5. INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$$U = 1 \text{ g} + 0,0772 \text{ g}$$

6. TRAZABILIDAD

Las Pesas tienen Trazabilidad a los patrones nacionales del
servicio nacional de metrología del INDECOPI.

Punto de Precision 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.

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
Patrones del Servicio de Metrología del INDECOPI	Pesas (exactitud M2)	LM 870 - 2016 LM 408-2016

7. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos
por la norma metrologica peruana consultada.

8. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde
con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISION S.A.C.



PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Loayza Capcha
GERENTE

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM 192 - 2017

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

PÁGINA 2 de 2

INSPECCION VISUAL			
AJUSTE CERD	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE
NIVELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura °C	Inicial		Final		Humedad Relativa %	Inicial		Final	
	20.5		20.2			60		60	

Medicion. Nro.	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	I(g)	ΔI(g)	E(g)	I(g)	ΔI(g)	E(g)
1	15000	0.8	-0.30	30000	0.6	-0.1
2	15000	0.9	-0.40	30000	0.8	-0.3
3	15000	0.8	-0.30	30000	0.6	-0.1
4	15000	0.7	-0.20	30000	0.7	-0.2
5	15000	0.6	-0.10	30000	0.8	-0.3
6	15000	0.8	-0.30	30000	0.9	-0.4
7	15000	0.6	-0.10	30000	0.6	-0.1
8	15000	0.7	-0.20	30000	0.8	-0.3
9	15000	0.8	-0.30	30000	0.7	-0.2
10	15000	0.6	-0.10	30000	0.8	-0.3

Carga	Diferencia Maxima	Errores Maximos Permisibles
15000 g	0.3 g	2 g
30000 g	0.3 g	3 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. De la Carga	Temperatura °C	Inicial		Final		Humedad Relativa %	Inicial		Final	
2	5	20.1		20.2			60		60	
1	4									
3	4									

Posic. De la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E _c				
	Carga Minima (g)	I(g)	ΔI(g)	E(g)	Carga L (g)	I(g)	ΔI(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0.8	-0.3	10000	10000	0.7	-0.2	-0.1
2		10	0.6	-0.1		10000	0.8	-0.3	0.2
3		10	0.7	-0.2		10000	0.9	-0.4	0.2
4		10	0.8	-0.3		10000	0.8	-0.3	0.0
5		10	0.6	-0.1		10000	0.7	-0.2	0.1

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura °C	Inicial		Final		Humedad Relativa %	Inicial		Final	
	20.1		20.2			60		60	

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p + (g)
	I(g)	ΔI(g)	E(g)	E _c (g)	I(g)	ΔI(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0.8	-0.3						
200	200	0.7	-0.2	0.1	200	0.6	-0.1	0.2	1
400	400	0.6	-0.1	0.2	400	0.8	-0.3	0.0	1
500	500	0.8	-0.3	0.0	500	0.7	-0.2	0.1	1
1000	1000	0.6	-0.1	0.2	1000	0.9	-0.4	-0.1	1
2000	2000	0.7	-0.2	0.1	2000	0.8	-0.3	0.0	1
5000	5000	0.8	-0.3	0.0	5000	0.9	-0.4	-0.1	1
10000	10000	0.9	-0.4	-0.1	10000	0.7	-0.2	0.1	2
15000	15000	0.8	-0.3	0.0	15000	0.6	-0.1	0.2	2
20000	20000	0.8	-0.3	0.0	20000	0.8	-0.3	0.0	2
30000	30000	0.7	-0.2	0.1	30000	0.7	-0.2	0.1	3

FIN DEL DOCUMENTO

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Maiza Capcha
REPRESENTANTE

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.





**PUNTO DE
PRECISION SAC**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM 193 - 2017**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : 096-2017
FECHA DE EMISION : 06-02-2017
PAGINA : 1 de 2

1. SOLICITANTE : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

DIRECCION : MZA. 12 LOTE. 32 URB. NICOLAS GARATEA ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE

2. INSTRUMENTOS DE MEDICION : BALANZA
MARCA : SORES
MODELO : DM-11000
NUMERO DE SERIE : AF-6127
CAPACIDAD MAXIMA : 11000 g
DIVISION ESCALA/RESOLUCION (d) : 1 g
DIVISION DE VERIFICACION (e) : 1 g
CLASE : II
TIPO : ELECTRONICA

Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad al servicio Nacional de Metrología del INDECOPI, y al DKD de Alemania.

Los resultados 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 esta en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION

MZA. 12 LOTE. 32 URB. NICOLAS GARATEA ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
4 - FEBRERO - 2017

4. METODO DE CALIBRACION.

Calibración efectuada según NORMA METROLOGICA NMP 003-2009 y procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático para balanzas de clase I y II - PC 011 INDECOPI edición 2010

5. INCERTIDUMBRE DE LA MEDICION

$$U = 1 \text{ g} + 0,0325 \text{ l}$$

6. TRAZABILIDAD

Las Pesas tienen Trazabilidad a los patrones nacionales del servicio nacional de metrología del INDECOPI.

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
Patrones del Servicio de Metrología del INDECOPI	Pesas (exactitud M2)	LM 870 - 2016 LM 408-2015

Punto de Precisión 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.

7. RESULTADOS DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrología peruana consultada.

8. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISION S.A.C.



PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Hoayza Capcha
GERENTE

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM 193 - 2017

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

PÁGINA 2 de 2

INSPECCION VISUAL			
AJUSTE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE
NIVELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura °C	Inicial		Final		Humedad Relativa %	Inicial		Final	
	Valor	Error	Valor	Error		Valor	Error	Valor	Error
22.2			22.4		60			60	

Medición Nro.	Carga L1= 5500 g			Carga L2= 11000 g		
	l(g)	Δl(g)	E(g)	l(g)	Δl(g)	E(g)
1	5500	0.8	-0.30	11000	0.8	-0.3
2	5500	0.9	-0.40	11000	0.7	-0.2
3	5500	0.8	-0.30	11000	0.8	-0.3
4	5500	0.8	-0.30	11000	0.6	-0.1
5	5500	0.7	-0.20	11000	0.8	-0.3
6	5500	0.8	-0.30	11000	0.7	-0.2
7	5500	0.9	-0.40	11000	0.7	-0.2
8	5500	0.8	-0.30	11000	0.8	-0.3
9	5500	0.7	-0.20	11000	0.6	-0.1
10	5500	0.9	-0.40	11000	0.9	-0.4

Carga	Diferencia Maxima	Errores Maximos Permisibles
5500 g	0.2 g	3 g
11000 g	0.3 g	3 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. De la Carga	Temperatura °C		Humedad Relativa %	
	Inicial	Final	Inicial	Final
2, 1, 3, 4	22.3	22.6	60	60

Posic. De la Carga	Determinación de E _g				Determinación de E _c				
	Carga Minima (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	Carga L (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0.7	-0.2	3000	3000	0.7	-0.2	0.0
2		10	0.9	-0.4		3000	0.8	-0.3	-0.1
3		10	0.8	-0.3		3000	0.9	-0.4	0.1
4		10	0.9	-0.4		3000	0.8	-0.3	-0.1
5		10	0.7	-0.2		3000	0.7	-0.2	0.0

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura °C	Inicial		Final		Humedad Relativa %	Inicial		Final	
	Valor	Error	Valor	Error		Valor	Error	Valor	Error
22.5			22.7		60			60	

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. ± (g)
	l(g)	Δl(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	Δl(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0.8	-0.3						
100	100	0.7	-0.2	0.1	100	0.6	-0.1	0.2	1
200	200	0.6	-0.1	0.2	200	0.8	-0.3	0.0	1
400	400	0.8	-0.3	0.0	400	0.7	-0.2	0.1	1
600	600	0.6	-0.1	0.2	600	0.9	-0.4	-0.1	1
800	800	0.7	-0.2	0.1	800	0.8	-0.3	0.0	1
1000	1000	0.8	-0.3	0.0	1000	0.9	-0.4	-0.1	1
2000	2000	0.9	-0.4	-0.1	2000	0.7	-0.2	0.1	1
5000	5000	0.8	-0.3	0.0	5000	0.6	-0.1	0.2	1
10000	10000	0.8	-0.3	0.0	10000	0.8	-0.3	0.0	2
11000	11000	0.7	-0.2	0.1	11000	0.7	-0.2	0.1	2

FIN DEL DOCUMENTO
PUNTO DE PRECISION S.A.C.



Raquel Loayza Capcha
GERENTE

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



INFORME TECNICO

EXPEDIENTE : INF - LE 088 - 17

SOLICITANTE : **CORPORACION GEOTECNICA S.A.C.**
Urb. Nicolás Garatea, Mz. 12 Lt. 32
Nuevo Chimbote
Att. : Ing. Juan Julio Rodríguez Piminchumo

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA
DE CARGA
Celda de Carga OADTRON
10000 lbs N° 64232
INDICADOR DIGITAL: MCC
Modelo: SAFIR N° 12488

FECHA : San Miguel, 17 de Marzo del 2017



Gladys Villa García
Ing. Gladys Villa García M.
Jefe del Laboratorio de
Estructuras Antisísmicas



CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

1. GENERALIDADES.

CORPORACIÓN GEOTÉCNICA S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 17 de Marzo del 2017.

2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga:

- Marca : OADTRON – 10000 lbs. Modelo LT-10K.
- N° serie : 54232
- Capacidad : 10000 lbs (nominal)

Indicador Digital: MCC

- Modelo : SAFIR
- N° serie : 12488
- Carga nominal : 10000 lbs

3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 KN, con última calibración efectuada el 09 de junio del 2016.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, LZMH 25/100-33D
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH10/18, FNr 18253, 4.5 Lt.

4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-06 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INF - LE 088 - 17





Celda calibrada: OADTRON
N° serie: 64232
Indicador Digital: MCC

Modelo: LT-10K
Carga nominal=10000 lbs
Modelo: SAFIR

Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad:50 kN Incertidumbre = 0.10 kN
Amplificador usado: MGCplus1 canal 6
Calibrada en LEDI-PUCP el 09 de junio del 2015.

Celda patrón calibrada con patrones trazables al National Standards
Testing Laboratory de Maryland - USA

Norma de referencia: ASTM E74-06

Fecha: 17 de Marzo del 2016. Ejecutores: Samuel Llanos - Martín Huamancayo
La calibración está referida a 23 °C

Lecturas MCC (kg)	Lecturas Patrón (kg)		
500	503	505	501
1000	1002	1004	1001
1500	1502	1503	1501
2000	2001	2003	2002
2500	2502	2507	2501
3000	3001	3004	3001
3500	3501	3506	3503
4000	4002	4007	4001

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{Deflexión} = A + B (\text{carga}) + C (\text{carga})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = -3.1286362320
B = 1.0009417214
C = -0.0000002547

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 0.5 kg
Incertidumbre U = 9.0 kg

Nota: deflexión es la lectura directa del indicador digital MCC

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

INF- LE 088 – 16



1. CLIENTE : **ING. JUAN RODRIGUEZ PIMINCHUMO.**
Dirección : La Calibración se efectuó RCP Laboratorios EIRL.

2. EQUIPO : **Horno de Laboratorio.**
Marca : **ORION**
Capacidad : **56 LT.**
Procedencia : **PERU**
N° Serie : **09050103**
Tipo de Ventilación : **Natural**
Punto de Operación : **100 °C +/- 5 °C**
Realizado en : **IN SITU**
Fecha de Calibración : **19.Febrero.17**
Vigencia Hasta : **19.Agosto.17**

RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

ING. LUIS TABOADA PALACIOS
Jefe de Laboratorio
C.I.P 56551

2.1 INDICADOR : **PIROMETRO AUTONICS**
Alcance : **0°C a 300°C**
División de escala : **0.1 °C**
2.2 SENSOR : **TERMOCUPLA TIPO "J"**
Alcance : **0°C a 400°C**
División de escala : **0.1 °C**

3. METODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INDECOPI.

4. PATRÓN DE CALIBRACIÓN.

- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T"
- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores). Con termocuplas Tipo "T".

5. RESULTADOS

5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.

- Temperatura : **30.0 °C**
- Humedad Relativa : **35%**
- Presión Atmosférica : **986 hPa.**

5.2 INSPECCION VISUAL.

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación (usado).

5.3 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponde a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
- La periodicidad de las calibraciones esta en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ENSAYOS:

1. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 105 °C

RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

ING. LUIS TABOADA PALACIOS
 Jefe de Laboratorio
 C.I.P 56551

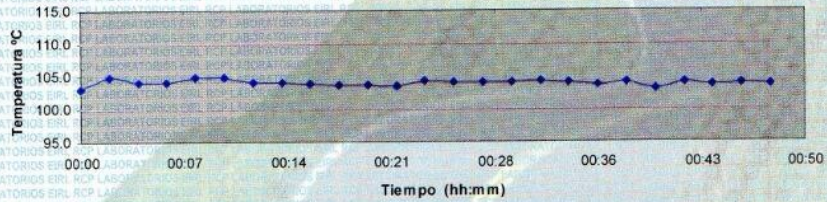
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	105.0	103.1	106.5	105.1	104.2	104.9	100.5	108.1	105.5	100.5	107.2	104.6	7.6
00:02	105.8	104.8	107.2	105.8	105.1	106.7	101.1	109.2	106.8	101.2	108.8	105.7	8.1
00:04	105.0	104.0	106.1	104.9	104.0	104.9	100.6	107.3	105.9	100.1	107.1	104.5	7.2
00:06	105.6	104.1	106.7	105.5	104.4	105.4	101.9	107.9	106.3	100.7	107.7	105.1	7.2
00:08	105.9	104.7	106.9	105.6	104.8	105.5	102.7	106.9	107.0	100.9	106.3	105.1	6.1
00:10	105.5	104.7	106.7	105.6	104.5	105.6	102.8	107.0	106.8	100.8	105.7	105.0	6.2
00:12	105.0	104.1	106.5	105.3	104.3	105.4	102.6	106.9	106.7	100.7	106.1	104.9	6.2
00:14	104.4	103.9	106.4	105.0	104.0	105.0	102.5	106.5	106.1	100.4	105.8	104.6	6.1
00:16	104.8	103.8	105.9	104.8	103.7	104.9	102.2	106.3	105.9	100.2	105.3	104.3	6.1
00:18	104.8	103.6	106.0	104.6	103.5	104.7	102.0	106.0	105.6	100.0	105.4	104.1	6.0
00:20	105.0	103.6	106.0	104.7	103.8	104.8	101.9	106.1	105.6	100.1	105.8	104.2	6.0
00:22	105.4	103.4	105.9	105.0	104.0	105.0	101.9	106.3	105.8	100.2	105.5	104.3	6.1
00:24	105.3	104.2	106.3	105.1	104.1	105.2	102.0	106.9	106.2	100.4	105.4	104.6	6.5
00:26	105.0	104.1	106.5	105.1	104.1	105.1	101.8	107.2	106.4	100.4	105.8	104.7	6.8
00:28	104.9	103.9	106.3	105.1	104.0	105.1	101.5	107.1	106.4	100.4	106.2	104.6	6.7
00:30	105.5	104.0	106.2	104.9	103.8	105.0	101.0	107.3	106.1	100.4	106.2	104.5	6.9
00:32	105.2	104.2	106.6	105.4	104.3	105.4	101.8	107.4	106.7	100.7	106.5	104.9	6.7
00:34	105.1	104.1	106.5	105.3	104.2	105.3	101.7	107.3	106.6	100.6	106.4	104.8	6.7
00:36	104.6	103.6	106.0	104.8	103.7	104.8	101.2	106.8	106.1	100.1	105.9	104.3	6.7
00:38	105.1	104.1	106.5	105.3	104.2	105.3	101.7	107.3	106.6	100.6	106.4	104.8	6.7
00:40	103.9	102.9	105.3	104.1	103.0	104.1	100.5	106.1	105.4	99.4	105.2	103.6	6.7
00:42	105.1	104.1	106.5	105.3	104.2	105.3	101.7	107.3	106.6	100.6	106.4	104.8	6.7
00:44	104.6	103.6	106.0	104.8	103.7	104.8	101.2	106.8	106.1	100.1	105.9	104.3	6.7
00:46	104.7	103.7	106.1	104.9	103.8	104.9	101.3	106.9	106.2	100.2	106.0	104.4	6.7
00:48	104.6	103.6	106.0	104.8	103.7	104.8	101.2	106.8	106.1	100.1	105.9	104.3	6.7
T. PROM	105.0	103.9	106.3	105.1	104.0	105.1	101.7	107.0	104.3	100.4	106.2	104.6	
T. MAX	105.9	104.8	107.2	105.8	105.1	106.7	102.8	109.2	104.8	101.2	108.8		
T. MIN	103.9	102.9	105.3	104.1	103.0	104.1	100.5	106.0	105.4	99.4	105.2		

NOMENCLATURA:

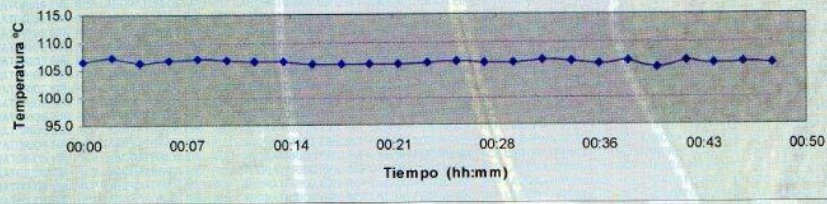
- T. Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. ;MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 105 °C

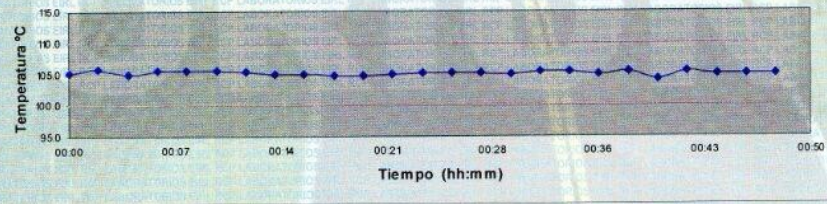
Variabilidad de Temperatura en punto N° 01



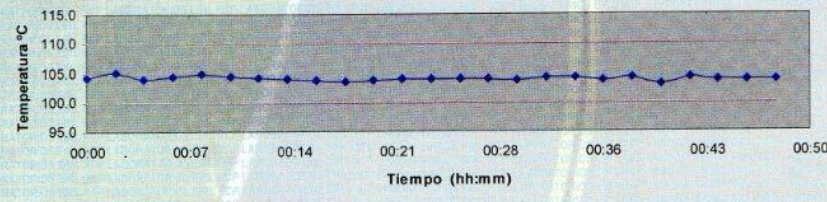
Variabilidad de Temperatura en punto N° 02



Variabilidad de Temperatura en punto N° 03



Variabilidad de Temperatura en punto N° 04

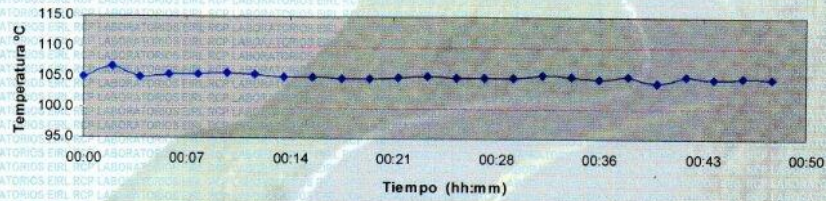


RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

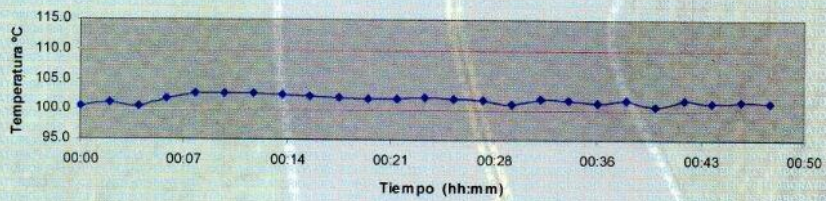
ING. LUIS TABOADA PALACIOS
 Jefe de Laboratorio
 C.I.P. 56551

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 105 °C

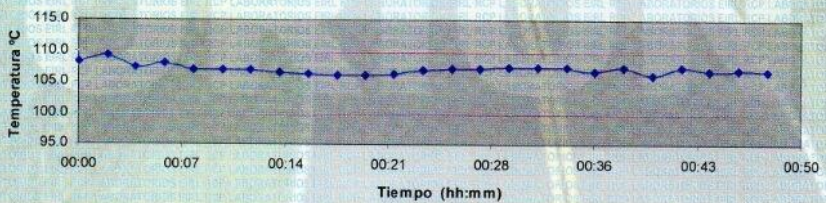
Variabilidad de Temperatura en punto N° 05



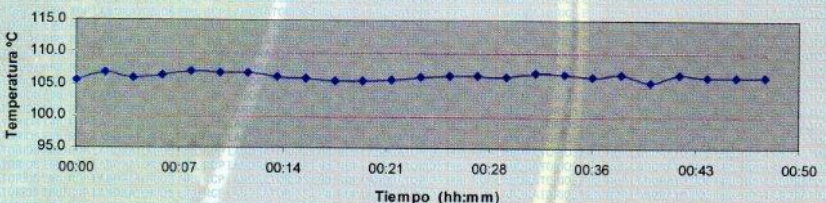
Variabilidad de Temperatura en punto N° 06



Variabilidad de Temperatura en punto N° 07



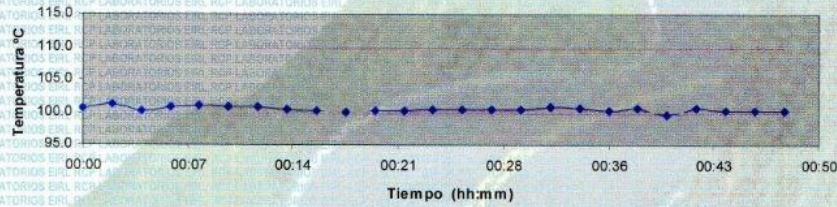
Variabilidad de Temperatura en punto N° 08



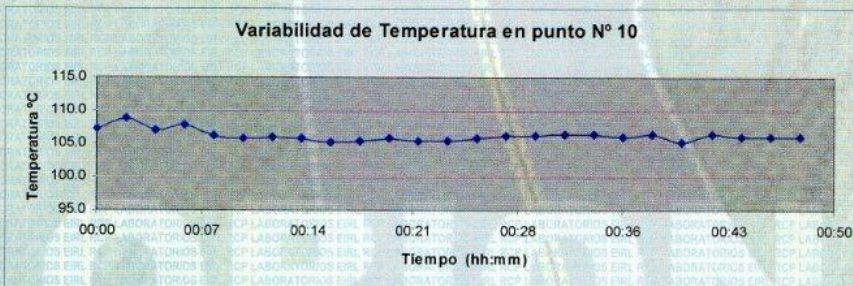
RCP LABORATORIOS E.I.R.L.
ING. LUIS TABOADA PALACIOS
 Jefe de Laboratorio
 C.I.P. 56551

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 105 °C

Variabilidad de Temperatura en punto N° 09

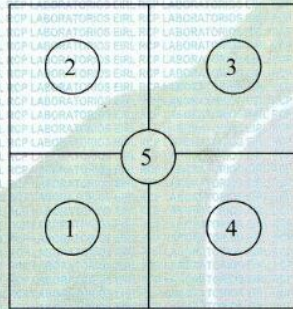


Variabilidad de Temperatura en punto N° 10

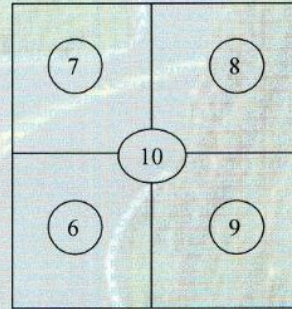


RCP LABORATORIOS E.I.R.L.
[Signature]
ING. LUIS TABOADA PALACIOS
Jefe de Laboratorio
C.I.P 56551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 105 °C

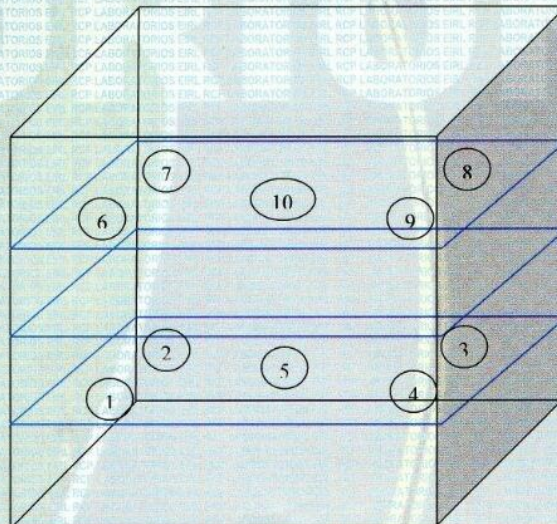


NIVEL INFERIOR



NIVEL SUPERIOR

GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

ING. LUIS TABOADA PALACIOS
 Jefe de Laboratorio
 C.I.P 56551

PANEL FOTOGRÁFICO



IMAGEN 01: Preparación de probetas para el ensayo de resistencia a la compresión.

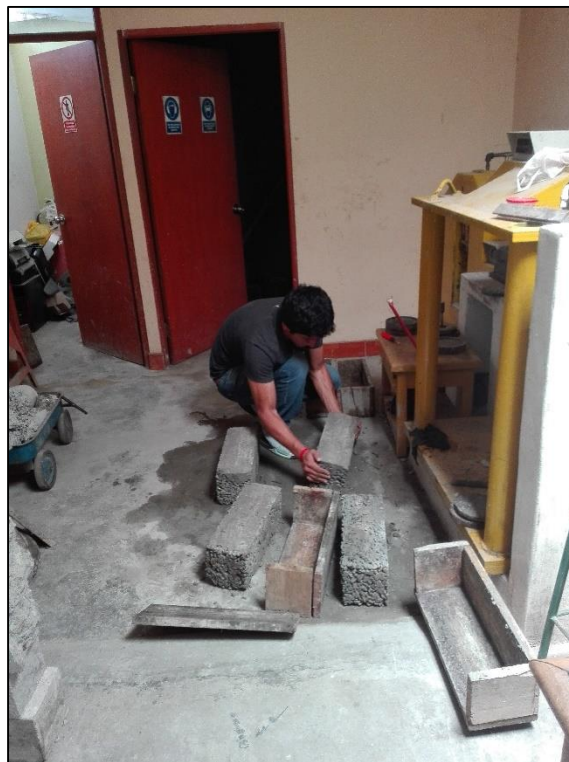


IMAGEN 02: Desmoldado de viguetas de concreto permeable.



IMAGEN 03: Retirando las probetas del horno para ser pesadas y determinar el porcentaje de vacíos interconectados.



IMAGEN 04: Realización del ensayo para determinar la tasa de infiltración.



IMAGEN 05: Realización del ensayo de resistencia a la flexión a viga a los 28 días