



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**Influencia de sustitución del agregado grueso por piedra pómez en
permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210
kg/cm², 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Manotupa Dueñas, Milton (orcid.org/0000-0001-8147-7828)

ASESOR:

Mo. Ascoy Flores, Kevin Arturo (orcid.org/0000-0003-2452-4805)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios, por iluminar cada paso que doy en la vida, por derramar su bendición e iluminar mi camino, sobre todo, por darme fuerzas en los momentos difíciles que me toca enfrentar y también para cumplir todos mis objetivos y metas.

A mis padres Francisco Manotupa y Adelaida Dueñas, que son lo más valioso e importante en mi vida, me brindaron su apoyo y aliento en cada momento de dificultad y también estuvo a mi lado en los buenos y malos momentos y que siempre estuvieron apoyándome para poder lograr mis metas, estuvieron a mi lado en cada etapa de mi vida y que con mucho esfuerzo y sacrificio me apoyaron para culminar esta nueva carrera profesional, ellos son la fuente para poder seguir adelante y seguir cumpliendo mis objetivos trazados; también va dedicado a mis hermanos, Mijael, Elida, Luis Francisco quienes me brindaron su apoyo y no dejaron que decayera. A mis hijos Jean Pierre, Kiara y Sofia quienes son la razón de todo mi esfuerzo y dedicación

Agradecimiento

Agradecer a Dios, por iluminar mi camino y derramar su bendición para poder lograr uno de mis mayores objetivos que fue culminar mi nueva carrera profesional y también por dame fuerzas para seguir adelante y superar todos obstáculos que se presentaron durante este camino.

A toda mi familia y en especial a mis padres Francisco Manotupa y Adelaida Dueñas gracias a su fortaleza y apoyo que me brindaron para que hora este culminando una de mis metas trazadas y lograr ser un profesional, también porque siempre me inculcaron y fomentar buenas actitudes en mi persona y sobre todo por guiarme por el camino del bien para ser una mejor persona y a mis hermanos por su confianza y aliento para seguir adelante.

Además, agradecer a mi familia que siempre estuvieron apoyándome y confiando en mí; para seguir adelante en los momentos más difíciles.

Índice de Contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de Tablas | v |
| Índice de Gráficos y Figuras | vi |
| Resumen | viii |
| Abstract..... | x |
| | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| | |
| III. METODOLOGÍA..... | 19 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 19 |
| 3.2. Variables y operacionalización..... | 19 |
| 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis..... | 22 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 23 |
| 3.5. Procedimientos | 24 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 26 |
| 3.7. Aspectos éticos | 27 |
| | |
| IV. RESULTADOS | 28 |
| | |
| V. DISCUSIÓN | 52 |
| | |
| VI. CONCLUSIONES | 55 |
| | |
| VII. RECOMENDACIONES | 56 |
| | |
| REFERENCIAS | 57 |
| | |
| ANEXOS | 64 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Cuadro Operacional de Variables | 21 |
| Tabla 2 Distribución y cantidad de muestras | 22 |
| Tabla 3 Resultado de Ensayo de Granulometría del Agregado Fino | 31 |
| Tabla 4 Resultado de ensayo de Granulometría del Agregado Grueso | 32 |
| Tabla 5 Resultados de Ensayo Granulométrico de la piedra pómez | 33 |
| Tabla 6 Diseño de Mezcla para Briquetas Patrón | 37 |
| Tabla 7 Cuadro de Cantidad de Muestras a ser elaboradas | 37 |
| Tabla 8 Resultados de Ensayos de Compresión a los 7 días | 39 |
| Tabla 9 Resultados de Ensayos de Compresión a los 14 días | 41 |
| Tabla 10 Resultados de Ensayos de Compresión a los 28 días | 42 |
| Tabla 11 Promedio de los Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Compresión | 44 |
| Tabla 12 Resumen de los Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 7 días | 45 |
| Tabla 13 Resumen de los Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 14 días | 46 |
| Tabla 14 Resumen de los Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 28 días | 47 |
| Tabla 15 Resultados de Ensayos de Permeabilidad | 49 |
| Tabla 16 Resumen de los Ensayos de Permeabilidad | 50 |

Índice de Gráficos y Figuras

| | |
|---|-----------|
| Gráfico 1 Curva Granulométrica del agregado fino | 31 |
| Gráfico 2 Curva Granulométrica del Agregado Grueso | 33 |
| Gráfico 3 Curva Granulométrica de la Piedra Pómez..... | 34 |
| Gráfico 4 Resultados la Evolución de Ensayos de Compresión a los 7 días | 40 |
| Gráfico 5 Resultados de la Evolución de Ensayos de Compresión a los 14 días | 41 |
| Gráfico 6 Resultados de la Evolución de Ensayos de Compresión a los 28 días | 43 |
| Gráfico 7 Resumen de la Evolución de la Resistencia a la Compresión..... | 44 |
| Gráfico 8 Evolución de los Resultados de Compresión a los 7 días | 46 |
| Gráfico 9 Evolución de los Resultados de Compresión a los 14 días | 47 |
| Gráfico 10 Evolución de los Resultados de Compresión a los 28 días | 48 |
| Gráfico 11 Evolución de los Resultados de Permeabilidad..... | 50 |
| | |
| Figura 1 Piedra Pómez y Composición Química | 9 |
| Figura 2 Tipo de concreto en base a los materiales utilizados y localización de aire | 11 |
| Figura 3 Tabla de Resistencia de un concretó en función a su edad | 12 |
| Figura 4. Formula de Permeabilidad según Darcy | 14 |
| Figura 5 Disposición de la Presión durante el Ensayo | 16 |
| Figura 6 Permeámetro de carga variable | 17 |
| Figura 7 Tabla del grado de permeabilidad | 18 |
| Figura 8 Tipo de Unidad de Análisis (Briqueta)..... | 23 |
| Figura 9 Localización geográfica de la cantera de piedra pómez..... | 28 |
| Figura 10 Fotografías de extracción en canteras de piedra pómez..... | 29 |
| Figura 11 Localización geográfica de cantera de agregado fino | 29 |
| Figura 12 Localización geográfica de cantera de agregado grueso..... | 30 |
| Figura 13 Fotografías del ensayo granulométrico para agregado fino | 32 |
| Figura 14 Fotografías de ensayo granulométrico para el agregado grueso y piedra pómez | 34 |
| Figura 15 Determinación de Peso Específico y Absorción del agregado fino... | 35 |
| Figura 16 Determinación de Peso Específico y Absorción del agregado grueso | 35 |
| Figura 17 Determinación de Peso Específico y Absorción del agregado de piedra pómez | 36 |
| Figura 18 Fotografía de ensayo para determinar peso específico de los agregados grueso y pómez | 36 |
| Figura 19Fotografías de elaboración de probetas | 38 |

| | |
|---|------------|
| Figura 20 Fotografía de ensayo de compresión a los 7 días..... | 40 |
| Figura 21 Fotografía de ensayo de compresión a los 14 días..... | 42 |
| Figura 22 Fotografía de ensayo de compresión a los 28 días..... | 43 |
| Figura 23 Fotografía de ensayo de permeabilidad..... | 51 |
| Figura 24 Recolección del Agregado de piedra pómez en cantera | 117 |
| Figura 25 Muestras de los agregados para ensayos de caracterización y diseño de mezcla..... | 117 |
| Figura 26 Lavado de material grueso para caracterización de materiales y diseño de mezcla..... | 118 |
| Figura 27 Determinación de peso suelto y compactado para diseño de mezcla | 118 |
| Figura 28 Ensayo para determinar contenido de humedad de los agregados | 118 |
| Figura 29 Colocando las muestras de los agregados en el horno para secado | 119 |
| Figura 30 Tamizado de los agregados fino, grueso y piedra pomez | 119 |
| Figura 31 Determinación de peso específico de los agregados fino, grueso y piedra pómez | 119 |
| Figura 32 Cuarteado de los agregados finos , gruesos y piedra pómez..... | 120 |
| Figura 33 Elaboración del as briquetas..... | 120 |
| Figura 34 Control del slump en la elaboración de las briquetas..... | 120 |
| Figura 35 Ensayo para determinar el contenido de aire fresco | 121 |
| Figura 36 Curado de las muestras hasta 28 días | 121 |
| Figura 37 Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días | 121 |
| Figura 38 Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días | 122 |
| Figura 39 Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días | 122 |
| Figura 40 Ensayo de permeabilidad posteriores a los 28 días..... | 122 |

Resumen

Determinar cómo modifica la sustitución del agregado grueso por piedra pómez en la permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210kg/cm², 2022; **Objetivos específicos:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez, Determinar la permeabilidad del concreto fc 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez.

Tipo de investigación: en base a lo descrito este estudio será de **tipo aplicada**

Enfoque de investigación: Esta investigación será de tipo **cuantitativa** debido a que es una investigación de tipo experimental. Esto es así porque se evaluará mediante ensayos, prácticas y cálculos del desempeño de la permeabilidad y su resistencia a compresión de un concreto con sustitución el agregado grueso por piedra pómez.

Diseño de investigación: Por cumplir estos tres requisitos fundamentales, el diseño de investigación se considera **puramente experimental**

Nivel de la investigación: esta investigación vendrá a ser de **nivel explicativo** ya que mencionará las cualidades físicas y mecánicas del concreto y su desempeño ante la sustitución de agregados gruesos por piedra pómez, así como aclarar y dar respuesta a las incógnitas planteadas

Población: En este estudio, la población consistirá en 60 testigos tomados del concreto que tiene densidad para 210 kg/cm² producido al sustituir el agregado grueso por piedra pómez de media pulgada en los siguientes porcentajes: 25%, 50%, 75% y 100%.

Técnicas de recolección de datos: El método que se utilizará en esta investigación se llama **observación directa**.

Instrumentos de recolección de datos: Debido a que apoya la selección de las ideas mejor importantes e informativas de la investigación, realizada para denotar el contenido a mediante un análisis documental y estadístico utilizando elementos generados en laboratorio, **la ficha de observación** será la herramienta que utilizaremos en esta investigación.

En la tabla 12 y Grafico 7, muestra la carga máxima promedio alcanzada en los ensayos realizados, en un concreto patrón a los 7 días el promedio alcanzado fue de 156.952 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 196.41 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 230 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 25% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 147.55 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 187.85 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 218.71 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 50% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 141.69 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 162.98 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 172.31 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 75% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 106.58 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 116.64 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 123.14 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 100% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 80.12 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 107.23 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 113.86 kg/cm²

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 15 y 16 muestra la profundidad de penetración de agua máxima alcanzada en el ensayo desarrollado, el grafico muestra que el concreto patrón obtuvo una profundidad de penetración de agua de 132.50mm, el concreto con sustitución del 25% alcanzo una profundidad de penetración de 226mm, el concreto con sustitución del 50%, 75% y 100% alcanzo una profundidad de penetración de 300 mm quiere decir que el agua llego a pasar por las muestras.

La sustitución del agregado grueso por piedra pómez en las proporciones 25%, 50%, 75% y 100% incremento la permeabilidad del concreto, es decir que se hizo más permeable.

Palabras clave: Resistencia a compresión, Sustitución, Permeabilidad, Piedra pómez, Agregado grueso

Abstract

Determine how the substitution of pumice stone for coarse aggregate modifies the permeability and compressive strength of concrete 210kg/cm², 2022; Specific objectives: Determine the compressive strength of concrete 210 kg/cm² by substituting pumice stone for coarse aggregate, Determine the permeability of concrete fc 210 kg/cm² by substituting pumice stone for coarse aggregate.

Type of research: based on what has been described this study will be of applied type.

Research approach: This research will be of quantitative type due to the fact that it is an experimental type research. This is so because it will be evaluated by means of tests, practices and calculations of the performance of the permeability and compressive strength of a concrete with substitution of the coarse aggregate by pumice stone.

Research design: Because it fulfills these three fundamental requirements, the research design is considered purely experimental.

Level of research: this research will come to be of explanatory level since it will mention the physical and mechanical qualities of concrete and its performance before the substitution of coarse aggregate by pumice stone, as well as to clarify and give answers to the unknowns posed

Population: In this study, the population will consist of 60 cores taken from concrete having density for 210 kg/cm² produced by substituting coarse aggregate with half-inch pumice stone at the following percentages: 25%, 50%, 75% and 100%.

Data collection techniques: The method to be used in this research is called direct observation.

Data collection instruments: Because it supports the selection of the best important and informative ideas of the research, carried out to denote the content to through a documentary and statistical analysis using elements generated in laboratory, the observation sheet will be the tool we will use in this research.

Table 12 and Graph 7 show the average maximum load reached in the tests carried out, in a standard concrete at 7 days the average reached was 156.952 kg/cm² , at 14 days the average reached is 196.41 kg/cm² and at 28 days the average reached is 230 kg/cm². In a concrete with 25% substitution at 7 days the average achieved was 147.55 kg/cm² , at 14 days the average achieved was 187.85 kg/cm² and at 28 days the average achieved was 218.71 kg/cm² , in a concrete with 50% substitution at 7 days the average achieved was 141.69 kg/cm² , at 14 days the average achieved was 187.85 kg/cm² and at 28 days the average achieved was 218.71 kg/cm² . 69 kg/cm² , at 14 days the average reached is 162.98 kg/cm² and at 28 days the average reached is 172.31 kg/cm².,in a concrete with 75% substitution at 7 days the average reached was 106.58 kg/cm² , at 14 days the average reached is 116. 64 kg/cm² and at 28 days the average lazando is 123.14 kg/cm² , at 7 days the average lazando is 80.12 kg/cm² , at 14 days the average lazando is 107.23 kg/cm² and at 28 days the average lazando is 113.86 kg/cm² .

The results obtained are shown in Table 15 and 16, which show the maximum water penetration depth reached in the test developed. The graph shows that the standard concrete obtained a water penetration depth of 132.50 mm, the concrete with 25% substitution reached a penetration depth of 226 mm, the concrete with 50%, 75% and 100% substitution reached a penetration depth of 300 mm, which means that the water got through the samples.

The substitution of the coarse aggregate by pumice stone in the proportions 25%, 50%, 75% and 100% increased the permeability of the concrete, i.e. it became more permeable.

Keywords: Compressive strength, Substitution, Permeability, Pumice, Coarse aggregate

I. INTRODUCCIÓN

A partir del año 7000 a.C., se datan algunos restos de edificios en Israel y la antigua Yugoslavia, se ha producido una evolución en las secuencias y pasos que se usan en la construcción. Esta evolución se ha registrado desde entonces. Los bloques de piedra, como los que aún se conservan en la Gran Pirámide de Giza, se unían en el antiguo Egipto hacia el año 2570 a.C. utilizando pastas elaboradas mediante la disolución de combinaciones de yeso y piedra caliza en agua. Estas pastas se utilizaban para combinar los bloques de piedra. La construcción del mural de Tebas, que tuvo lugar hacia el año 1950 a.C., utilizó el mismo método. La puzolana, una especie de ceniza volcánica originada en el monte Vesubio y empleada por los romanos hacia el año 400 a.C. como agente cementante natural, es otro avance importante en la historia de la construcción. Para fabricar el "cemento romano" se requerían 2 porciones de puzolanas, una porción de cal, grasa animal, sangre y leche. El cemento puzolánico se utilizó en la construcción de estructuras como el Coliseo romano (construido en el 82 a.C.) y el Teatro de Pompeya (construido en el 75 a.C.). El cemento puzolánico es una puzolana que se produce combinando químicamente sílice y alúmina con cal. A lo largo de la historia, la fórmula de esta combinación se fue modificando hasta llegar a fabricar entre 500 y 1200 tipos argamasa con arena de grano grueso y cal, combinados con carbones de maderas, tierra cocida, yeso o tejo. Hacia el año 1300, se volvió a utilizar el proceso de incineración de cal y adición de puzolana, lo que supuso una mejora de la calidad general de los materiales cementantes.

El 21 de octubre de 1824, Joseph Aspdin y James Parker recibieron la patente de la primera sustancia que se conocería como cemento Portland. Este material se producía mediante la calcinación de piedra caliza arcillosa y carbón a alta temperatura. Se observó que el tono del producto era algo similar al de las piedras que se hallan en la isla de Portland, situada en el Reino Unido, de donde procede el nombre.

El incremento de las construcciones en el Perú y en el orbe ha aumentado continuamente, lo que hace que los profesionales de la construcción adopten y desarrollen nuevos conocimientos tecnológicos y mejorar los procedimientos de

construcción; por esta razón, la ingeniería se sustenta en el campo de los insumos y materiales e insumos para la construcción estos elementos dan la forma a través de la utilización de la tecnología, a las diferentes clases y tipos de construcciones, y también se busca mejorar las cualidades del concreto.

El concreto es uno de los materiales que se está utilizando en la construcción de estructuras a un ritmo muy elevado. Por otra parte, los estudios e investigaciones que se han desarrollado han dado como resultado la creación de una amplia diversidad de tipos de concretos únicos. El bajo peso y baja densidad de esta clase de concreto son sus características definitorias. Esta clase de concreto se produce con agregados ligeros que se ajustan a las normas ACI 213R-03, ACI 211.2-98, ASTM C330-05 y ASTM C567-05a. Para producir este tipo de concreto, es esencial comprender cómo las características y propiedades de los materiales influyen al producto final. El concreto ligero estructural es un subtipo de este.

“En nuestro país, el Perú, debido a que aún no se usa mucho y no se entiende bien, los códigos estructurales especiales para unidades de bajo peso no se usan de manera efectiva y necesaria” (VELIZ, y otros, 2018)

Debido a que su característica de concreto asegura su capacidad de construcción y facilidad de uso, del concreto como material e insumo de construcción es tomado en consideración actualmente como el mayor y más importante componente en el segmento de la construcción en dentro de la región del cusco y el peru. Esta es una de las razones por las que el concreto es considerado como uno de los insumos más importantes. Colocados en diversas infraestructuras civiles a lo largo de varios años, las investigaciones para incrementar la resistencia del concreto desde un punto de referencia físico y mecánico se han reflejado en la introducción y adición de materiales naturales, artificiales y reciclables en cantidades fijas. Estas investigaciones se han llevado a cabo con el fin de incrementar la resistencia del concreto.

Por un lado, la explotación de las canteras para la extracción y obtener agregados supone un mayor coste y una escasez de material debido a la excesiva explotación de las canteras. Esto se debe a que los agregados son el material más solicitado como insumo en la producción de concreto, y existe una escasez de agregados debido a la excesiva explotación de las canteras. Sin embargo, actualmente tenemos nuevas

alternativas para sustituir los agregados y mitigar la excesiva explotación de las canteras.

Por lo tanto, la intención de esta investigación es conocer el comportamiento que demuestre las propiedades de resistencia a compresión y permeabilidad del concreto con el remplazo del agregado tipo grueso por piedra pómez como material en la producción de un concreto, que genere una reducción de su peso manteniendo la dureza a compresión y evaluar el grado de permeabilidad, para así incrementar el progreso de la industria de la construcción con el uso del concreto con agregado de piedra pómez como elemento constructivo.

Problema general: ¿Cuánto es la Influencia de sustitución del agregado grueso por piedra pómez en permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210 kg/cm², 2022?

justificación de la investigación

Justificación teórica: El estudio se justifica a partir del empleo de las técnicas desarrolladas por Sánchez de Guzmán y Pasquel, además de la metodología desarrollada por Nielson. Se utiliza para ensayar el comportamiento mecánico del concreto que se ha preparado remplazando el agregado grueso por piedra pómez. Esto se hace con la ayuda de los manuales técnicos publicados por SENCICO y ACI en el campo del diseño de mezclas estructurales, con la agregación de piedra pómez volcánica para un concreto que tenga una densidad por lo menos de 210 kg/cm².

Justificación metodológica: Este estudio es importante porque plantea suposiciones y preguntas sobre el comportamiento del concreto bajo condiciones de medición angular, piedra pómez, utilizando las técnicas de Sánchez de Guzmán y Pasquel así como la técnica de Nielson para el estudio del desempeño mecánico del concreto con agregado de piedra pómez, empleando los manuales técnicos de SENCICO y ACI en el campo del diseño del concreto con diferentes grados de resistencia y con el apoyo de pruebas de laboratorio, este estudio se amerita mediante la observación directa y se plantean supuestos y preguntas sobre el desempeño del concreto bajo las normas.

Justificación técnica: La actual investigación consiste en sustituir el material grueso por piedra pómez para evaluar su resistencia a compresión y la permeabilidad, ambas requeridas para cumplir con una densidad de concreto de 210 kg/cm². Además, la

investigación tendrá en cuenta la aplicación del análisis pertinente que justifica la normativa.

Justificación social: La actual investigación se justificará y se tendrá en cuenta la realidad actual de los costos del material grueso y calidad del concreto. Ambos aspectos son susceptibles de variabilidad de los precios por factores económicos y sociales, como resultado de la mirada de factores que influyen en los costos nos motivaron a realizar esta investigación.

Objetivo general: Determinar cómo modifica la sustitución del agregado grueso por piedra pómez en la permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210kg/cm², 2022; **Objetivos específicos:** Determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez, Determinar la permeabilidad del concreto fc 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez

Hipótesis:

Se tiene como **hipótesis general:** El comportamiento de la sustitución del agregado grueso por piedra pómez en la permeabilidad y resistencia por compresión varían significativamente en el concreto 210 kg/cm², 2022., **Las hipótesis específico 01:** La resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez tiene una ligera variación., **hipótesis específico 02 :** La Permeabilidad del concreto 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez tiene una ligera variación

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Internacionales

(AYALA Sanchez, y otros, 2020), Los resultados obtenidos por los autores es:

La resistencia a la compresión alcanzada al fallar los últimos 18 cilindros fabricados a partir del concreto liviano es de 24.39 MPa (promedio de las 18 muestras), allí cada uno de los ensayos superó a $f'c$, teniendo una seguridad del 100% por lo que si algún elemento estructural ya sea viga o columna se fundiera con esta mezcla alcanzaría dicha resistencia, garantizado así alcanzar $f'c$.

Con relación al nuevo valor de $f'cr = 23.01 MPa$ hallado en la sección de análisis de resultados se podría realizar un nuevo diseño de mezcla a partir del material roca pómez caracterizado con anterioridad, sin embargo, es bastante dudoso alcanzar un $f'c = 21 MPa$, a causa de que se manejó inicialmente a $f'cr = 29.3 MPa$, logrando una resistencia máxima de 24.39 MPa, sin embargo a partir del nuevo $f'cr$ podría alcanzarse una resistencia superior a los 17.5 MPa (Requisito mínimo de resistencia de un concreto liviano estructural según el A.C.I 213 – R), por lo que su uso podría ser destinado a la fabricación de prefabricados entre otros elementos.

(HERNANDEZ, 2015) concluye que:

Por último la resistencia obtenida en las muestras de concreto con 100% arena aluvial fue de 226.28 Kg/cm² y las muestras de concreto con 100% arena pómez fue de 195.93 Kg/cm² a la edad de 28 días, se determina que el concreto elaborado con arena de piedra pómez en un 100% no alcanzo la misma resistencia que la muestra de control, demostrando así que la arena pómez como material granular no obtiene las mismas propiedades que la arena aluvial o normalmente utilizada

(LOAYZA Tacuri, 2015) concluyeron en lo siguiente

En los análisis comparativos de las dos metodologías se aprecia que a compresión el hormigón de piedra pómez y arena de río tiene un 2,78% más de resistencia que el hormigón de piedra pómez como único agregado, pero a flexión el hormigón de piedra pómez como único agregado tiene un 92,73% más de resistencia que el hormigón de arena de río y piedra pómez. La relación entre la Resistencia a flexión y la Resistencia a Compresión se comportaron entre un 27, 79% y un 40,56 %

Antecedentes nacionales.

(CHALCO Benavente, 2022) llegaron a las siguientes conclusiones

Observando la tabla 32, 35 y las figuras 37,42 y se observaron cambios en la resistencia a la compresión de los modelos c° y c°s con la adición de piedra pómez volcánica 10%, 20%, 30%. Y los días 7, 14 y 28 días de edad. Donde la piedra pómez disminuye en función al patrón de concreto convencional. Con respecto al c° patrón, a los 7, 14 y 28.

El c° con 10% de adición de piedra pómez volcánica. disminuye en 1.5 % en función al patrón.

El c° con adición de piedra pómez volcánica a un 20% disminuye en 3 % de resistencia en función al patrón

Con respecto al 30% de adición de piedra pómez volcánica respecto al c° patrón, el c° disminuye en resistencia en un porcentaje al 5 % observando esta relación al 30% no cumple la resistencia adecuada para un c° diseñado del 210 kg/cm² ya que llega en porcentaje a un 94.6% de resistencia Se admite la hipótesis, según los resultados extraídos de la tabla 32 ,35 y las figuras 37, 42 y 43

(CORCUERA S, y otros, 2018) llegaron a la siguiente conclusión

El impacto de la sustitución del 50% de la piedra por Ecogravilla de escoria de acero generó un incremento del 12% en la resistencia al esfuerzo de compresión y disminuye en 67% la permeabilidad en el concreto elaborado

con cemento tipo ICO. Además, en el concreto elaborado con cemento tipo V se generó un incremento del 25.60% en la resistencia al esfuerzo de compresión y disminuye en 59% la permeabilidad con respecto a un concreto patrón.

El incremento de la resistencia a la compresión y disminución de la permeabilidad de los concretos con 50% de Ecogravilla por piedra, se debe a que al combinarlos con los áridos naturales reduce la cantidad de vacíos al momento de aglutinarse con la pasta de cemento, impidiendo la exudación del agua y la formación de los poros capilares. Además, su asentamiento es trabajable para aplicarlo en vaciados de elementos estructurales que tengan o no contacto con el agua.

(Contreras C, y otros, 2017) Llego a la siguiente conclusión

Los datos obtenidos se resumen en la Figura 4.14, donde se muestra la curva de disminución de la permeabilidad en el concreto, en función a las dosificaciones de ceniza volante de carbón añadidas. Para el Concreto Patrón se obtiene una profundidad de penetración de agua promedio de 137mm, para el Concreto + 1.5%CVC se obtiene una profundidad promedio de 123.5mm, para el Concreto + 3%CVC se obtiene una profundidad de penetración promedio de 101mm, para el Concreto + 4.5%CVC se obtiene una profundidad de penetración de agua promedio 68mm y finalmente para el Concreto + 6%CVC se obtiene una penetración promedio de 52.5mm.

Los datos obtenidos se resumen en la Figura 4.12, donde se muestran las curvas de crecimiento de la resistencia a la compresión, en función a los días de curado y a las dosificaciones añadidas. Para una edad de curado de 3 días: el Concreto Patrón obtiene una resistencia a la compresión promedio de 95 kg/cm² , para el Concreto + 1.5%CVC se obtiene una resistencia promedio de 108 kg/cm², para el Concreto + 3%CVC se obtiene una resistencia de 118 kg/cm², para el Concreto + 4.5%CVC se obtiene una resistencia de 130 kg/cm² y para el Concreto + 6%CVC se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 147 kg/cm². Para una edad de

curado de 7 días: el Concreto Patrón obtiene una resistencia a la compresión promedio de 147 kg/cm², para el Concreto + 1.5%CVC se obtiene una resistencia promedio de 156 kg/cm², para el Concreto + 3%CVC se obtiene una resistencia de 161 kg/cm², para el Concreto + 4.5%CVC se obtiene una resistencia de 169 kg/cm² y para el Concreto + 6%CVC se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 188 kg/cm². Para una edad de curado de 28 días: el Concreto Patrón obtiene una resistencia a la compresión promedio de 218 kg/cm², para el Concreto + 1.5%CVC se obtiene una resistencia promedio de 220 kg/cm², para el Concreto + 3%CVC se obtiene una resistencia de 227 kg/cm², para el Concreto + 4.5%CVC se obtiene una resistencia de 232 kg/cm² y para el Concreto + 6%CVC se obtiene una resistencia a la compresión promedio de 241 kg/cm²

(ABANTO C, 2016) llego a la siguiente conclusión

La hipótesis se cumple ya que al incorporar 2% y 4% de aditivo plastificante, la permeabilidad del concreto disminuye para 7 días de curado en un 8% y 19% respectivamente, a los 14 días de curado presenta una disminución de 11% y 19% respectivamente, para 21 días de curado la permeabilidad disminuye en 12% 20% y para 28 días de curado presenta una disminución de 29% para 2% de aditivo y 42% para 4% de aditivo.

(CHOQQUE CC, y otros, 2016) llegaron a la siguiente conclusión

Se logró demostrar la Hipótesis específica nro. 5 que dice: La permeabilidad del Concreto Poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, con y sin la adición de aditivos súper plastificantes se encuentra dentro del rango establecido por la norma ACI-522R.

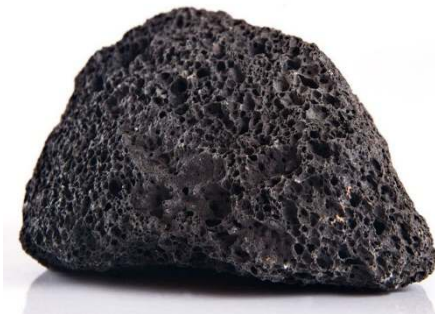
Con lo que se concluye en que la permeabilidad del Concreto Poroso adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l y utilizando agregado de las canteras de Vicho y Zurite, se encuentra en el rango establecido por la ACI – 522R el cual menciona un rango de 0.14 a 1.22 cm/seg,.

Al considerar las teorías que se asocian al campo, se tienen en cuenta tanto las ideas asociadas como los elementos que pertenecen a esos conceptos.

Variable 1: Sustitución de Agregado grueso por Piedra Pómez

Piedra pómez: Es una roca ígnea que puede descubrirse en varios yacimientos geológicos de nuestro país y planeta. Debido a su baja densidad y alta resistencia, puede utilizarse como un agregado ligero. Además, posee una estructura porosa coherente formada por lava desgasificada y aire. El tono de la piedra pómez suele ser un gris muy pálido. (TERREROS, 2013 pág. 19). El uso de la piedra pómez como material agregado se remonta a la prehistoria. Cuando se fabrican lámparas de concreto, existe la necesidad específica de que, hasta el momento en que el material se funde, la piedra pómez pueda tener partículas añadidas que tengan una mayor resistencia que la propia piedra pómez (MARTINEZ, 2010 pág. 69).

Figura 1 Piedra Pómez y Composición Química



Composición química de la piedra pómez.

| Componentes | Cantidad (%) |
|--------------------------------|---------------------|
| SiO ₂ | 71.00 |
| Al ₂ O ₃ | 12.80 |
| Fe ₂ O ₃ | 1.75 |
| CaO | 1.36 |
| Na ₂ O | 3.23 |
| K ₂ | 3.83 |
| H ₂ O | 3.88 |

Fuente: Peñarreta (2015)

Agregado: El agregado utilizado en el concreto tiene que cumplir con uno de los siguientes requisitos:

El peso total del agregado es el adecuado. NTC 17 (ASTM C33) (ASTM C33).

- El agregado ligero, también conocido como NTC 0,5 (ASTM C330).

Producir un concreto con suficiente resistencia y tenacidad en circunstancias certificadas por el supervisor técnico permite utilizar agregados de probada eficacia, así como la experiencia adquirida en el campo. El valor máximo admisible para el tamaño nominal del agregado grueso es superior a:

- Una quinta parte de la distancia más ajustada entre los lados del encofrado

- Un tercio de la altura de la losa

-Tres cuartas partes del espacio mínimo entre barras o alambres de armadura individuales, barras de refuerzo individuales, varillas individuales, cables, haces de cables o conductos

Los diseñadores tienen la impresión de que estas limitaciones pueden eliminarse. Una técnica de compactación del concreto que es a la vez práctica y profesionalmente autorizada, que permite el vertido del concreto sin la formación de colinas, cavidades o huecos en la mezcla, ya que los agregados pueden llenar hasta las tres cuartas partes de un volumen de mezcla para un concreto típico. (Tufino, 2009)

Concreto: El concreto es una combinación de agua, cemento y agregados para generar un material con cualidades aislantes y termoeléctricas especialmente ventajosas para la construcción, según el investigador Pasquel. La adición de agua hace que se vuelva rígido, proporcionándonos una sustancia pegajosa y duradera. (PASQUEL Carbajal, 1993 pág. 13), se denomina concreto a la mezcla de un material aglomerante (cemento hidráulico Portland), un insumo de relleno (compuestos o agregados), agua y ocasionalmente aditivos, que al solidificarse, forman un conjunto y al cabo de un tiempo es capaz de resistir esfuerzos de compresión. El concreto puede puntualizarse como la mezcla de un material aglutinante (cemento hidráulico Portland), un material de relleno (compuestos o agregados) (SANCHEZ de Guzman, 2001 pág. 19).

Concretos de agregados livianos: Su principal característica es la utilización de agregados livianos ya sea naturales o artificiales, orgánicos e inorgánicos, y de granulometría continua o discontinua, los cuales tienen una densidad inferior a causa de su alta porosidad lo que reduce el peso específico de la masa de concreto.

Figura 2 Tipo de concreto en base a los materiales utilizados y localización de aire



Granulometría: El cribado es el método que se utiliza para establecer la distribución de cada tamaño de partícula del agregado, que es la granulometría. Para evaluar la distribución granulométrica del agregado se utiliza un tamiz de malla metálica de agujero cuadrado de tamaño estándar. La granulometría, también conocida como análisis granulométrico, se refiere a cualquier método, ya sea humano o mecánico, que pueda utilizarse para separar las partículas del agregado en categorías basadas en sus respectivos tamaños, mallas con diferentes tamaños de orificio, lo que lleva a un tamaño máximo de agregado admisible en cada uno de estos tamaños de orificio. En la praxis real, el peso de cada dimensión suele darse como una fracción del número total de muestras que se mantuvieron en cada malla. Dado que se muestra un histograma de los valores del material (tamaño de las partículas) con cada malla posterior, estas fracciones retenidas se calculan tanto parcial como acumulativamente, dentro de cada malla.

Peso específico: Según la (NTP400.21, 2013) la definición del peso específico aparente del agregado es la relación entre el peso por unidad de volumen de materia y el peso del mismo volumen de agua a una temperatura constante., esta relación se denomina gravedad específica aparente, esta cualidad se expresa en un porcentaje de peso en seco y se precisa como el volumen de agua obtenida por el agregado que se seca a una temperatura de 110 °C con una variación de mas menos 5 °C, después de sumergirlo en agua durante 24 horas.

Variable 2: Resistencia por compresión

Resistencia del concreto: Según algunos investigadores, la aptitud para soportar cargas y tensiones, el indicador adecuado es la adherencia de la mezcla de cemento, que determina la resistencia a la compresión y tracción. La resistencia a la compresión y tracción dependen esencialmente de la cantidad de cemento, que suele expresarse como la correspondencia agua-cemento, pero no por ello es menos vital, el procedimiento del concreto es el que remata el proceso de solidificación, acostumbran tener una resistencia a la compresión del orden de 100 kg/cm² a 400 kg/cm²., el perfeccionamiento de la estructura se consigue sin añadir 700 kg/cm², para este fin utilizaremos la llamada tecnología de polímeros, que consiste en agregar un tipo de aglutinante a la mezcla. Esto ayuda a obtener una resistencia a la compresión de aproximadamente 1500 kg/cm², lo que permite optimizar la estructura (PASQUEL Carbajal, 1993 pág. 200).

La resistencia a la compresión Según, (KOSMATKA, y otros, 2004 pág. 8), el primer paso es medir la resistencia última que ofrece el espécimen de concreto en su dirección axial. La resistencia también se puede denotar en unidades de masa por centímetro cuadrado (Kg/cm²), mega pascales (Mpa), libras por pie cuadrado (psf), etc., Asimismo las condiciones ambientales, la resistencia del concreto se determina en función de la proporción de agua y cemento. El número de días que tarda la sustancia en alcanzar su plena resistencia es otro factor que hay que tener en cuenta. Un curado que dura 7 días suele dar lugar a un aumento de la resistencia del 75% después de 28 días; un curado que dura 56 días consigue una resistencia un 10% mayor que la de 28 días y una resistencia del 90%.

Figura 3 Tabla de Resistencia de un concretó en función a su edad

| CONCRETO LIGERO | DENSIDAD (Ton/m ³) | RESISTENCIA A LA COMPRESION (Mpa) |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Estructural de baja calidad | 1.35 - 1.85 | >17 |
| Densidad y resistencia baja | 0.24 - 0.80 | 0.7 - 7 |
| Densidad y resistencia moderada | 0.80 - 1.90 | 7 - 17 |

Esto nos es útil para evaluar su resistencia del diseño y para tener un mejor control de calidad en las dosificaciones, mezclas, y uso del concreto estructural. La A.S.T.M., que es el organismo que nos proporciona las normas, ha aprobado la norma A.S.T.M. C39 / C39M-20, que se denomina prueba de compresión de probetas de concreto endurecido para determinar la resistencia. Esta norma también se conoce como prueba de compresión de probetas de concreto endurecido para determinar la resistencia, Se utiliza una máquina de compresión automática para la prueba de compresión en probetas del espécimen estructural. Este equipo debe cumplir los criterios mínimos que indica la norma A.S.T.M. C39/C39M-20, a mismo, para poder realizar el ensayo de determinación de la resistencia del concreto, se le exigirá que siga una serie de procesos, como las conocer las tolerancias del tiempo, para que sean tomadas en consideración en la prensa, que nos proporcionará el valor de la resistencia.

Curado del concreto (NTP339.033, 2009):

El curado es una técnica que radica en mantener el contenido de humedad adecuado del concreto durante un periodo de varios días después de su colocación para permitir una reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento). después de la colocación para permitir un tiempo suficiente para la interacción química entre el material cementante y el agua (hidratación del cemento). Si el concreto se seca demasiado pronto, pueden aparecer grietas en la superficie, lo que impide que el concreto alcance el nivel de resistencia estipulado. Es importante evitar que el sol y el viento accedan al concreto recién colocado, ya que son los agentes que más daños causan.

Variable 3: Permeabilidad

Definición de permeabilidad Se define a la permeabilidad como la capacidad que tiene un material de permitir el tránsito de un líquido sin que este altere en su estructura interna (Henry Philibert Gaspard Darcy – 1856) La impermeabilidad por el contrario es cuánto de agua no deja pasa mediante el material en estudio que en nuestro caso es el concreto. Sabiendo que las propiedades del agua varían en función a su temperatura

tomaremos como referencia el agua dulce que podemos encontrar en las redes de agua potable de la ciudad de Cusco y a una temperatura de 15 C° a la sombra y a 1 atmósfera de presión para esta investigación. Las líneas básicas del pensamiento del notable científico francés el siguiente enunciado: “El caudal de agua permeada es directamente proporcional al área de la muestra, en donde la velocidad es proporcional a la energía”.

Es nuestro propósito reiterar el experimento que efectuó Darcy sobre el paso del agua en una muestra de arena, entonces reemplazaremos la arena por el concreto y pasaremos a registrar mediciones de tiempo y el caudal superando barreras técnicas en cuanto a la hermeticidad para conservar la siguiente ecuación analítica del científico francés.

Figura 4. Formula de Permeabilidad según Darcy

$$K_t = \frac{Q.e}{A.h.t}$$

Dónde:

| | |
|--|----------|
| Q = Volumen de Agua Permeada. | (cm3) |
| t = tiempo en que se realiza el examen | (seg) |
| A = área de la sección transversal del espécimen | (cm2) |
| h = energía hidráulica en columna de agua | (cm) |
| e = espesor de la muestra | (cm) |
| K = Coeficiente de Permeabilidad | (cm/seg) |

El flujo que pudiera existir en el concreto se dará en los espacios vacíos que contiene la pasa de cemento en lo que muchos especialistas describen con el nombre de poros y aire atrapado por lo que asumimos que ha terminado la reacción química con el agua, la fórmula de Darcy es válida cuando el flujo es constante a lo largo del espesor “e” que dicho de otra manera se encuentre mojada.

Factores que influyen en la permeabilidad Las normas técnicas en cuanto a la permeabilidad de suelos advierten su aplicación sobre materiales granulados que no contengan más del 10% de suelos que pasan por el tamiz N° 200, de otra parte, las normas para el concreto analizan o trabajan con la permeabilidad emplean nuevos conceptos como el estado de permeabilidad, la absorción y/o la penetración del agua,

los cuales no explican claramente el sustento numérico de su respectivo método de medición. La permeabilidad en el concreto se debe a la capa superficial y a los vacíos que se forman al interior del cuerpo de concreto, los ductos que se forman permiten el flujo por el cual solo anotamos las características tomadas en cuenta en la presente investigación:

- a) Materiales Constituyentes.
- b) Procesos de transformación.
- c) Elementos de contención o moldeo que imprimen el tipo de superficie.
- d) Procesos de cuidado en el Concreto que permite su uniformidad.

Métodos de medición de la permeabilidad: Los estudios referidos a la permeabilidad empiezan en los suelos granulares adjudicándose la teoría básica con el que se inició estos experimentos, llevando estos procedimientos al concreto. Para la labor de investigación con respecto a la permeabilidad encontramos trabajos que refieren a institutos prestigiosos que realizaron la medición de la permeabilidad en el concreto los cuales describimos:

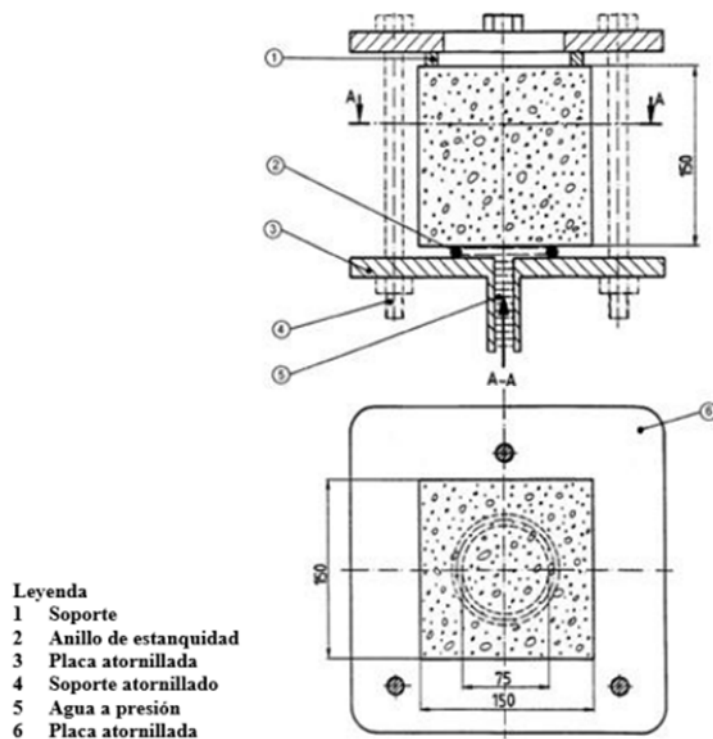
- Norma Americana AASTHO T215, ASTM D2434-68; Coeficiente de permeabilidad con presión constante.
- Norma Europea UNE-EN 12390-8; Profundidad de penetración de agua bajo presión.
- Norma Americana AASTHO T277-12, ASTM C1202; Permeabilidad de Ion cloruro,
- Norma Chilena NCh 2262; Método de la penetración de agua bajo presión.
- Norma Colombiana NTC 4483; Método para determinar la permeabilidad del concreto al agua.
- Norma Peruana NTP 339.041 1981; Ensayo de permeabilidad en tubos de concreto simple.

Ensayo de la Permeabilidad

Seguidamente, se explica de como se hace la instalación de las briquetas de tipo cilíndricas que serán sometidas a presión con agua, y la dinámica del ensayo:

- El equipo de Prueba ejerce una presión de agua de 5 bar o 500 ± 50 kPa durante 72 ± 2 horas, Siendo controlado regularmente para la presión constante inicial.
- La prueba culmina cuando concluye con el tiempo establecido por la norma (72 ± 2 horas).
- La profundidad de penetración máxima se registra al instante de retirar las briquetas y ensayarlas a tracción indirecta para poder observar nítidamente la distancia de penetración

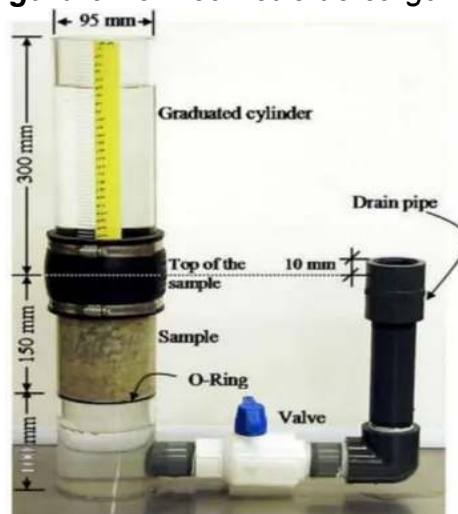
Figura 5 Disposición de la Presión durante el Ensayo



Permeámetro de acuerdo al: (ACI522, 2010), Para determinar el nivel de permeabilidad presente en el concreto puede utilizarse un sencillo equipo denominado permeámetro de carga variable. El espécimen se encapsula en este método para evitar que el agua se filtre por los bordes de la muestra mientras se examina. Tanto la celda del espécimen como el tubo de drenaje se llenan de agua antes de que el cilindro esté listo para su uso. La muestra se somete a un proceso en el que se deja que el agua fluya por el tubo hasta que el nivel de agua en el cilindro sea igual al nivel en la zona

superior del tubo de drenaje. Esto minimiza la probabilidad de que la muestra contenga bolsas de aire y garantiza que el espécimen esté completamente saturado. Tomar las siguientes medidas: El cilindro que contiene el agua tiene un diámetro de 30 centímetros, y las muestras de concreto tendrán una altura de 15 centímetros y un diámetro de 10 centímetros. Estas probetas se colocarán debajo de la probeta graduada, y se unirán mediante gomas y abrazaderas por el cual haya una presión adecuada y el agua no se aparezca por los lados. Por la parte posterior de la probeta habrá otra goma con su correspondiente abrazadera. Esta goma estará unida a otro recipiente, que tendrá otro contenedor donde el agua bajará una distancia de 10 cm. Este recipiente estará pegado a un tubo para poder montar la válvula de agua, y este tubo tendrá la tubería de drenaje, que es por donde se evacuará el agua que se ha filtrado (ACI522, 2006).

Figura 6 Permeámetro de carga variable



NTC 4483 Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua: Esta norma de Colombia incluye la medición del coeficiente de permeabilidad (K) del concreto endurecido en el laboratorio mediante dos métodos diferentes: flujo continuo y profundidad de penetración. Ambas técnicas se consideran aceptables. El primer método se utiliza en concretos que tienen una alta permeabilidad mientras que el segundo método se utiliza en concretos que tienen una permeabilidad muy baja

como resultado de su diseño, composición y características. Ambos métodos se emplean para establecer el coeficiente de permeabilidad del concreto. Cualquiera de los dos procedimientos de ensayo puede utilizarse en probetas, independientemente de que hayan sido creadas en un laboratorio o sobre el terreno, así como en núcleos extraídos del interior de un edificio. El ensayo que se utiliza para medir el coeficiente de permeabilidad K, se realiza sobre probetas cilíndricas, cuyo coeficiente de permeabilidad se calcula mediante los procedimientos que se indican a continuación: La prueba que sirve para calcular el coeficiente de permeabilidad K se realiza sobre probetas cilíndricas que tienen un diámetro de al menos cien milímetros y una altura de cien milímetros. Las pruebas de este tipo se llevan a cabo en muestras de concreto que han sido curadas durante más de 28 días. En la superficie de la muestra se aplica una presión comparable a 0,5 Mpa (50 metros de agua) durante un periodo de tres días. Después, se corta un trozo de la muestra perpendicular a la superficie de la muestra sometida a la presión del agua y se mide la profundidad media de penetración. Se comprueba que hay tres grados diferentes de permeabilidad: baja, media y alta.

Figura 7 Tabla del grado de permeabilidad

| Determinación | Unidades | Permeabilidad | | |
|--------------------------------------|----------|---------------|-------------------------|--------------|
| | | Baja | Media | Alta |
| Coeficiente de permeabilidad al agua | m/s | $< 10^{-12}$ | 10^{-12} a 10^{-10} | $> 10^{-10}$ |
| Profundidad de penetración | mm | < 30 | 30 a 60 | > 60 |

Fuente: NTC-4483

III. METODOLOGÍA

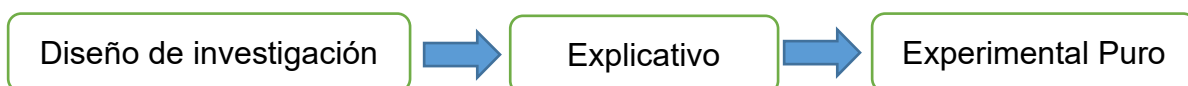
3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según el investigador (MUÑOZ Rocha, 2016 pág. 39), El objetivo o propósito de la investigación aplicada es aplicar directamente la información que se ha obtenido. El presente estudio se va a desarrollar utilizando los conocimientos que se han obtenido en el periodo de formación para especialización, así como el propio estudio. Esto ayudará a un análisis y valoración precisa de las propiedades de permeabilidad y resistencia a compresión de un concreto con el remplazo de agregado grueso por piedra pómez., en base a lo expuesto este estudio será de **tipo aplicada**.

Diseño de investigación

Por cumplir estos tres requisitos fundamentales, el diseño de investigación se considera **puramente experimental**. Estos requisitos son tener un elemento de control o referencia, tener un numero de posibilidades y tener repeticiones en su elección. Además, este modelo de diseño ayuda a analizar más de una variable dependiente a la vez.



3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Piedra pómez:

Son rocas ígneas que pueden encontrarse en diversos yacimientos de nuestro planeta; son ligeras pero muy potentes como agregados ligeros, y tienen una estructura porosa coherente que se generó por la desgasificación de la lava al quedar expuesta al aire; la piedra pómez suele tener un tono gris claro (TERREROS, 2013 págs. 1-9).

Variable 2: Permeabilidad

La permeabilidad del concreto, como la de cualquier otro material, consiste

en que puede ser atravesado por un fluido (agua, aire o vapor de agua) debido a una diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material. La permeabilidad viene determinada por el flujo del filtrado según la ley experimental de Darcy, en la que el flujo laminar es permanente. La permeabilidad puede aumentar o disminuir variando la diferencia de presión entre las dos superficies del material (SANCHEZ de Guzman, 2001 pág. 149).

Variable 3: Resistencia a la compresión

Se puede definir como la medida máxima de la resistencia a la carga axial de las probetas de concreto, que puede indicarse en Kg/cm², Mpa, Lb/in², o psi, a una edad de 7 días, 14 días y 28 días, suponiendo que la probeta tendrá una mayor resistencia a medida que pase el tiempo. La relación entre la anchura y el espesor determina la resistencia a la compresión, denominada f'_c (GOMEZ Jurado, 2014).

Tabla 1 Cuadro Operacional de Variables

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Escala |
|--|--|--|-----------------------------|--|--|---------------|
| Variable 1: Sustitución de Agregado grueso por Piedra Pómez | Son rocas ígneas que pueden encontrarse en diversos yacimientos de nuestro planeta; son ligeras pero muy potentes como agregados ligeros, y tienen una estructura porosa coherente que se generó por la desgasificación de la lava al quedar expuesta al aire; la piedra pómez suele tener un tono gris claro (TERREROS, 2013 págs. 1-9). | Se operacionalizará mediante las siguientes dimensiones: Peso específico, Granulometría, Dosificación, las cuales son las características de la piedra pómez. | 1. Granulometría | Tamaño de las partículas y su distribución | Equipo tamizador Automático/Manual | Razón |
| | | | 2. Peso Específico | kg/cm ² | Balanza electrónica/densímetro o electrónico | Razón |
| | | | 3. Dosificación | 25% | Balanza electrónica | Razón |
| | | | | 50% | | |
| 75% | | | | | | |
| 100% | | | | | | |
| Variable 2: Resistencia por compresión | Se puede definir como la medida máxima de la resistencia a la carga axial de las probetas de concreto, que puede indicarse en Kg/cm ² , Mpa, Lb/in ² , o psi, a una edad de 7 días, 14 días y 28 días, suponiendo que la probeta tendrá una mayor resistencia a medida que pase el tiempo. La relación entre la anchura y el espesor determina la resistencia a la compresión, denominada f _c (GOMEZ Jurado, 2014). | Sustituye el agregado grueso del concreto por piedra pómez y determina cuánto cambia la resistencia a la compresión del concreto a f _c ' 210 kg/cm ² . | Resistencia a la compresión | Kg/cm ² | Prensa hidráulica | Razón |
| | | | Curado | 7 días | Agua | |
| | | | | 14 días | | |
| | | | | 28 días | | |
| Variable 3: Permeabilidad | La permeabilidad del concreto, como la de cualquier otro material, consiste en que puede ser atravesado por un fluido (agua, aire o vapor de agua) debido a una diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material. La permeabilidad viene determinada por el flujo del filtrado según la ley experimental de Darcy, en la que el flujo laminar es permanente. La permeabilidad puede aumentar o disminuir variando la diferencia de presión entre las dos superficies del material (SANCHEZ de Guzman, 2001 pág. 149). | Determinar el ingreso de agua en estado estacionario | Coeficiente de Darcy | m/s | Permeámetro | Razón |

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: La población es un grupo es un conjunto de piezas, instancias y objetos, todos ellos con rasgos o criterios específicos en común (SANCHEZ, y otros, 2018 pág. 102)., En este estudio, la población consistirá en 60 testigos tomados del concreto que tiene densidad para 210 kg/cm² producido al sustituir el agregado grueso por piedra pómez de media pulgada en los siguientes porcentajes: 25%, 50%, 75% y 100%. El objetivo de nuestra investigación será precisar la permeabilidad y la resistencia a la compresión del material.

Tabla 2 Distribución y cantidad de muestras

| Testigos (Probetas) con sustitución de Piedra Pómez | | | | | |
|--|-----------------------|------------|------------|------------|-------------|
| Edad de Muestra | Muestra Patrón | 25% | 50% | 75% | 100% |
| 7 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 14 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | | | | |
| Prueba de compresión | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Prueba de Permeabilidad | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Total, de Pruebas | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Total | | 60 | | | |

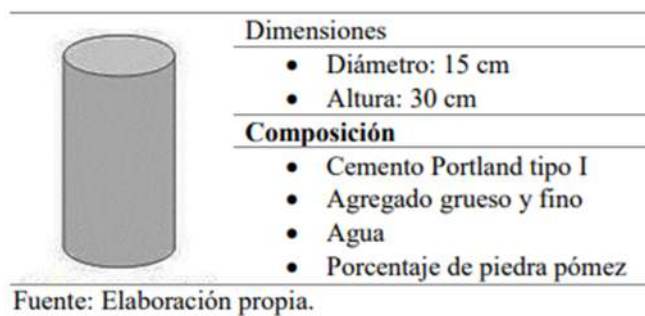
Fuente: Elaboración Propia

Muestra: No se tiene muestra por ser una población pequeña la del estudio

Muestreo: No se tiene muestreo por ser una población pequeña la del estudio

Unidad de análisis: Se utilizó como unidad de investigación el espécimen de concreto estándar que se construyó de acuerdo con la NTP 339.034 y la ASTM C39. Este espécimen tiene un diámetro de 6" y una longitud de 12". Este espécimen de prueba se preparará en un laboratorio de materiales, y su mejora cojera en cuenta los porcentajes de sustitución de agregados gruesos por piedra pómez. Esto ayudará a mejorar su resistencia y a disminuir el peso unitario cuando se utilice. La piedra pómez también ayudará a mejorar su resistencia.

Figura 8 Tipo de Unidad de Análisis (Briqueta)



3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos: El método que se utilizará en esta investigación se llama **observación directa**. Debido a que son varios los objetivos a cumplir, este método permite al investigador establecer qué se hace, cómo lo hace, quién lo hace, cuándo se ejecuta, que tiempo dura, en qué lugar se hace y por qué se hace. Además, este método incluye escoger, observar y registrar metódicamente los comportamientos y cualidades de las unidades a estudiar. La técnica se va a desarrollar en todas y cada una de las pruebas que se piensa realizar, haciendo el cumplimiento de las normas NTP y ASTM, según sea el caso. (HERNENDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 80) Las técnicas son medios, mecanismos y recursos para la colección de información, transición y conservación de los resultados hallados en el proceso de la investigación; las técnicas se desarrollarán en todas y cada una de las pruebas que se van a realizar.



Instrumentos de recolección de datos: Debido a que apoya la clasificación de las ideas mejor importantes e informativas de la investigación, realizada para denotar el contenido a mediante un análisis documental y estadístico utilizando elementos generados en laboratorio, **la ficha de observación** será la herramienta que utilizaremos en esta investigación; Esto se debe a que la ficha de observación permite

tener control sobre el estudio hecho, teniendo en cuenta un proceso secuencial, probatorio y deductivo, para sus respectivos fines analíticos. Según (TAMAYO, y otros, 2006 pág. 121). menciona que la razón por la cual la investigación científica es exitosa es porque está relacionada con las técnicas de observación como el medio y/o instrumento de recolección, llegando a que el investigador dé mayor valor a los aspectos acordes con las condiciones del investigador.



3.5. Procedimientos

Paso 01: Estudios previos

Para esta investigación, utilizaremos las canteras de Raqchi, de donde se extraerá el material que será transportado a la ciudad del Cusco, donde se encuentra el laboratorio de materiales; asimismo, para el material fino utilizaremos el agregado de grano grueso del sector de Huambutio distrito de Lucre, los depósitos de piedra pómez para nuestro estudio han sido identificados en el distrito de Raqchi, que se encuentra en la provincia de Canchis, y en el distrito de Coya

Paso 02: Ensayos al agregado

A efectos del presente estudio, realizaremos las pruebas físicas de los agregados que se utilizarán. Estas pruebas incluirán la precisar el peso específico, el contenido de la humedad, la absorción de agua, estas pruebas también se aplicarán a los agregados de grano grueso y fino.

Paso 03: Caracterización de los materiales

Se realizará la caracterización y determinación de las propiedades del material que se utilizará para el concreto, estas deben contener la información necesaria, esta información se recogerá para los agregados, se obtendrá información técnica en base a ensayos, y para el cemento, según especificaciones técnicas del fabricante, el agua utilizado será de las red pública, se caracterizarán los insumos para el diseño de mezclas para la construcción de probetas/briqueta de concreto, curado adecuado durante el proceso, los procedimientos que rigen en los siguientes parametros y normas hacer usados:

- La placa de diseño ACI se ha utilizado para proyectos híbridos. 211
- ASTM C33 se utiliza para el análisis de tamaño de partículas.
- La gravedad específica y la absorbancia de la plata fina cumplen con la norma ASTM C128/NTP 400.022.
- Pruebe las varillas a granel y de unión de acuerdo con ASTM C-29/NTP 400.017.
- Humedad según norma ASTM-C566.

Paso 04: Optimización de la granulometría del agregado grueso

La granulometría se optimizará de acuerdo con la NTP 400.037 "Concreto seco", que figura los porcentajes mínimos y máximos de cada tamaño de grano nominal, utilizando la información obtenida de la caracterización de los materiales y en base al análisis granulométrico general efectuado dentro del laboratorio.

Paso 05: Diseño de mezcla

Durante esta etapa, desarrollaremos el diseño de la mezcla de acuerdo con la especificación detallada del concreto. Este diseño se creará de acuerdo con la norma ACI 211. Durante esta etapa, calcularemos los volúmenes necesarios para las pruebas proyectadas, y se continuará con la preparación de la mezcla.

Paso 06: Proporciones de la mezcla

Una vez que tengamos el diseño de la mezcla, pasaremos al siguiente paso, que es la determinación de las cantidades de materiales para cada muestra de concreto. Comenzaremos con el diseño estándar o patrón, y la piedra pómez se añadirá en porcentajes del 25%, 50%, 75% y 100% con respecto al peso del cemento. Se calculará para una muestra cilíndrica de dimensiones 15x30 cm (control/briquetas).

Paso 07: Elaboración del concreto

En cuanto tengamos el diseño de la mezcla, iniciaremos inmediatamente el proceso de preparación del concreto de acuerdo con las proporciones que se han recomendado para esta investigación. A continuación, verteremos el concreto en los moldes y lo etiquetaremos de acuerdo con las dosificaciones que se han determinado para lograr los objetivos que se han fijado, que están en consonancia con la hipótesis que se ha planteado y se ajustan a la norma establecida por la ACTM C-31.

Paso 08: Ensayos

Cuando las muestras hayan alcanzado el número de días que se han tenido en cuenta para el estudio, realizaremos pruebas y ensayos sobre el concreto. Además, realizaremos pruebas para el control de calidad en su estado fresco, como las pruebas de consolidación, la verificación de la temperatura, el aire atrapado y la densidad. Las pruebas de resistencia a la compresión y permeabilidad son las que se han sugerido para el desarrollo y estudio; para las pruebas de resistencia a la compresión del concreto nos guiaremos en la norma NTP es la 339.034. Las Probetas/ briquetas moldeadas se someten a una carga de compresión axial que se aplica a una velocidad normalizada dentro de un rango definido mientras se lleva a cabo el procedimiento. La resistencia a compresión de la probeta/briqueta se calcula haciendo una división de la carga máxima obtenida en proceso del ensayo por el área de la sección recta de la probeta/briqueta, para lo cual utilizaremos una prensa hidráulica automática; para la permeabilidad NTC 4483, esta prueba nos permite calcular la penetración de agua a presión en el concreto endurecido; y finalmente, la resistencia a la tracción de la probeta se calcula multiplicando la carga máxima obtenida durante el ensayo por el área de la sección curva de la probeta. Para estimar el coeficiente de permeabilidad, este método consiste en someter una probeta/briqueta de concreto endurecido a una columna de agua a presión en una de sus caras durante un periodo de cuatro días.

Paso 09: análisis de resultados

Se desarrollará cuadros de comparación, para poder sacar los promedios de cada una de las pruebas realizadas a las muestras según las edades del concreto y las adiciones de piedra pómez de ahí saldrán las conclusiones, debates y sugerencias, se llevarán a cabo a partir de los resultados recogidos en la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

En la discusión de Sabino (1992), sobre la técnica de análisis, señala que las fases que se van a realizar deben hacerse de forma natural al proceso. En el presente estudio, la información obtenida de las pruebas a las probetas de concreto patrón y de

las modificadas mediante la sustitución del agregado de grano grueso por piedra pómez se analizarán mediante cuadros estadísticos y gráficos comparativos utilizando como herramienta de apoyo el Microsoft Excel, esto se hará después de haber respondido a las hipótesis planteadas.

3.7. Aspectos éticos

En este estudio, que se elaboró considerando la propiedad intelectual de investigadores y autores que desarrollaron una investigación similar, la investigación no será perjudicial ni dañina para las personas que trabajan en esta investigación ni para el medio ambiente.

IV. RESULTADOS

Con los antecedentes a los estudios, presentamos los resultados obtenidos; habiendo desarrollado con las herramientas y técnicas plateadas y utilizados nuestra investigación, para seguidamente usarlo a través de la aplicación mencionada anteriormente, visualizando dentro de las tablas y gráficos representativos, mostrados en secuencias y basados en el objetivo general y específicos.

Ubicación de las canteras:

Agregado de piedra pómez: La cantera para piedra pómez seleccionada para nuestro estudio se encuentra:

Región: Cusco

Departamento: Cusco

Provincia: Canchis

Distrito: San Pedro

Localidad: Raqchi

Figura 9 Localización geográfica de la cantera de piedra pómez

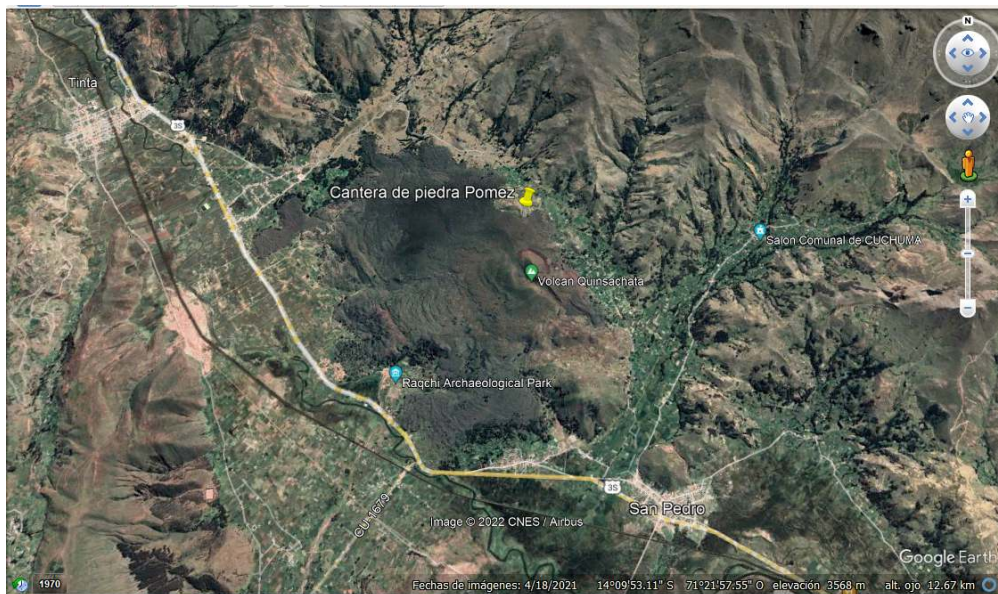
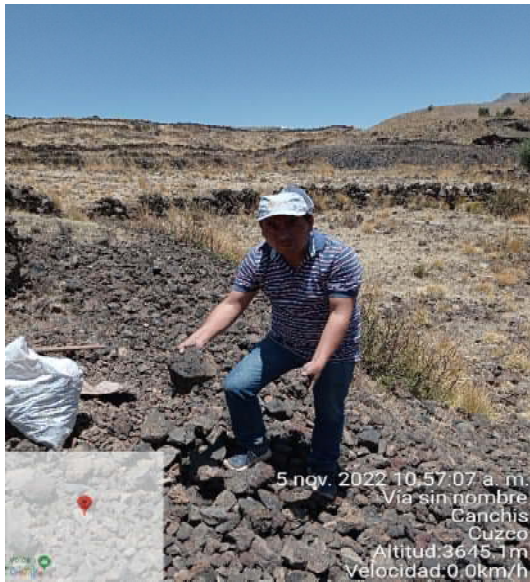


Figura 10 Fotografías de extracción en canteras de piedra pómez



Agregado fino: La cantera Huambutio seleccionada para nuestro estudio se encuentra:

Región: Cusco

Departamento: Cusco

Provincia: Quispicanchis

Distrito: Lucre

Localidad: Huambutio

Figura 11 Localización geográfica de cantera de agregado fino



Agregado grueso: La cantera Vicho seleccionada para nuestro estudio se encuentra:

Región: Cusco

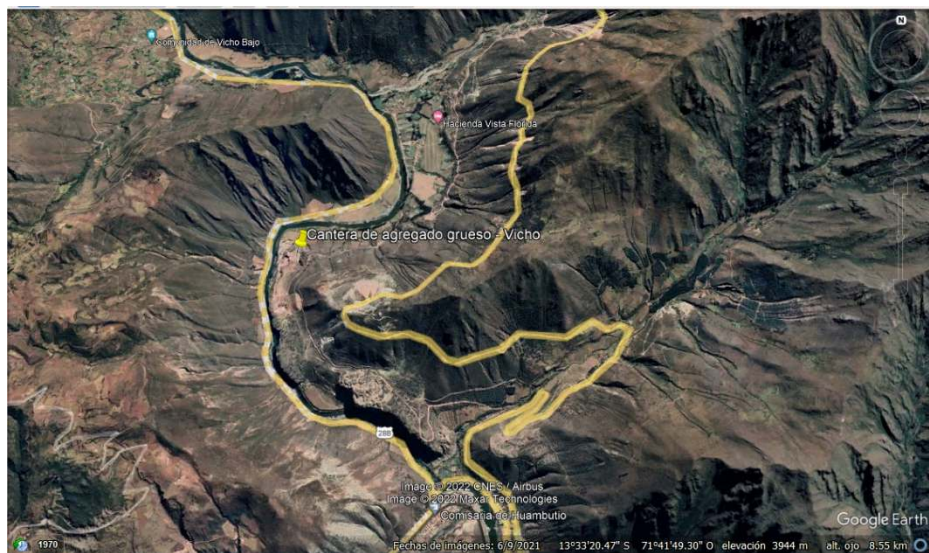
Departamento: Cusco

Provincia: Quispicanchis

Distrito: Lucre

Localidad: Vicho

Figura 12 Localización geográfica de cantera de agregado grueso



Caracterización de los agregados

Se seleccionaron los especímenes representativos de los agregados fino, grueso y piedra pómez, para las evaluaciones en laboratorio, es un método muy importante para precisar la su calidad de los materiales de acuerdo con la normativa

Nuestro proyecto de investigación sea realizado dentro de las instalaciones del laboratorio INGEOMAT (Ingeniería Geoingeniería y Materiales en la Ciudad del Cusco E.I.R.L).

Ensayo de granulometría

Los datos obtenidos de las pruebas practicados para determinar la granulometría se muestran en la tabla 3 para el **agregado fino**

Tabla 3 Resultado de Ensayo de Granulometría del Agregado Fino

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO POR TAMIZADO MTC E-107-200

| | |
|------------------------|--------|
| PESO ANTES DE LAVADO | 2500 g |
| PESO DESPUES DE LAVADO | 2425 g |
| PERDIDA | 75 g |

| Tamiz N° | Diam. (mm) | Peso Retenido | %Retenido | %Retenido Acumulado | %que pasa | PARAMETROS ASTM C 33 | |
|----------|------------|---------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|----------|
| | | | | | | Superior | Inferior |
| 3/8 pulg | 9.375 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1/4 pulg | 6.350 | 115.00 | 4.60% | 4.60% | 95.40% | 100.00% | 100.00% |
| N 4 | 4.750 | 360.00 | 14.40% | 19.00% | 81.00% | 100.00% | 95.00% |
| N 8 | 3.360 | 693.00 | 27.72% | 46.73% | 53.27% | 100.00% | 80.00% |
| N 16 | 1.180 | 624.00 | 24.96% | 71.69% | 28.31% | 85.00% | 50.00% |
| N 30 | 0.600 | 449.00 | 17.96% | 89.65% | 10.35% | 60.00% | 25.00% |
| N 50 | 0.300 | 170.00 | 6.80% | 96.45% | 3.55% | 30.00% | 10.00% |
| N 100 | 0.150 | 11.00 | 0.44% | 96.89% | 3.11% | 10.00% | 0.00% |
| bandeja | 0.000 | 77.68 | 3.11% | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | | 2499.68 | 100.00% | | | SERIE "C" (Tyller) | |

Fuente: Geomat

Gráfico 1 Curva Granulométrica del agregado fino

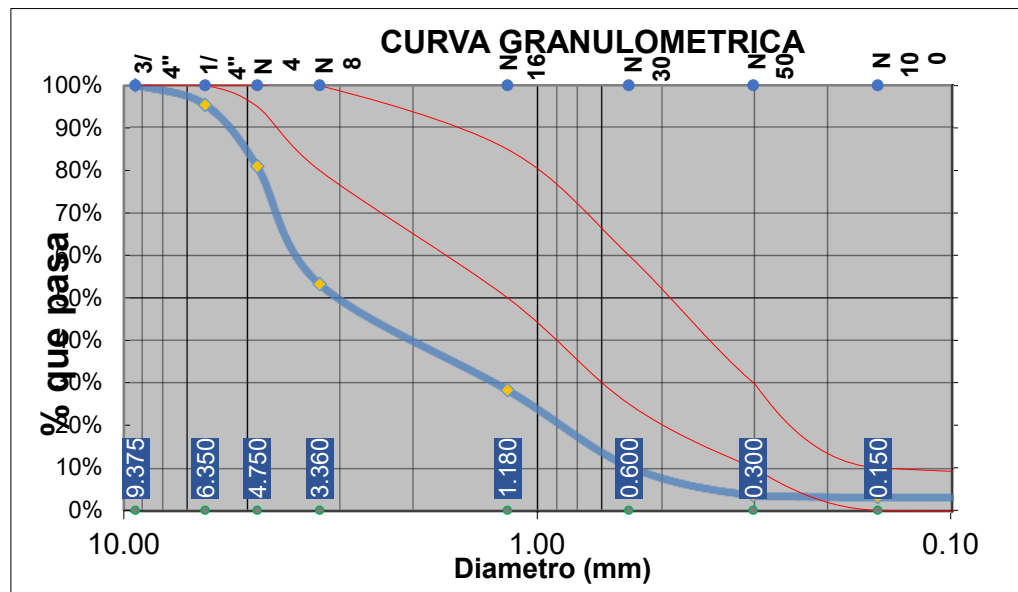


Figura 13 Fotografías del ensayo granulométrico para agregado fino



Los datos obtenidos de las pruebas practicados para establecer la granulometría se muestran en la tabla 4 para el **agregado grueso**

Tabla 4 Resultado de ensayo de Granulometría del Agregado Grueso

| | |
|------------------------|----------|
| PESO ANTES DE LAVADO | 4500 g |
| PESO DESPUES DE LAVADO | 4405.5 g |
| PERDIDA | 94.5 g |

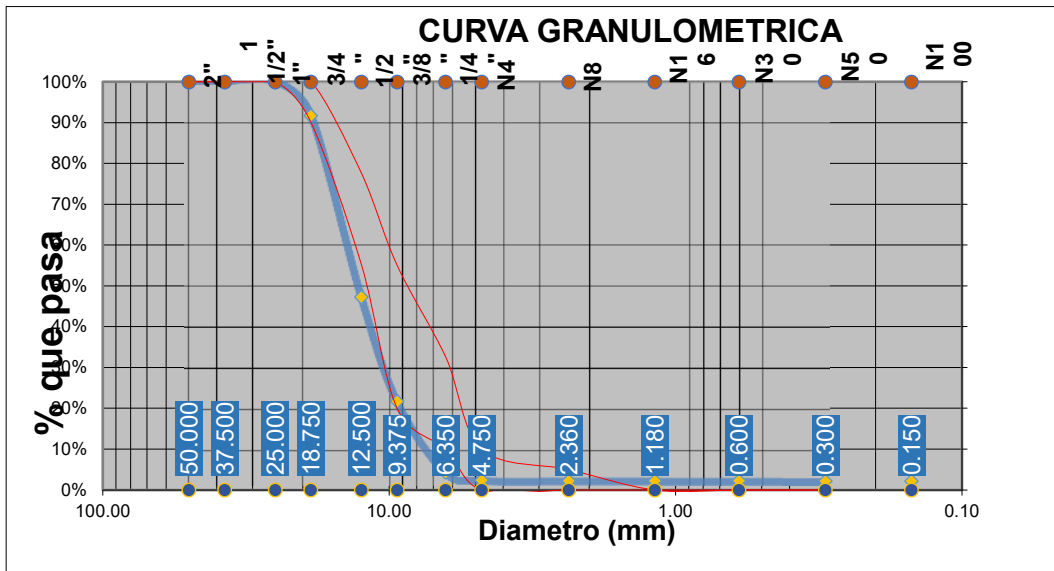
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200

**PARAMETROS
ASTM C 33**

| Tamiz Nº | Diam.(mm) | Peso Retenido | %Retenido | %Retenido Acumulado | %que pasa | Superior | Inferior |
|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------------|-----------|----------|----------|
| 2 pulg | 50.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1 1/2pulg | 37.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1 pulg | 25.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 3/4pulg | 18.750 | 370.00 | 8.23% | 8.23% | 91.77% | 100.00% | 90.00% |
| 1/2pulg | 12.500 | 2000.00 | 44.48% | 52.70% | 47.30% | 77.50% | 55.00% |
| 3/8pulg | 9.375 | 1150.00 | 25.57% | 78.28% | 21.72% | 55.00% | 20.00% |
| 1/4pulg | 6.350 | 781.00 | 17.37% | 95.64% | 4.36% | 32.50% | 10.00% |
| Nº4 | 4.750 | 85.00 | 1.89% | 97.53% | 2.47% | 10.00% | 0.00% |
| Nº8 | 2.360 | 6.00 | 0.13% | 97.67% | 2.33% | 5.00% | 0.00% |
| Nº16 | 1.180 | 1.00 | 0.02% | 97.69% | 2.31% | 0.00% | 0.00% |
| Nº30 | 0.600 | 0.94 | 0.02% | 97.71% | 2.29% | 0.00% | 0.00% |
| Nº50 | 0.300 | 1.00 | 0.02% | 97.73% | 2.27% | 0.00% | 0.00% |
| Nº100 | 0.150 | 1.37 | 0.03% | 97.76% | 2.24% | 0.00% | 0.00% |
| bandeja | 0.000 | 100.55 | 2.24% | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | | 4496.86 | 100.00% | | | | |

Fuente: Ingeomat

Gráfico 2 Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Los datos obtenidos de las pruebas practicados para establecer la granulometría se muestran en la tabla 5 para el agregado de piedra pomez

Tabla 5 Resultados de Ensayo Granulométrico de la piedra pómez

| | |
|------------------------|----------|
| PESO ANTES DE LAVADO | 4500 g |
| PESO DESPUES DE LAVADO | 4405.5 g |
| PERDIDA | 94.5 g |

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO "POMEZ" MEDIANTE TAMIZADO MTC E-107-200

**PARAMETROS
ASTM C 33**

| Tamiz N° | Diam.(mm) | Peso Retenido | %Retenido | %Retenido Acumulado | %que pasa | Superior | Inferior |
|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------------|-----------|----------|----------|
| 2 pulg | 50.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1 1/2pulg | 37.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1 pulg | 25.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 3/4pulg | 18.750 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1/2pulg | 12.500 | 442.36 | 11.46% | 11.46% | 88.54% | 100.00% | 90.00% |
| 3/8pulg | 9.375 | 1155.21 | 29.93% | 41.39% | 58.61% | 70.00% | 40.00% |
| 1/4pulg | 6.350 | 1351.23 | 35.01% | 76.39% | 23.61% | 42.50% | 20.00% |
| N°4 | 4.750 | 901.15 | 23.35% | 99.74% | 0.26% | 15.00% | 0.00% |
| N°8 | 2.360 | 4.65 | 0.12% | 99.86% | 0.14% | 5.00% | 0.00% |
| N°16 | 1.180 | 0.65 | 0.02% | 99.87% | 0.13% | 0.00% | 0.00% |
| N°30 | 0.600 | 1.12 | 0.03% | 99.90% | 0.10% | 0.00% | 0.00% |
| N°50 | 0.300 | 0.85 | 0.02% | 99.93% | 0.07% | 0.00% | 0.00% |
| N°100 | 0.150 | 0.66 | 0.02% | 99.94% | 0.06% | 0.00% | 0.00% |
| bandeja | 0.000 | 2.23 | 0.06% | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | | 3860.11 | 100.00% | | | | |

Fuente: Ingeomat

Gráfico 3 Curva Granulométrica de la Piedra Pómez

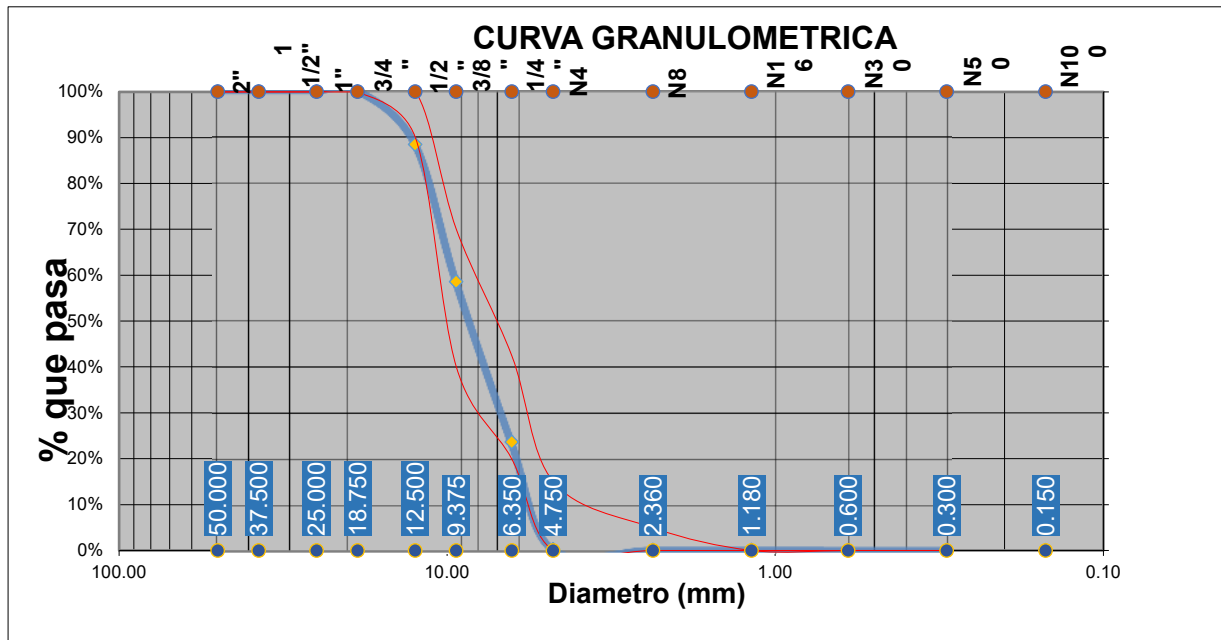


Figura 14 Fotografías de ensayo granulométrico para el agregado grueso y piedra pómez



Los datos obtenidos de las pruebas para establecer los pesos específicos del agregado fino, grueso y piedra pómez se muestran en las figuras 15, 16 y 17

Figura 15 Determinación de Peso Específico y Absorción del agregado fino

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84 | | | |
|--|--|---|-------------------------|
| Peso Especifico de masa (Pem) | | | |
| Wo= | Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr | : | 490.12 gr |
| V= | Volumen de Frasco en cm ³ | : | 500.00 cm ³ |
| Va= | Peso en gramos o volumen en cm ³ de agua añadida en el frasco | : | 297.77 cm ³ |
| | $P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)}$ | = | 2.42 gr/cm ³ |
| | $Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$ | = | 2.02% |
| | $P_{SSS} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$ | = | 2.47 gr/cm ³ |
| | $P_{aparente} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)}$ | = | 2.55 gr/cm ³ |

Fuente: Ingeomat

Figura 16 Determinación de Peso Específico y Absorción del agregado grueso

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84 | | | |
|--|---------------------------------------|---|------------|
| A= | PESO SECO EN EL AIRE | : | 1465.00 gr |
| B= | PESO SUPERFICIALMENTE SECO | : | 1480.00 gr |
| C= | PESO DE LA MUESTRA EN AGUA | : | 896.00 gr |
| | $\gamma_{exp} = \frac{A}{B - C}$ | = | 2.51 |
| | $\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C}$ | = | 2.57 |
| | $\gamma_m = \frac{B}{B - C}$ | = | 2.53 |
| | $Absorcion = \frac{B - A}{A}$ | = | 1.02% |

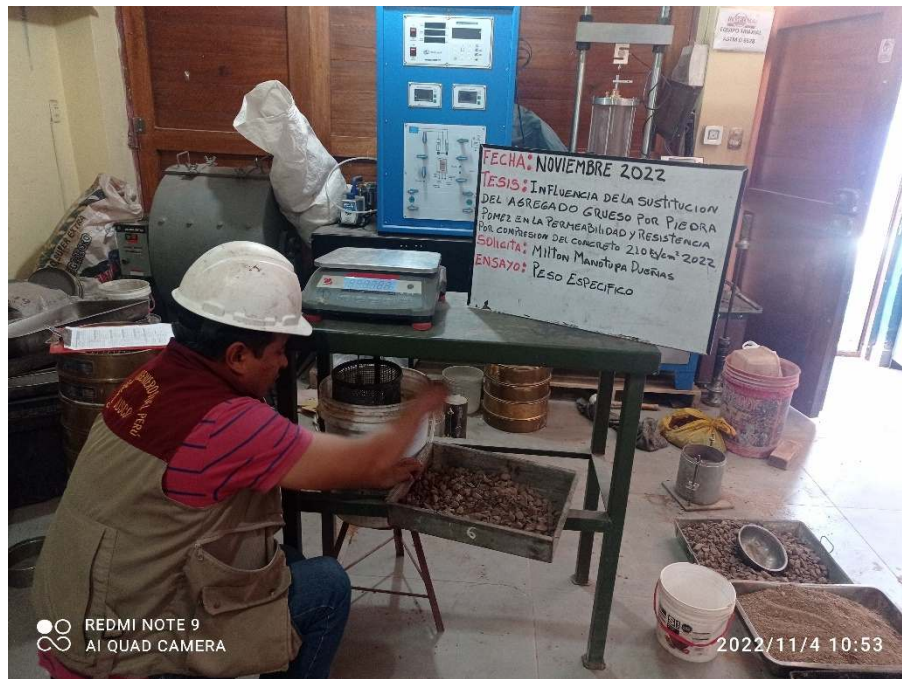
Fuente: Ingeomat

Figura 17 Determinación de Peso Específico y Absorción del agregado de piedra pómez

| PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO "POMEZ" AASHTO T 84 | | | |
|--|------|---|--------|
| A= PESO SECO EN EL AIRE | : | 1175.00 gr | |
| B= PESO SUPERFICIALMENTE SECO | : | 1480.00 gr | |
| C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA | : | 656.00 gr | |
| $\gamma_{esp} = \frac{A}{B - C} =$ | 1.43 | $\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} =$ | 2.26 |
| $\gamma_m = \frac{B}{B - C} =$ | 1.80 | $Absorcion = \frac{B - A}{A} =$ | 25.96% |

Fuente: Ingeomat

Figura 18 Fotografía de ensayo para determinar peso específico de los agregados grueso y pómez



Diseño de mezcla

Según el método ACI , Es método ampliamente utilizado para el diseño del concreto la tabla 6 muestra las cantidades requeridas para nuestra investigación. Para alcanzar la capacidad de carga final concreto, se utiliza la estructura estándar $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para muestras cilíndricas, con sustitución de agregado grueso por piedra pómez en las siguientes proporciones 25%, 50%, 75% y 100% .

Tabla 6 Diseño de Mezcla para Briquetas Patrón

| $f'c=$ | 210 kg/cm ² |
|-------------------------|------------------------|
| Diámetro | 15 cm |
| Altura | 30 cm |
| Cantidad de Testigos | 60 |
| Volumen por testigo | 5301 cm ³ |
| Factor por desperdicios | 1.1 |
| Volumen corregido | 0.0058 m ³ |
| Cemento | 157.803 kg |
| Agua de Diseño | 77.117 kg |
| Agregado Fino | 277.478 kg |
| Agregado Grueso | 282.002 kg |
| Suma | 794.40 kg |
| Peso por Testigo | 13.24 kg |

Fuente: Ingeomat

Preparación de los especímenes: La Tabla 7 muestra la cantidad de briquetas a ser moldeadas.

Tabla 7 Cuadro de Cantidad de Muestras a ser elaboradas

| Testigos (Probetas) con sustitución de Piedra Pómez | | | | | |
|---|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Edad de Muestra | Muestra Patrón | 25% | 50% | 75% | 100% |
| 7 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 14 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 28 días | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | | | | |
| Prueba de compresión | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Prueba de Permeabilidad | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Total, de Pruebas | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Total | 60 | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Preparación de la mezcla el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Se procede al pesaje de la piedra pómez en porcentaje en los porcentajes de sustitución 25%, 50% , 75% y 100% , de igual manera los otros materiales como el cemento, agua, agregado fino.

Llenado de probetas cilíndricas: Esta actividad se desarrolló siguiendo los pasos establecidos; El molde recibe un tratamiento con grasa/aditivo desmoldante seguidamente en el molde se vierte en tres capas el concreto. La primera fracción se llena a un 1/3 del volumen del molde, inicia la compactación con una barrilla de acero, con 25 golpes posteriormente se hace uso de una comba de goma para aplicar 15 golpes alrededor del molde para desalojar las burbujas de aire, de igual manera se realizará para la segunda y tercera fracción.

Figura 19 Fotografías de elaboración de probetas



Para el objetivo específico 1: Que es “Determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez”. Se llegó a obtener los siguientes resultados a los 7, 14 y 28 días

Las pruebas se llevaron a cabo sobre las briquetas: Especímenes de tipo cilíndricas de 15cm x 30cm., Se experimentaron 03 briquetas con el objetivo de valorar la carga máxima y la ruptura al completar los 7, 14 y 28 días. Las probetas cilíndricas se colocan de forma vertical en el equipo de ensayo que inicialmente a alineo para que la

probeta admita de forma uniforme la aplicación de la carga sobre cara lisa superior y inferior. El equipo de ensayo inicia a con una aplicación de una carga a velocidad invariable e ininterrumpida. La recolección de los datos se da cuando la briqueta inicia a evidenciar fisuras y la carga a descender.

En la tabla 8 y grafico 4 , Se muestran las cargas máximas alcanzadas, del concreto patrón y sustituidos con piedra pómez, para la edad de 7 días de curado.

Tabla 8 Resultados de Ensayos de Compresión a los 7 días

| Nº de Briqueta | Nº de Ensayo | Estructura y elemento | Fecha | | Edad (días) | Ensayo o Evolucion | Dial Mpa | f'c (kg/cm2) Diseño | RESISTENCIAS | | PORCENTAJES de f'c | | CUMPLE? |
|----------------|--------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|----------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------|
| | | | Moldeo | Rotura | | | | | Resist. de Probeta (kg/cm2) | Resist. que debe tener (kg/cm2) | % f'c diseño de probeta % | % f'c diseño que debe tener % | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | PATRON | 09/11/2022 | 16/11/2022 | 7 | Evolucion | 15.526 | 210 | 158.32 | 143.61 | 75.39% | 68.39% | SI |
| 2 | | | 09/11/2022 | 16/11/2022 | 7 | Evolucion | 15.440 | 210 | 157.44 | 143.61 | 74.97% | 68.39% | SI |
| 3 | | | 09/11/2022 | 16/11/2022 | 7 | Evolucion | 15.210 | 210 | 155.10 | 143.61 | 73.86% | 68.39% | SI |
| 4 | 2 | SUSTITUCION AL 25% | 10/11/2022 | 17/11/2022 | 7 | Evolucion | 14.580 | 210 | 148.67 | 143.61 | 70.80% | 68.39% | SI |
| 5 | | | 10/11/2022 | 17/11/2022 | 7 | Evolucion | 14.450 | 210 | 147.35 | 143.61 | 70.17% | 68.39% | SI |
| 6 | | | 10/11/2022 | 17/11/2022 | 7 | Evolucion | 14.380 | 210 | 146.63 | 143.61 | 69.83% | 68.39% | SI |
| 7 | 3 | SUSTITUCION AL 50% | 14/11/2022 | 21/11/2022 | 7 | Evolucion | 14.021 | 210 | 142.97 | 143.61 | 68.08% | 68.39% | NO |
| 8 | | | 14/11/2022 | 21/11/2022 | 7 | Evolucion | 13.850 | 210 | 141.23 | 143.61 | 67.25% | 68.39% | NO |
| 9 | | | 14/11/2022 | 21/11/2022 | 7 | Evolucion | 14.110 | 210 | 143.88 | 143.61 | 68.51% | 68.39% | SI |
| 10 | 4 | SUSTITUCION AL 75% | 14/11/2022 | 21/11/2022 | 7 | Evolucion | 10.522 | 210 | 107.29 | 143.61 | 51.09% | 68.39% | NO |
| 11 | | | 14/11/2022 | 21/11/2022 | 7 | Evolucion | 10.474 | 210 | 106.80 | 143.61 | 50.86% | 68.39% | NO |
| 12 | | | 14/11/2022 | 21/11/2022 | 7 | Evolucion | 10.362 | 210 | 105.66 | 143.61 | 50.31% | 68.39% | NO |
| 13 | 5 | SUSTITUCION AL 100% | 10/11/2022 | 17/11/2022 | 7 | Evolucion | 7.969 | 210 | 81.26 | 143.61 | 38.70% | 68.39% | NO |
| 14 | | | 10/11/2022 | 17/11/2022 | 7 | Evolucion | 7.859 | 210 | 80.14 | 143.61 | 38.16% | 68.39% | NO |
| 15 | | | 10/11/2022 | 17/11/2022 | 7 | Evolucion | 7.744 | 210 | 78.97 | 143.61 | 37.60% | 68.39% | NO |

Fuente: Ingeomat

Gráfico 4 Resultados la Evolución de Ensayos de Compresión a los 7 días



Figura 20 Fotografía de ensayo de compresión a los 7 días



En la tabla 9 y gráfico 5, se muestran las cargas máximas alcanzadas, del concreto patrón y sustituidos con piedra pómez, para la edad de 14 días de curado

Tabla 9 Resultados de Ensayos de Compresión a los 14 días

| Nº de Briqueeta | Nº de Ensayo | Estructura y elemento | Fecha | | Edad (días) | Ensayo o Evolucion | Dial Mpa | f'c (kg/cm2) Diseño | RESISTENCIAS | | PORCENTAJES de f'c | | CUMPLE? |
|-----------------|--------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|----------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------|
| | | | Moldeo | Rotura | | | | | Resist. de Probeta (kg/cm2) | Resist. que debe tener (kg/cm2) | % f'c diseño de probeta % | % f'c diseño que debe tener % | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | PATRON | 09/11/2022 | 23/11/2022 | 14 | Evolucion | 19.210 | 210 | 195.88 | 179.42 | 93.28% | 85.44% | SI |
| 2 | | | 09/11/2022 | 23/11/2022 | 14 | Evolucion | 19.025 | 210 | 194.00 | 179.42 | 92.38% | 85.44% | SI |
| 3 | | | 09/11/2022 | 23/11/2022 | 14 | Evolucion | 19.550 | 210 | 199.35 | 179.42 | 94.93% | 85.44% | SI |
| 4 | 2 | SUSTITUCION AL 25% | 10/11/2022 | 24/11/2022 | 14 | Evolucion | 18.564 | 210 | 189.30 | 179.42 | 90.14% | 85.44% | SI |
| 5 | | | 10/11/2022 | 24/11/2022 | 14 | Evolucion | 18.263 | 210 | 186.23 | 179.42 | 88.68% | 85.44% | SI |
| 6 | | | 10/11/2022 | 24/11/2022 | 14 | Evolucion | 18.440 | 210 | 188.03 | 179.42 | 89.54% | 85.44% | SI |
| 7 | 3 | SUSTITUCION AL 50% | 14/11/2022 | 28/11/2022 | 14 | Evolucion | 15.520 | 210 | 158.26 | 179.42 | 75.36% | 85.44% | NO |
| 8 | | | 14/11/2022 | 28/11/2022 | 14 | Evolucion | 16.990 | 210 | 173.25 | 179.42 | 82.50% | 85.44% | NO |
| 9 | | | 14/11/2022 | 28/11/2022 | 14 | Evolucion | 15.440 | 210 | 157.44 | 179.42 | 74.97% | 85.44% | NO |
| 10 | 4 | SUSTITUCION AL 75% | 14/11/2022 | 28/11/2022 | 14 | Evolucion | 11.582 | 210 | 118.10 | 179.42 | 56.24% | 85.44% | NO |
| 11 | | | 14/11/2022 | 28/11/2022 | 14 | Evolucion | 11.411 | 210 | 116.36 | 179.42 | 55.41% | 85.44% | NO |
| 12 | | | 14/11/2022 | 28/11/2022 | 14 | Evolucion | 11.323 | 210 | 115.46 | 179.42 | 54.98% | 85.44% | NO |
| 13 | 5 | SUSTITUCION AL 100% | 10/11/2022 | 24/11/2022 | 14 | Evolucion | 10.251 | 210 | 104.53 | 179.42 | 49.78% | 85.44% | NO |
| 14 | | | 10/11/2022 | 24/11/2022 | 14 | Evolucion | 10.888 | 210 | 111.02 | 179.42 | 52.87% | 85.44% | NO |
| 15 | | | 10/11/2022 | 24/11/2022 | 14 | Evolucion | 10.411 | 210 | 106.16 | 179.42 | 50.55% | 85.44% | NO |

Fuente: Ingeomat

Gráfico 5 Resultados de la Evolución de Ensayos de Compresión a los 14 días



Figura 21 Fotografía de ensayo de compresión a los 14 días



En la tabla 10 y grafico 6 , Se muestran las cargas máximas alcanzadas, del concreto patrón y sustituidos con piedra pómez, para la edad de 28 días de curado

Tabla 10 Resultados de Ensayos de Compresión a los 28 días

| Nº de Briquea | Nº de Ensayo | Estructura y elemento | Fecha | | Edad (días) | Ensayo o Evolucion | Dial Mpa | f'c (kg/cm2) Diseño | RESISTENCIAS | | PORCENTAJES de f'c | | CUMPLE? |
|---------------|--------------|-----------------------|------------|------------|-------------|--------------------|----------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------|
| | | | Moldeo | Rotura | | | | | Resist. de Probeta (kg/cm2) | Resist. que debe tener (kg/cm2) | % f'c diseño de probeta % | % f'c diseño que debe tener % | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | PATRON | 09/11/2022 | 07/12/2022 | 28 | Ensayo | 22.569 | 210 | 230.14 | 210.00 | 109.59% | 100.00% | SI |
| 2 | | | 09/11/2022 | 07/12/2022 | 28 | Ensayo | 22.636 | 210 | 230.82 | 210.00 | 109.91% | 100.00% | SI |
| 3 | | | 09/11/2022 | 07/12/2022 | 28 | Ensayo | 22.584 | 210 | 230.29 | 210.00 | 109.66% | 100.00% | SI |
| 4 | 2 | SUSTITUCION AL 25% | 10/11/2022 | 08/12/2022 | 28 | Ensayo | 21.582 | 210 | 220.07 | 210.00 | 104.80% | 100.00% | SI |
| 5 | | | 10/11/2022 | 08/12/2022 | 28 | Ensayo | 21.441 | 210 | 218.63 | 210.00 | 104.11% | 100.00% | SI |
| 6 | | | 10/11/2022 | 08/12/2022 | 28 | Ensayo | 21.323 | 210 | 217.43 | 210.00 | 103.54% | 100.00% | SI |
| 7 | 3 | SUSTITUCION AL 50% | 14/11/2022 | 12/12/2022 | 28 | Ensayo | 16.952 | 210 | 172.86 | 210.00 | 82.31% | 100.00% | NO |
| 8 | | | 14/11/2022 | 12/12/2022 | 28 | Ensayo | 16.833 | 210 | 171.65 | 210.00 | 81.74% | 100.00% | NO |
| 9 | | | 14/11/2022 | 12/12/2022 | 28 | Ensayo | 16.910 | 210 | 172.43 | 210.00 | 82.11% | 100.00% | NO |
| 10 | 4 | SUSTITUCION AL 75% | 14/11/2022 | 12/12/2022 | 28 | Ensayo | 12.021 | 210 | 122.58 | 210.00 | 58.37% | 100.00% | NO |
| 11 | | | 14/11/2022 | 12/12/2022 | 28 | Ensayo | 12.067 | 210 | 123.04 | 210.00 | 58.59% | 100.00% | NO |
| 12 | | | 14/11/2022 | 12/12/2022 | 28 | Ensayo | 12.141 | 210 | 123.80 | 210.00 | 58.95% | 100.00% | NO |
| 13 | 5 | SUSTITUCION AL 100% | 10/11/2022 | 08/12/2022 | 28 | Ensayo | 11.030 | 210 | 112.47 | 210.00 | 53.56% | 100.00% | NO |
| 14 | | | 10/11/2022 | 08/12/2022 | 28 | Ensayo | 11.060 | 210 | 112.78 | 210.00 | 53.70% | 100.00% | NO |
| 15 | | | 10/11/2022 | 08/12/2022 | 28 | Ensayo | 11.410 | 210 | 116.35 | 210.00 | 55.40% | 100.00% | NO |

Fuente: Ingeomat

Gráfico 6 Resultados de la Evolución de Ensayos de Compresión a los 28 días



Figura 22 Fotografía de ensayo de compresión a los 28 días

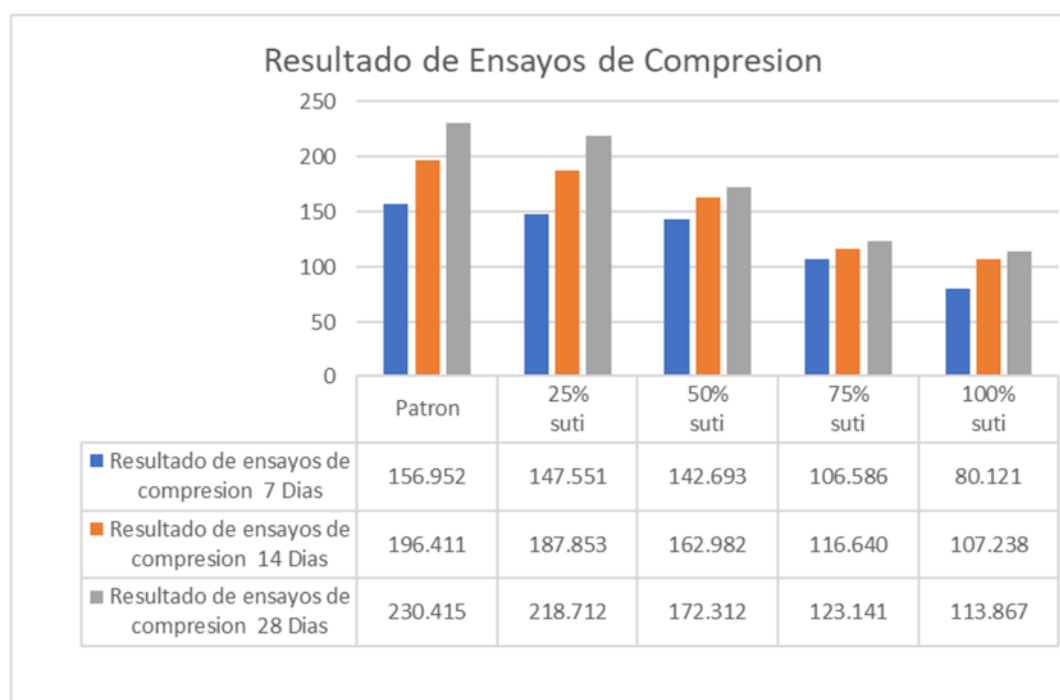


Tabla 11 Promedio de los Resultados de los Ensayos de Resistencia a la Compresión

| Resultado de Ensayos de Compresion | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------|----------------|---------|--------------------|----------------|---------|--------------------|----------------|---------|--------------------|
| Concreto | % de sustitucion | 7 Dias | | | 14 Dias | | | 28 dias | | |
| | | Lectura (Mpa) | Kg/cm2 | Promedio (Kg/cm2) | Lectura (Mpa) | Kg/cm2 | Promedio (Kg/cm2) | Lectura (Mpa) | Kg/cm2 | Promedio (Kg/cm2) |
| D1 | Patron (0.0 %) | 15.526 | 158.319 | 156.952 | 19.210 | 195.884 | 196.411 | 22.569 | 230.136 | 230.415 |
| | | 15.440 | 157.442 | | 19.025 | 193.998 | | 22.636 | 230.819 | |
| | | 15.210 | 155.096 | | 19.550 | 199.351 | | 22.584 | 230.289 | |
| D2 | 25 % sustitucion | 14.580 | 148.672 | 147.551 | 18.564 | 189.297 | 187.853 | 21.582 | 220.072 | 218.712 |
| | | 14.450 | 147.347 | | 18.263 | 186.228 | | 21.441 | 218.634 | |
| | | 14.380 | 146.633 | | 18.440 | 188.033 | | 21.323 | 217.431 | |
| D3 | 50 % sustitucion | 14.021 | 142.972 | 142.693 | 15.520 | 158.257 | 162.982 | 16.952 | 172.860 | 172.312 |
| | | 13.850 | 141.228 | | 16.990 | 173.247 | | 16.833 | 171.646 | |
| | | 14.110 | 143.880 | | 15.440 | 157.442 | | 16.910 | 172.431 | |
| D4 | 75 % sustitucion | 10.522 | 107.293 | 106.586 | 11.582 | 118.102 | 116.640 | 12.021 | 122.578 | 123.141 |
| | | 10.474 | 106.803 | | 11.411 | 116.358 | | 12.067 | 123.043 | |
| | | 10.362 | 105.661 | | 11.323 | 115.461 | | 12.141 | 123.802 | |
| D5 | 100 % sustitucion | 7.969 | 81.260 | 80.121 | 10.251 | 104.529 | 107.238 | 11.030 | 112.473 | 113.867 |
| | | 7.859 | 80.138 | | 10.888 | 111.025 | | 11.060 | 112.779 | |
| | | 7.744 | 78.966 | | 10.411 | 106.161 | | 11.410 | 116.348 | |

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 7 Resumen de la Evolución de la Resistencia a la Compresión



En la tabla 12 y Grafico 7, muestra la carga máxima promedio alcanzada en los ensayos realizados, en un concreto patrón a los 7 días el promedio alcanzado fue de 156.952 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 196.41 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 230 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 25% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 147.55 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 187.85 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 218.71 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 50% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 141.69 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 162.98 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 172.31 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 75% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 106.58 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 116.64 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 123.14 kg/cm²., en un concreto con sustitución del 100% a los 7 días el promedio alcanzado fue de 80.12 kg/cm² , a 14 días el promedio alcanzado es de 107.23 kg/cm² y a los 28 días el promedio alcanzado es de 113.86 kg/cm².

Tabla 12 Resumen de los Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 7 días

| Resultados de ensayos de compresion a los 7 días | | | | | |
|---|----------------|--------------------|----------------|----------------|---------------|
| Concreto | Patron | Sustitucion | | | |
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| FC=210 Kg/cm ² | 156.952 | 147.551 | 142.693 | 106.586 | 80.121 |
| Compresion % | 100% | 94% | 91% | 68% | 51% |
| Variacion % | 0% | 6% | 9% | 32% | 49% |

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 8 Evolución de los Resultados de Compresión a los 7 días

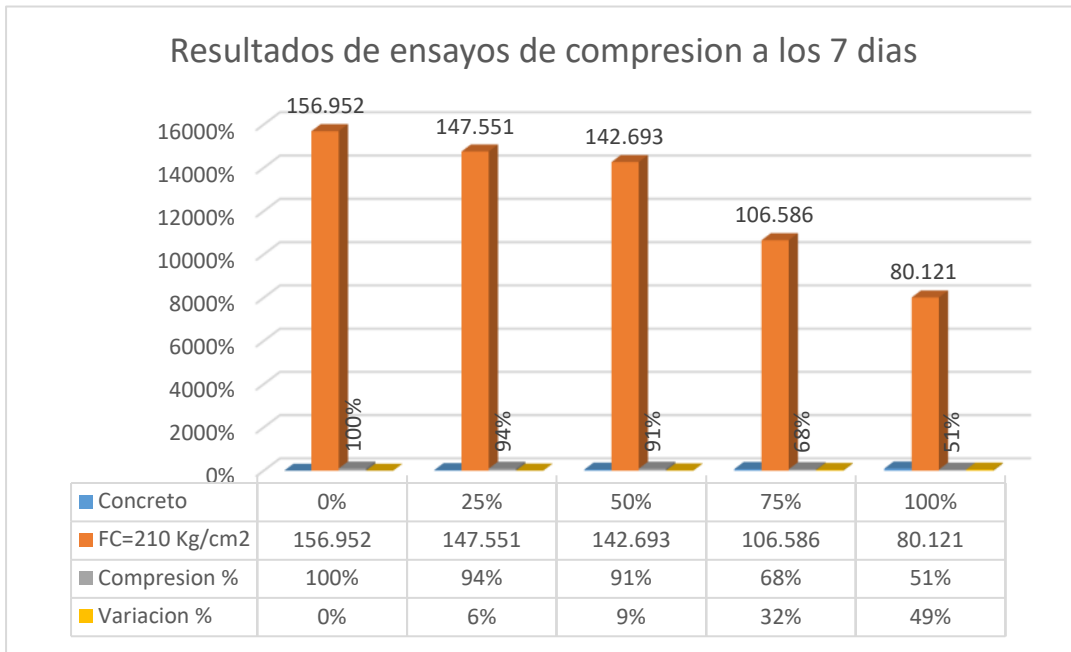


Tabla 13 Resumen de los Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 14 días

| Resultados de ensayos de compresion a los 14 dias | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Concreto | Patron | Sustitucion | | | |
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| FC=210 Kg/cm2 | 196.411 | 187.853 | 162.982 | 116.640 | 107.238 |
| Compresion % | 100% | 96% | 83% | 59% | 55% |
| Variacion % | 0% | 4% | 17% | 41% | 45% |

Fuente: Elaboración Propia

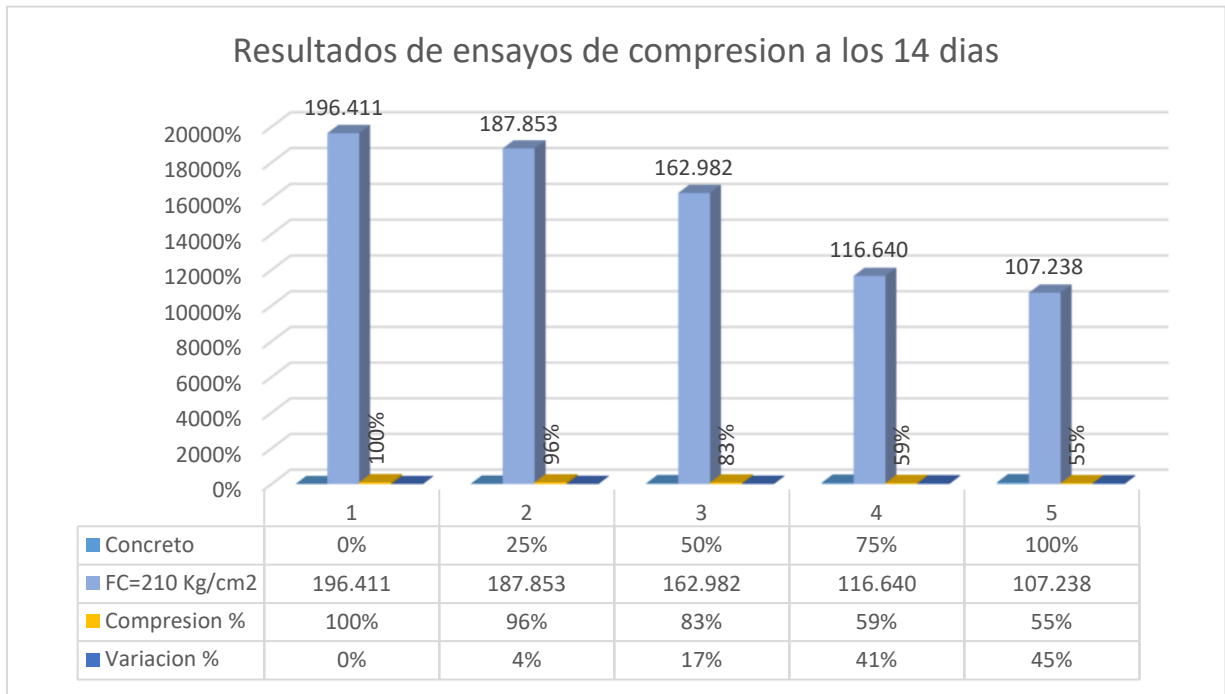


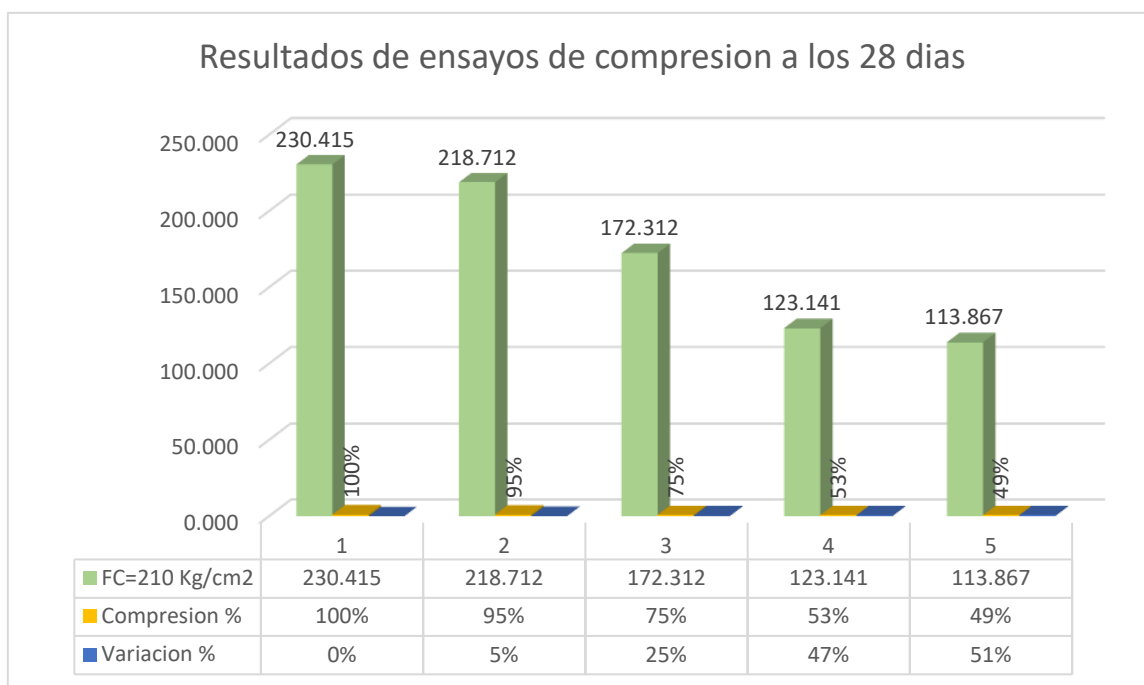
Gráfico 9 Evolución de los Resultados de Compresión a los 14 días

Tabla 14 Resumen de los Resultados de Ensayos de Resistencia a la Compresión a los 28 días

| Resultados de ensayos de compresion a los 28 dias | | | | | |
|--|----------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
| Concreto | Patron | Sustitucion | | | |
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| FC=210 Kg/cm2 | 230.415 | 218.712 | 172.312 | 123.141 | 113.867 |
| Compresion % | 100% | 95% | 75% | 53% | 49% |
| Variacion % | 0% | 5% | 25% | 47% | 51% |

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10 Evolución de los Resultados de Compresión a los 28 días



Observando las tablas 12,13 y 14, gráficos 8,9 y19, se puede observar el cambio en la resistencia a compresión del concreto con sustitución de piedra pómez 25%, 50%, 75% y 100%, a los 7, 14 y 28 días de edad, Donde las muestras que contienen piedra pómez disminuyen la resistencia en función al patrón, a los 7,14 y 28. El concreto con 25% de sustitución por piedra pómez disminuye en los siguiente porcentajes 6%,4%y ,5% respecto del diseño patrón, observando que la sustitución del 25% llega a cumplir con el diseño planteado, llegado a los 28 días tener una resistencia de 218.71 kg/cm2., El concreto con 50% de sustitución por piedra pómez disminuye en los siguiente porcentajes 9%,17%y ,25% respecto del diseño patrón, observando que la sustitución del 50% No llega a cumplir con el diseño planteado, llegado a los 28 días tener una resistencia de 172.31 kg/cm2.,El concreto con 75% de sustitución por piedra pómez disminuye en los siguiente porcentajes 32%,41%y ,47% respecto del diseño patrón, observando que la sustitución del 75% No llega a cumplir con el diseño planteado, llegado a los 28 días tener una resistencia de 113.86 kg/cm2., El concreto con 100% de sustitución por piedra pómez disminuye en los siguiente porcentajes

49%,45%y ,51% respecto del diseño patrón, observando que la sustitución del 100% No llega a cumplir con el diseño planteado, llegado a los 28 días tener una resistencia de 123.14 kg/cm².

Para el objetivo específico 2: Que es “Determinar la permeabilidad del concreto fc 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez”. Se llegó a obtener los siguientes resultados a los 28 días

Profundidad de Penetración de Agua Bajo Presión (Permeabilidad)

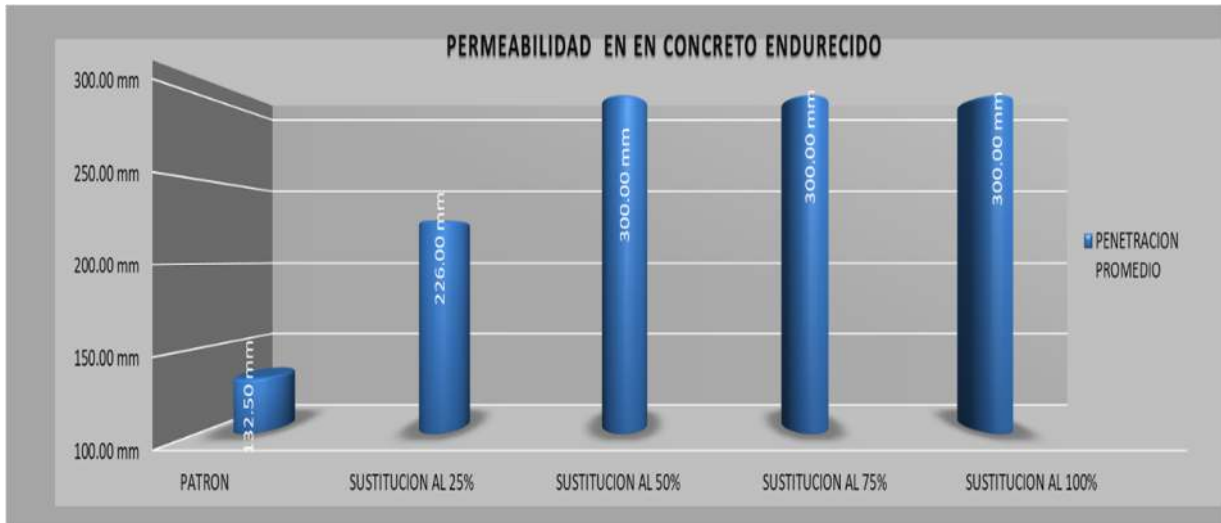
La prueba se realizó sobre las briquetas: el espécimen es cilíndricas de 15cm x 30cm. Se verificaron 02 briquetas con la intención de recabar los datos de la profundidad que llegó a penetrar el agua, los resultados conseguidos después de haber hecho el ensayo de permeabilidad, para cada uno de los porcentajes de sustitución por piedra pómez , los Resultados se recaban a partir de la verificación de la profundidad de penetración de agua

Tabla 15 Resultados de Ensayos de Permeabilidad

| Nº de muestra | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|----------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| CODIGO DE MUESTRA | PATRON (1) | PATRON (2) | SUST 25%(1) | SUST 25%(2) | SUST 50%(1) | SUST 50%(2) | SUST 75%(1) | SUST 75%(2) | SUST 100%(1) | SUST 100%(2) |
| % DE SUSTITUYENTE | 0% | | 25% | | 50% | | 75% | | 100% | |
| EDAD DE CURADO | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | |
| EDAD DE ENSAYO | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | |
| RELACION A/C | 0.55 | | 0.55 | | 0.55 | | 0.55 | | 0.55 | |
| TIEMPO DE ENSAYO | 72 HORAS | | 72 HORAS | | 72 HORAS | | 72 HORAS | | 72 HORAS | |
| PENETRACION | 157 mm | 108 mm | 222 mm | 230 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm |
| PENETRACION PROMEDIO | 132.50 mm | | 226.00 mm | | 300.00 mm | | 300.00 mm | | 300.00 mm | |

Fuente: Ingeomat

Gráfico 11 *Evolución de los Resultados de Permeabilidad*



Fuente: Ingeomat

Tabla 16 *Resumen de los Ensayos de Permeabilidad*

| Resultado de Ensayos de permeabilidad (penetracion de agua) | | | | |
|--|------------------|----------------------------|---------------|-----------|
| Concreto | % de sustitucion | Promedio penetracion (mm) | permeabilidad | variacion |
| Patron | 0 | 132.500 | 100% | 0 |
| Sustitucion % | 25 | 226.000 | 171% | 71% |
| Sustitucion % | 50 | 300.000 | 226% | 126% |
| Sustitucion % | 75 | 300.000 | 226% | 126% |
| Sustitucion % | 100 | 300.000 | 226% | 126% |

Fuente:Elaboración Propia

Figura 23 Fotografía de ensayo de permeabilidad



Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 15 y 16 muestra la profundidad de penetración de agua máxima alcanzada en el ensayo desarrollado, el grafico muestra que el concreto patrón obtuvo una profundidad de penetración de agua de 132.50mm, el concreto con sustitución del 25% alcanzo una profundidad de penetración de 226mm, el concreto con sustitución del 50%, 75% y 100% alcanzo una profundidad de penetración de 300 mm quiere decir que el agua llevo a pasar por las muestras. La sustitución del agregado grueso por piedra pómez en las proporciones 25%, 50%, 75% y 100% incremento la permeabilidad del concreto, es decir que se hizo más permeable.

V. DISCUSIÓN

Para el objetivo específico 01, de acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de compresión que se muestran en la tabla 11 y gráfico 7, comparados con los resultados obtenidos por Chalco Benavente (2022) el cual indica que agregando 10%, 20% y 30% de piedra pómez a los 7, 14 y 28 días, se observa una disminución de la resistencia a la compresión con respecto al diseño patrón, con la adición de un 30% solo llega a un 94.6% de resistencia, **nuestro resultados tiene una similar tendencia con una sustitución del 25%** que llegó a cumplir el diseño planteado de 210Kg/cm² alcanzando una resistencia de 218.71 kg/cm² a los 28 días, en las sustituciones de 50%, 75% y 100% tiene una tendencia a disminuir la resistencia por compresión, los materiales utilizados en los estudios comparados son similares. Así mismo Corcuera y otros (2018) sustituyendo la piedra por ecogavilla en 20%, 35%, 50% y 65% a los 7, 21 y 28 días, observo un incremento de la resistencia en 12% y 25.60% respecto al diseño patrón, **Nuestros resultados obtenidos la tendencia es hacia la disminución de hasta un 54% a la resistencia** con respecto al diseño patrón 210Kg/cm² con una resistencia de 123.14 kg/cm² con una sustitución del 75% a los 28 días, los materiales utilizados en los estudios comparados son diferentes. Por otro lado Contreras y otros (2017) obtienen los resultados añadiendo 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de cenizas volantes de carbón, a los 3, 7 y 28 días, obtuvieron un incremento en la resistencia 220Kg/cm², 227 kg/cm², 232 kg/cm² y 241kg/cm² a los 28 días respecto al diseño patrón, **Nuestro resultados tienen una tendencia a la disminución de la resistencia** el cual se puede observar en el gráfico 7, esta diferencia o cambio de tendencia está dado por el planteamiento de la investigación y los materiales utilizados por lo tanto es una adición y la otra es sustitución de un tipo de agregado.

Para el objetivo específico 02, los resultados obtenidos en la tabla 16, comparados con los Corcuera y otros (2018) los cuales indican que sustituyendo la piedra por ecogavilla en 20%, 35%, 50% y 65% a los 7, 21 y 28 días, observaron una

disminución del 67% y 59% de la permeabilidad cuando se tiene una sustitución del 50% de la piedra por ecogravilla respecto al diseño del concreto patrón, **Nuestros resultados obtenidos tiene una tendencia de incremento en la permeabilidad de hasta un 126%** con una sustitución del 50% respecto al diseño patrón ,los materiales utilizados para estas investigaciones son diferentes motivo por el cual se tienes esta diferencia. Así mismo contreras y otros (2017) obtienen los resultados añadiendo 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de cenizas volates de carbón, a los 3,7 y 28 dias, donde obtuvieron una disminución en la permeabilidad con promedios de 123 mm,101 mm,66mm y 52.5 mm a los 28 dias respecto al diseño patrón planteado **Nuestros resultados obtenidos tiene una tendencia de incremento en la permeabilidad de 226 mm y 300 mm** con las sustituciones aplicadas en el estudio respecto al diseño del concreto patrón, Los materiales utilizados y las proporciones son diferentes en los presentes estudios comparados. Por otro lado Abanto C (2016) obtiene los resultados incorporando un 2% y 4% de aditivo plastificante , a los 7,14,21 y 28 dias se observa una disminución de la permeabilidad en 8%-19%, 11%-19%, 12%-20% y 29%-42% respectivamente, **Nuestros resultados obtenidos tiene una tendencia de incremento en la permeabilidad de 71% a 126%** de acuerdo con el diseño patrón, las diferencias mostradas entre los dos estudios se debe por el tipo de materiales utilizados y los objetivos planteados en ambos estudios .

Para el objetivo General, los resultados para la resistencia ala compresion obtenidos en la tabla 11 comprados con Chalco Benavente (2022) el cual indica que agregando 10% ,20% y 30% de piedra pómez a los 7, 14 y 28 días, se observa una disminución de la resistencia a la compresión con respecto al diseño patrón, con la adición de un 30% solo llega a un 94.6% de resistencia , **nuestro resultados tiene una similar tendencia con una sustitución del 25%** que llego a cumplir el diseño planteado de 210Kg/cm² , Corcuera y otros (2018) sustituyendo la piedra por ecogravilla en 20%,35%,50% y 65% a los 7 , 21 y 28 días, observo un incremento de la resistencia en 12 % y 25.60% respecto al diseño patrón, **Nuestros resultados obtenidos la tendencia es hacia la disminución de hasta un 54% a la resistencia** con respecto al diseño patrón 210Kg/cm², contreras y otros (2017) obtienen los resultados

añadiendo 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de cenizas volates de carbón, a los 3,7 y 28 días, obtuvieron un incremento en la resistencia 220Kg/cm², 227 kg/cm², 232 kg/cm² y 241kg/cm² a los 28 días respecto al diseño patrón, **Nuestro resultados tienen una tendencia a la disminución de la resistencia**

Los resultados para la permeabilidad que se muestran en la tabla16 comparados con Corcuera y otros (2018) los cuales indican que sustituyendo la piedra por ecogravilla en 20%,35%,50% y 65% a los 7 , 21 y 28 días, observaron una disminución del 67% y 59% de la permeabilidad cuando se tiene una sustitución del 50% de la piedra por ecogravilla respecto al diseño del concreto patrón, **Nuestros resultados obtenidos tiene una tendencia de incremento en la permeabilidad de hasta un 126%** con una sustitución del 50% respecto al diseño patrón, contreras y otros (2017) obtienen los resultados añadiendo 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de cenizas volates de carbón, a los 3,7 y 28 días, donde obtuvieron una disminución en la permeabilidad con promedios de 123 mm,101 mm,66mm y 52.5 mm a los 28 días respecto al diseño patrón planteado **Nuestros resultados obtenidos tiene una tendencia de incremento en la permeabilidad de 226 mm y 300 mm** con las sustituciones aplicadas en el estudio respecto al diseño del concreto patrón, Abanto C (2016) obtiene los resultados incorporando un 2% y 4% de aditivo plastificante , a los 7,14,21 y 28 días se observa una disminución de la permeabilidad en 8%-19%, 11%-19%, 12%-20% y 29%-42% respectivamente, **Nuestros resultados obtenidos tiene una tendencia de incremento en la permeabilidad de 71% a 126%** de acuerdo con el diseño patrón

VI. CONCLUSIONES

1. Para la hipótesis general, (El comportamiento de la sustitución del agregado grueso por piedra pómez en la permeabilidad y resistencia por compresión varían significativamente en el concreto 210 kg/cm², 2022) de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el desarrollo del objetivo general se contrastó que existe una **variación descendente en la resistencia a la compresión y creciente en la permeabilidad**, con respecto al diseño del concreto patrón, se tiene una variación de 51% menor de resistencia respecto al diseño patrón, en la permeabilidad una variación de hasta 126 % más en comparación del diseño Patrón., por lo que la hipótesis planteada resulta ser correcta.
2. Para la hipótesis específica n° 01 (La resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez tiene una ligera variación), de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el desarrollo del objetivo específico n° 01 se contrastó que existe una **variación descendente de la resistencia a la compresión** en contraste con el concreto patrón, El concreto patrón alcanzo una resistencia 230.41Kg/cm² a los 28 días , la sustitución del 25% tiene 218.71 kg/cm², la sustitución del 50% tiene 172.31 kg/cm², la sustitución del 75% tiene 123.14 kg/cm² y la sustitución del 100% tiene 113.86kg/cm² de resistencia a la compresión (ver tabla 11), por lo que la hipótesis planteada es correcta.
3. Para la hipótesis específica n° 02, (La Permeabilidad del concreto fc 210 kg/cm² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez tiene una ligera variación) de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el desarrollo del objetivo específico n° 02 se contrastó que existe una **variación creciente en la permeabilidad** con respecto al concreto patrón el concreto patrón obtuvo una permeabilidad de 132.50mm, el concreto con sustitución del 25% alcanzo una permeabilidad de 226mm, el concreto con sustitución del 50%, 75% y 100% alcanzo una permeabilidad de 300 mm por lo que la hipótesis planteada resulta ser correcta.

VII.RECOMENDACIONES

1. Para los nuevos trabajos de investigación que se vayan a desarrollar sugerimos hacer valoraciones con dosificaciones para sustitución de agregado grueso por piedra pómez que estén por debajo por debajo de 30%
2. Se recomienda para nuevas investigaciones, tomar en consideración realizar las mezclas de concreto con agregados de menores dimensiones a 3/8 para el agregado grueso con el fin de tener mezclas más homogéneas y evitar segregaciones.
3. Para posteriores iniciativas de investigación similar propongan utilizar la piedra pómez como materiales de construcción (fino y/o grueso) y puedan hacer nuevas valoraciones de las características del concreto que pueden ser en estado fresco y/o endurecido, y evaluar las propiedades como la densidad, trabajabilidad, y la durabilidad.
4. Podríamos recomendar evaluar su uso y aplicación en estructuras de losas de techos o estructuras que requieran disminuir su peso, también puede ser utilizado para losas de pavimentaciones donde no se tenga mucho tráfico vehicular, sistema de drenaje en carretera, y en general construcciones donde se requiera una moderada a baja permeabilidad

REFERENCIAS

1. VELIZ, A y VASQUEZ, J. “Obtención del concreto ligero estructural mediante el uso de aditivos.” Repositorio [en línea]. 17 de abril del 2018 [consultado el 14 setiembre del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5719>
2. AYALA SANCHEZ, Ismael y Juan David URREGO MORENO. “Fabricación de concreto liviano de 21 Mpa a partir de roca pómez extraída de Flandes tomilla Bogotá Colombia”. Repositorio Institucional [en línea]. 27 de julio del 2020 [consultado el 20 de setiembre del 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/24575>
3. HERNÁNDEZ MEDINA, Jony Alexander, Sergio Sebastián OSORIO VAGNER y Carlos Andrés COGOLLO DÍAZ. “Caracterización de agregado fino tipo piedra pómez para su uso en concretos estructurales”. Repositorio Institucional [en línea]. 1 de junio del 2019 [consultado 15 setiembre del 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11396/3530>
4. LOAIZA TACURY, Álvaro Dante y Carmen TERREROS DE VARELA. “Análisis de características físicas y mecánicas del hormigón ligero, con agregados provenientes de piedra pómez”. Repositorio [en línea]. 23 de junio del 2017 [consultado 20 setiembre del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/571>
5. CHALCO BENAVENTE, Ruben Dario. “ Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de piedra pómez volcánica distrito de Coya,Cusco – 2021”. Repositorio institucional [en línea]. 05 de julio del 2022 [consultado 22 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91385>
6. CORCUERA SIGÜENZA, Anthony Enrique y Jose Rafael VELA FERNANDEZ. “Impacto en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, Trujillo-2018”.

- Repositorio institucional [en línea]. 22 de Agosto del 2018 [consultado el 25 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/13755>
7. CONTRERAS CUEVA, Karol Nataly y Jose Steven PEÑA VILLALOBOS. “Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla”. Repositorio institucional [en línea]. 23 de agosto del 2017 [consultado 30 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/10778>
 8. ABANTO CABELLOS, Tatiana Enet. “Permeabilidad de un concreto F’C = 210 KG/CM2 utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante, Cajamarca, 2016”. Repositorio institucional [en línea]. 13 de junio del 2017 [consultado el 30 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/10351>
 9. CHOQQUE CCARITAYÑA, Hubert y Juan Cesar CCANA SICOS. “Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo super plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm²”. Repositorio Institucional [en línea]. 16 de mayo del 2017 [consultado el 30 de setiembre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12557/710>
 10. ALAYO LUJÁN, Alexandra Estefany y Miriam Mercedes POLO ALFARO. “Influencia del porcentaje de piedra pómez sobre la resistencia a la compresión y peso unitario en un concreto estructural para pórticos, Trujillo – 2019”. Repositorio institucional [en línea]. 04 de febrero del 2020 [consultado el 3 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/23377>
 11. MATAMOROS PAITAN, Cristian. Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de f’c = 175 kg/cm² utilizando material de región de Huancavelica. Repositorio institucional [en línea]. 09 de marzo del 2020 [consultado el 3 de octubre del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2973>

12. RODRIGUEZ TICONA, Victor Magno. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto ligero para uso estructural, adicionando piedra pómez, Juliaca - Puno, 2021. Repositorio institucional [en línea]. 28 de abril del 2022 [consultado el 5 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87108>
13. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ Collado, C., y BAPTISTA Lucio, P. Metodología de la investigación. [en línea] 6a. ed. . México D.F.: McGraw-Hill., 2014 Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
ISBN: 9781456223960
14. TAMAYO Y TAMAYO, M. El proceso de la investigación científica; incluye glosario y manual de evaluación de proyectos [en línea] 4a. ed. México. Limusa., 2007. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf
ISBN: 9681858727
15. GOMEZ JURADO, Jaime. (2014) Tecnología del concreto - Tomo 1 - materiales, propiedades y diseño de mezclas [en línea] 3ª. ed. Bogota- Colombia., ASOCRETO 2014. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/234779446/Tecnologia-Del-Concreto-Tomo-1#>
ISBN: 9789588564036
16. REYES Romero, Carlos, SANCHEZ Carlessi, Hector Hugo y MEJÍA Sáenz, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. [en línea] 1ra. ed. Lima, Peru: Bussiness Support Aneth S.R.L 2018. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
ISBN: 9786124735141

17. SÁNCHEZ de Guzmán, Diego. Tecnología del concreto y mortero. [en línea] 5ta. ed. Colombia. Bhandar Editores Ltda. 2001. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/310091507/Tecnologia-Del-Concreto-y-Del-Mortero-SANCHEZ>
ISBN: 9589247040
18. TERREROS, Carmen. Hormigones especiales 1ra. ed. Guayaquil, Ecuador. Espol - Unidad de Publicaciones 2013 .110pp.
ISBN: 9789942922052
19. NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto [en línea] 12va ed. Colombia. Mc GRAW HILL. 2001. 738pp Disponible en: <https://marodyc.files.wordpress.com/2014/06/disec3b1o-de-estructuras-de-concreto-nilson-arthur.pdf>
ISBN: 958600953x
20. Diseño y control de mezclas de concreto por KOSMATKA, Steven H [et al.]. [en línea] 1ra ed. Mexico. Portland Cement Association 2004. 458pp. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/359910158/PCA-Diseno-y-control-de-mezclas-de-concreto-pdf>
ISBN: 0893122335
21. MARTÍNEZ PINEDA, Diego. Concreto liviano estructural con arcilla expandida térmicamente extraída de canteras localizadas en el sur de la sabana de Bogotá. Repositorio institucional [en línea] 24 junio del 2019 [consulta 16 octubre del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11402>
22. MUÑOS ROCHA, Carlos. Metodología de la investigación [en línea] 1ra ed. Mexico. Oxford University Press México 2015. 432pp. Disponible en: <https://issuu.com/malurojas19/docs/56-metodologia-de-la-investigacion-carlos-i.-munoz>
ISBN: 9786074265422

23. MUÑOZ VIGO, Edwin Max. Aplicación de la piedra pómez para modificar el comportamiento mecánico de la carpeta de rodadura del pavimento rígido – Lima, 2018. Repositorio institucional [en línea]. 18 de diciembre del 2019 [consultado el 10 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/39356>
24. PASQUEL CARBAJAL, Enrique [en línea] 2da ed. Lima, Peru Colegio de Ingenieros del Perú Consejo Nacional 1998. 399pp . disponible en: <https://es.scribd.com/doc/145311372/TOPICOS-DE-TECNOLOGIA-DE-CONCRETO-EN-EL-PERU-pdf#>
25. ÁLVAREZ MANTILLA, Hernando., RIOS REYES, Carlos Alberto, y CASTELLANOS ALARCÓN, Oscar Mauricio. Propiedades fisicomecánicas, desempeño y durabilidad de morteros geo poliméricos a base de puzolana natural tipo piedra pómez. [en línea] Enero-junio 2021 n°1 vol 17 [consulta 13 de octubre del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.17>
26. American Concrete Institute (ACI). ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete Farmington, USA, 2010
27. Instituto Nacional de la Calidad Perú (INACAL). NTP 400.021.2020 AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. INACAL 2020
28. Instituto Nacional de la Calidad Perú (INACAL). NTP 400.022.2021 AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición. INACAL 2021
29. Instituto Nacional de la Calidad Perú (INACAL). NTP 339.034.2021 CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Edición. INACAL 2021
30. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) NTC 4483 Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Método de ensayo para determinar la

permeabilidad del concreto al agua. ICONTEC 1998

31. American Concrete Institute (ACI). ACI 211.1.91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavy weight, and Mass Concrete, USA, 2021
32. R.B.Karthinka, V. Vidyapriya, K.V.Nadhini Sri [et al] Experimental study on lightweight concrete using pumice aggregate [en línea] setiembre del 2021 vol 43 part. 2 [consultado el 30 de octubre del 2022] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320375143?via%3Dihub>
33. Materialstoday proceedings [en línea] Holanda 2021[fecha de consulta: 25 de octubre del 2022] Disponible en : <https://service.elsevier.com/app/overview/elsevier/>
34. ECURED. Piedra pómez - EcuRed. EcuRed [en línea]. 3 de agosto de 2019 [consultado el 12 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Piedra_pomez
35. UREÑA AGUIRRE, Maritza Elizabeth y Andrea Margarita ALBÁN CONDO. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino. Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Página de inicio [en línea]. 2017 [consultado el 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25754>
36. MARTINEZ RUIZ, Andres Paul y Pablo Enrique CAIZA SANCHEZ. Fabricación de hormigones livianos con materiales volcanoclásticos (lapilli) y su influencia en la reducción de fuerzas sísmicas | ciencia. Universidad de las fuerzas armadas espe [en línea]. 15 de marzo de 2018 [consultado el 20 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/509>

37. QUISPE MEZA, Emanuel. Evaluación del desempeño de concreto estructural ligero utilizando puzolana natural como agregado fino de la cantera Raqchi, Cuzco - 2018. Repositorio Institucional UNFV [en línea]. 5 de julio de 2019 [consultado el 10 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3593>
38. CAÑARTE BAQUE, George Alfredo. Estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez como solución estructural. Repositorio Universidad de Guayaquil: Página de inicio [en línea]. 2016 [consultado el 16 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12002>
39. CHANGOLUISA YUNDA, Santiago Ramiro y Katherine Nicole CARRERA PAREDES. Diseño de hormigones ligeros con diferentes materiales locales y análisis comparativo con un hormigón ordinario. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: Página de inicio [en línea]. 10 de marzo de 2019 [consultado el 18 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17094>
40. GARCÍA MARÍN, Fredy Mauricio, Robinson Arvey GÜIZA GALEANO y Brayan Armando BAQUERO SANABRIA. Exploratory study of expanded clay and pumice stone as added in the production of light concrets. *Ingeniería y Desarrollo* [en línea]. 2020, 37(2), 233–255. ISSN 2145-9371 [consultado el 22 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.14482/inde.37.2.1624>
41. HUESO, Andrés y CASCAN, Josep. Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia. 2012. 81 pp. ISBN: 9788483638934

ANEXOS

Matriz de Consistencia.

| Influencia de sustitución del agregado grueso por piedra pómez en permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210 kg/cm ² , 2022 | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|-----------------------------|--|---|--------|---|
| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | Escala | Metodología |
| ¿Cuánto es la Influencia de sustitución del agregado grueso por piedra pómez en permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210 kg/cm ² , 2022? | Determinar cómo modifica la sustitución del agregado grueso por piedra pómez en la permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210kg/cm ² , 2022 | El comportamiento de la sustitución del agregado grueso por piedra pómez en la permeabilidad y resistencia por compresión varían significativamente en el concreto 210 kg/cm ² , 2022 | Variable 1: Sustitución de Agregado grueso por Piedra Pómez | Son rocas ígneas que pueden encontrarse en diversos yacimientos de nuestro planeta; son ligeras pero muy potentes como agregados ligeros, y tienen una estructura porosa coherente que se generó por la desgasificación de la lava al quedar expuesta al aire; la piedra pómez suele tener un tono gris claro (TERREROS, 2013 págs. 1-9). | Se operacionalizará mediante las siguientes dimensiones: Peso específico, Granulometría, Dosificación, las cuales son las características de la piedra pómez. | 1. Granulometría | Tamaño de las partículas y su distribución | Equipo tamizador Automático/M anual | Razón | Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño: Experimental Población: Producción de concreto fc': 210 kg/cm ² con la sustitución del agregado grueso por piedra pómez en 25%, 50%, 75% y 100% |
| | | | | | | 2. Peso Específico | kg/cm ² | Balanza electrónica/d ensímetro electrónico | Razón | |
| | | | | | | 3. Dosificación | 25% | Balanza electrónica | Razón | |
| | | | | | | | 50% | | | |
| | 75% | | | | | | | | | |
| | 100% | | | | | | | | | |
| Problemas específicos | Objetivos específicos | Hipótesis específicas | | | | | | | | |
| ¿Cuánto modifica la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el agregado grueso con piedra pómez? | Determinar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez | La resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez tiene una ligera variación | Variable 2: Resistencia por compresión | Se puede definir como la medida máxima de la resistencia a la carga axial de las probetas de concreto, que puede indicarse en Kg/cm ² , Mpa, Lb/in ² , o psi, a una edad de 7 días, 14 días y 28 días, suponiendo que la probeta tendrá una mayor resistencia a medida que pase el tiempo. La relación entre la anchura y el espesor determina la resistencia a la compresión, denominada f'c (GOMEZ Jurado, 2014). | Sustituye el agregado grueso del concreto por piedra pómez y determina cuánto cambia la resistencia a la compresión del concreto a fc' 210 kg/cm ² . | Resistencia a la compresión | Kg/cm ² | Prensa hidráulica | Razón | |
| | | | | | | Curado | 7 días | Agua | | |
| | | | | | | | 14 días | | | |
| | 28 días | | | | | | | | | |
| ¿Cuánto fluctúa la permeabilidad del concreto 210 kg/cm ² sustituyendo el agregado grueso con piedra pómez? | Determinar la permeabilidad del concreto fc 210 kg/cm ² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez | La Permeabilidad del concreto fc 210 kg/cm ² sustituyendo el agregado grueso por piedra pómez tiene una ligera variación | Variable 3: Permeabilidad | La permeabilidad del concreto, como la de cualquier otro material, consiste en que puede ser atravesado por un fluido (agua, aire o vapor de agua) debido a una diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material. La permeabilidad viene determinada por el flujo del filtrado según la ley experimental de Darcy, en la que el flujo laminar es permanente. La permeabilidad puede aumentar o disminuir variando la diferencia de presión entre las dos superficies del material (SANCHEZ de Guzman, 2001 pág. 149). | Determinar el ingreso de agua en estado estacionario | Coefficiente de Darcy | m/s | Permeámetro | Razón | |

(Ficha de observación)

| Ficha de Observación | | | | | |
|---|----------------|--|-----|-----|------|
| Influencia de sustitución del agregado grueso por piedra pómez en permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210 kg/cm ² , 2022 | | | | | |
| N° de Muestra | | Fecha: | | | |
| | Muestra Patrón | Porcentaje de sustitución por piedra pómez | | | |
| Propiedades del concreto FC 210 Kg/cm² | | 25% | 50% | 75% | 100% |
| Propiedades físicas | | | | | |
| Trabajabilidad | | | | | |
| Tiempo de fraguado | | | | | |
| Slump | | | | | |
| Contenido de Humedad | | | | | |
| Contenido de aire | | | | | |
| Resistencia a la compresión | Muestra Patrón | 25% | 50% | 75% | 100% |
| 7 días | | | | | |
| 14 días | | | | | |
| 28 días | | | | | |
| Permeabilidad | Muestra Patrón | 28 días | | | |
| Muestra 1 | | | | | |
| muestra 2 | | | | | |
| muestra 3 | | | | | |
| Observaciones: | | | | | |

FECHA: 03/11/2022
 OBRA: Influencia de la sustitución del agregado grueso por Piedra
 REALIZADO POR: Wilson Manótoro Quiroz

| GRANULOMETRIA FINO | | |
|------------------------|-----------|---------------|
| PESO ANTES DE LAVADO | | 2.5 Kg |
| PESO DESPUES DE LAVADO | | |
| Tamiz N° | Diam.(mm) | Peso Retenido |
| 3/8 pulg | 9.375 | 0.0 |
| 1/4 pulg | 6.350 | 1.15 |
| N 4 | 4.750 | 3.60 |
| N 8 | 3.360 | 6.93 |
| N 16 | 1.180 | 6.24 |
| N 30 | 0.600 | 4.49 |
| N 50 | 0.300 | 1.70 |
| N 100 | 0.150 | 1.1 |
| bandeja | 0.000 | 2.68 |

| HUMEDAD FINO | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|
| (A) PESO DE CAPSULA | 23.21 | 23.98 | 22.15 |
| (B) PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO | 133.88 | 143.32 | 160.70 |
| (C) PESO CAPS + MATERIAL SECO | 131.96 | | |
| (D) PESO DEL AGUA (B-C) | | | |
| (E) PESO DEL SUELO SECO (C-A) | | | |
| CONTENIDO DE AGUA (%) (D/E)*100 | | | |

| HUMEDAD GRUESO | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------|------------|------------|------------|
| (A) PESO DE CAPSULA | 31.64 | 15.44 | 19.04 |
| (B) PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO | 146.57 | 132.49 | 166.57 |
| (C) PESO CAPS + MATERIAL SECO | 144.32 | 131.77 | 164.06 |
| (D) PESO DEL AGUA (B-C) | | | |
| (E) PESO DEL SUELO SECO (C-A) | | | |
| CONTENIDO DE AGUA (%) (D/E)*100 | | | |

| GRANULOMETRIA GRUESO | | |
|------------------------|-----------|---------------|
| PESO ANTES DE LAVADO | | 4.5 Kg |
| PESO DESPUES DE LAVADO | | |
| Tamiz N° | Diam.(mm) | Peso Retenido |
| 2 pulg | 50.000 | |
| 1 1/2 pulg | 37.500 | |
| 1 pulg | 25.000 | 0.0 |
| 3/4 pulg | 18.750 | 3.70 |
| 1/2 pulg | 12.500 | 2.000 |
| 3/8 pulg | 9.375 | 1.150 |
| 1/4 pulg | 6.350 | 7.81 |
| N°4 | 4.750 | 8.5 |
| N°8 | 2.360 | 6 |
| N°16 | 1.180 | 1 |
| N°30 | 0.600 | 0.94 |
| N°50 | 0.300 | 1 |
| N°100 | 0.150 | 1.37 |
| bandeja | 0.000 | 6.05 |

| PESO UNITARIO SUELTO FINO | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| (A) PESO DE MOLDE | 3895 | | |
| (B) PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO | 14912 | | |
| (C) VOLUMEN DE MOLDE | | | |
| PESO UNITARIO SUELTO ((B-A)/C)*100 | | | |

| PESO UNITARIO SUELTO GRUESO | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| (A) PESO DE MOLDE | 3895 | | |
| (B) PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO | 14091 | | |
| (C) VOLUMEN DE MOLDE | | | |
| PESO UNITARIO SUELTO ((B-A)/C)*100 | | | |

| PESO UNITARIO VARILLADO FINO | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| (A) PESO DE MOLDE | 3895 | | |
| (B) PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO | 15320 | | |
| (C) VOLUMEN DE MOLDE | | | |
| PESO UNITARIO SUELTO ((B-A)/C)*100 | | | |

| PESO UNITARIO VARILLADO GRUESO | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
| (A) PESO DE MOLDE | 3895 | | |
| (B) PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO | 15320 | | |
| (C) VOLUMEN DE MOLDE | | | |
| PESO UNITARIO SUELTO ((B-A)/C)*100 | | | |

| PESO ESPECIFICO FINO | |
|--|-------|
| Peso en el aire de la muestra | 75900 |
| Pecada en el horno, gr | |
| Volumen de Frasco en cm ³ /ml | 600 |
| Peso en gramos o volumen en cm ³ de agua añadida en el frasco | 220 |

| PESO ESPECIFICO GRUESO | |
|----------------------------|------|
| PESO SECO EN EL AIRE | 1500 |
| PESO SUPERFICIALMENTE SECO | 1530 |
| PESO DE LA MUESTRA EN AGUA | 929 |

| DATOS ADICIONALES | | |
|--------------------------|--------|------|
| F'c DE DISEÑO | | |
| TIPO DE CEMENTO | | |
| CANTERA DE LOS AGREGADOS | GRUESO | FINO |
| | | |
| ADITIVOS | | |

0.20 x 0.22

16099

(Certificados de calibración del laboratorio)



LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA:

Instrument

Rangos

Measurement range

FABRICANTE

Manufacturer

Modelo

Model

Serie

Identification number

Ubicación de la máquina

Location of the machine

Norma de referencia

Norm of used reference

Intervalo calibrado

Calibrated interval

Solicitante

Customer

Dirección

Address

Ciudad

City

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Measurement standard

Tipo / Modelo

Type / Model

Rangos

Measurement range

Fabricante

Manufacturer

No. serie

Identification number

Certificado de calibración

Calibration certification

Incertidumbre de medida

Uncertainty of measurement

Método de calibración

Method of calibration

Unidades de medida

Units of measurement

FECHA DE CALIBRACIÓN

Date of calibration

FECHA DE EXPEDICIÓN

Date of issue

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

Number of pages of the certificate and documents attached

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized signature(s)

Téc. Olimer A. Huamán Poquioma

Responsable Laboratorio de Metrología

MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

100 000 kgf

TEST MARK (INDICADOR) / HUMBOLDT (MARCO)

NO PRESENTA (INDICADOR) / 121020H (MARCO)

LXI3-120924-49 (INDICADOR) / CM-3000-LXIP60 (MARCO)

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L

NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)

Del 10% al 100% del Ranço

INGEOMAT E.I.R.L

MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

CUSCO

T71P / ZSC

150 tn

OHAUS / KELI

B504530209 / 5M56609

Nº INF – LE – 436 – 20

0.060 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2021 – 10 – 19

2021 – 10 – 29

Pág. 1 de 3

3

LABORATORIO
SUPERVISOR
LABORATORIO
METROLOGÍA



Teléfono:
(01) 622 – 5814
Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 277 – 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **255-2021 GLF**
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de Instrumento: MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.20 kgf

| Indicación de la Máquina | | Series de medición: Indicación del Patrón | | | | |
|------------------------------|--------|---|---------|-----------|---------|-----------|
| | | 1 (ASC) | 2 (ASC) | 2 (DESC) | 3 (ASC) | 4 (ASC) |
| % | kgf | kgf | kgf | No Aplica | kgf | No Aplica |
| 10 | 10000 | 10052 | 10035 | | 10092 | |
| 20 | 20000 | 20063 | 20098 | | 20086 | |
| 30 | 30000 | 30186 | 30075 | | 30142 | |
| 40 | 40000 | 40096 | 40051 | | 40303 | |
| 50 | 50000 | 50084 | 50026 | No Aplica | 50096 | No Aplica |
| 60 | 60000 | 60041 | 60094 | | 60018 | |
| 70 | 70000 | 70008 | 70078 | | 70042 | |
| 80 | 80000 | 80096 | 80043 | | 80011 | |
| 90 | 90000 | 90013 | 90098 | | 90067 | |
| 100 | 100000 | 100010 | 100034 | | 100742 | |
| Indicación después de Carga: | | 0 | 0 | | 0 | No Aplica |

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

| Indicación de la Máquina | | Errores Relativos Calculados | | | | Resolución Relativa a (%) | Incertidumbre Relativa U± (%) k=2 |
|-------------------------------|--------|------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| | | Exactitud q (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Accesorios Acces. (%) | | |
| % | kgf | q (%) | b (%) | v (%) | Acces. (%) | a (%) | U± (%) k=2 |
| 10 | 10000 | -0.59 | 0.57 | | | 0.002 | 0.343 |
| 20 | 20000 | -0.41 | 0.17 | | | 0.001 | 0.123 |
| 30 | 30000 | -0.45 | 0.37 | | | 0.001 | 0.225 |
| 40 | 40000 | -0.37 | 0.63 | | | 0.001 | 0.393 |
| 50 | 50000 | -0.14 | 0.14 | No Aplica | No Aplica | 0.000 | 0.110 |
| 60 | 60000 | -0.08 | 0.13 | | | 0.000 | 0.101 |
| 70 | 70000 | -0.06 | 0.10 | | | 0.000 | 0.089 |
| 80 | 80000 | -0.06 | 0.11 | | | 0.000 | 0.092 |
| 90 | 90000 | -0.07 | 0.09 | | | 0.000 | 0.088 |
| 100 | 100000 | -0.26 | 0.73 | | | 0.000 | 0.484 |
| Error Relativo de Cero fo (%) | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | No Aplica | |

Técnico de Calibración: Euler Tiznado Becerra

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.8 °C
Temperatura Máxima: 20.9 °C

Humedad Mínima: 36.0 %Hr
Humedad Máxima: 42.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 255-2021 GLF
Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

| Errores relativos absolutos máximos hallados | | | | | |
|--|--------------------|---------------------|---------------------|------------|---------------------------|
| Exactitud q(%) | Repetibilidad b(%) | Reversibilidad v(%) | Accesorios acces(%) | Cero fe(%) | Resolución a(%) en el 20% |
| 0,45 | 0,73 | No Aplica | No Aplica | 0,00 | 0,001 |

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

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

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 436 – 20.

OBSERVACIONES

- Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
- "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
- Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 255-2021 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS
SUPERVISOR

Téc. Gilmer A. Huayán Pajuloma
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono: (01) 622 – 5814
Celular: 992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°266-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.
MODELO : PG-190
NÚMERO DE SERIE : 305
PROCEDENCIA : COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA
UBICACIÓN : LABORATORIO

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital
Alcance de Indicación : 5 °C a 200 °C
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-10-19

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

| | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 16,5 | 18,9 |
| Humedad Relativa %HR | 47 | 47 |

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|--|----------------------------|
| TOTAL WEIGHT | Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas | CC - 6319 - 2021 |

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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.

G & L LABORATORIO 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.



Téc. Silvia Huamán Bogasoma
Responsable del Laboratorio de Metrología

Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

| Tiempo (min) | Termómetro del equipo (°C) | Indicación termómetros patrones (°C) | | | | | | | | | | T. Prom. (°C) | Tmax-Tmin. (°C) |
|--------------|----------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00 | 110.1 | 108.0 | 108.3 | 114.8 | 109.9 | 108.8 | 109.9 | 108.7 | 108.3 | 108.0 | 108.8 | 109.4 | 6.8 |
| 02 | 110.1 | 108.6 | 108.9 | 109.9 | 110.7 | 109.9 | 110.7 | 110.6 | 108.9 | 108.6 | 109.9 | 109.7 | 2.1 |
| 04 | 110.4 | 108.3 | 108.5 | 110.1 | 110.1 | 111.0 | 110.1 | 110.0 | 108.5 | 108.3 | 111.0 | 109.6 | 2.7 |
| 06 | 109.8 | 108.0 | 108.3 | 109.6 | 109.7 | 109.8 | 109.7 | 109.7 | 108.3 | 108.0 | 109.8 | 109.1 | 1.8 |
| 08 | 110.1 | 108.1 | 108.4 | 113.2 | 109.8 | 109.8 | 109.8 | 109.7 | 108.4 | 108.1 | 109.8 | 109.5 | 5.1 |
| 10 | 110.1 | 108.2 | 108.5 | 110.1 | 109.9 | 110.1 | 109.9 | 109.8 | 108.5 | 108.2 | 110.1 | 109.3 | 1.9 |
| 12 | 110.1 | 108.0 | 108.4 | 109.8 | 109.9 | 110.0 | 109.9 | 109.6 | 108.4 | 108.0 | 110.0 | 109.2 | 2 |
| 14 | 110.1 | 107.9 | 108.1 | 109.9 | 109.9 | 111.3 | 109.9 | 109.6 | 108.1 | 107.9 | 111.3 | 109.4 | 3.4 |
| 16 | 110.0 | 107.7 | 108.1 | 109.6 | 109.5 | 109.5 | 109.5 | 109.4 | 108.1 | 107.7 | 109.5 | 108.9 | 1.9 |
| 18 | 110.1 | 108.9 | 108.2 | 109.6 | 109.4 | 109.5 | 109.4 | 109.5 | 108.2 | 108.9 | 109.5 | 109.1 | 1.4 |
| 20 | 110.0 | 108.0 | 108.3 | 114.8 | 109.9 | 108.8 | 109.9 | 108.7 | 108.3 | 108.0 | 108.8 | 109.4 | 6.8 |
| 22 | 110.0 | 108.6 | 108.9 | 109.9 | 110.7 | 109.9 | 110.7 | 110.6 | 108.9 | 108.6 | 109.9 | 109.7 | 2.1 |
| 24 | 110.0 | 108.3 | 108.5 | 110.1 | 110.1 | 111.0 | 110.1 | 110.0 | 108.5 | 108.3 | 111.0 | 109.6 | 2.7 |
| 26 | 110.0 | 108.0 | 108.3 | 114.8 | 109.9 | 108.8 | 109.9 | 108.7 | 108.3 | 108.0 | 108.8 | 109.4 | 6.8 |
| 28 | 110.0 | 108.6 | 108.9 | 109.9 | 110.7 | 109.9 | 110.7 | 110.6 | 108.9 | 108.6 | 109.9 | 109.7 | 2.1 |
| 30 | 110.0 | 108.3 | 108.5 | 110.1 | 110.1 | 111.0 | 110.1 | 110.0 | 108.5 | 108.3 | 111.0 | 109.6 | 2.7 |
| 32 | 110.1 | 108.0 | 108.3 | 109.6 | 109.7 | 109.8 | 109.7 | 109.7 | 108.3 | 108.0 | 109.8 | 109.1 | 1.8 |
| 34 | 110.1 | 108.1 | 108.4 | 113.2 | 109.8 | 109.8 | 109.8 | 109.7 | 108.4 | 108.1 | 109.8 | 109.5 | 5.1 |
| 36 | 110.0 | 108.2 | 108.5 | 110.1 | 109.9 | 110.1 | 109.9 | 109.8 | 108.5 | 108.2 | 110.1 | 109.3 | 1.9 |
| 38 | 110.0 | 108.0 | 108.4 | 109.8 | 109.9 | 110.0 | 109.9 | 109.6 | 108.4 | 108.0 | 110.0 | 109.2 | 2.0 |
| 40 | 110.0 | 107.9 | 108.1 | 109.9 | 109.9 | 111.3 | 109.9 | 109.6 | 108.1 | 107.9 | 111.3 | 109.4 | 3.4 |
| 42 | 110.0 | 107.7 | 108.1 | 109.6 | 109.5 | 109.5 | 109.5 | 109.4 | 108.1 | 107.7 | 109.5 | 108.9 | 1.9 |
| 44 | 110.0 | 108.9 | 108.2 | 109.6 | 109.4 | 109.5 | 109.4 | 109.5 | 108.2 | 108.9 | 109.5 | 109.1 | 1.4 |
| 46 | 110.0 | 108.0 | 108.3 | 114.8 | 109.9 | 108.8 | 109.9 | 108.7 | 108.3 | 108.0 | 108.8 | 109.4 | 6.8 |
| 48 | 110.0 | 108.6 | 108.9 | 109.9 | 110.7 | 109.9 | 110.7 | 110.6 | 108.9 | 108.6 | 109.9 | 109.7 | 2.1 |
| 50 | 110.1 | 108.3 | 108.5 | 110.1 | 110.1 | 111.0 | 110.1 | 110.0 | 108.5 | 108.3 | 111.0 | 109.6 | 2.7 |
| 52 | 110.0 | 107.7 | 108.1 | 109.6 | 109.5 | 109.5 | 109.5 | 109.4 | 108.1 | 107.7 | 109.5 | 108.9 | 1.9 |
| 54 | 110.0 | 108.9 | 108.2 | 109.6 | 109.4 | 109.5 | 109.4 | 109.5 | 108.2 | 108.9 | 109.5 | 109.1 | 1.4 |
| 56 | 110.0 | 108.0 | 108.3 | 114.8 | 109.9 | 108.8 | 109.9 | 108.7 | 108.3 | 108.0 | 108.8 | 109.4 | 6.8 |
| 58 | 110.0 | 108.6 | 108.9 | 109.9 | 110.7 | 109.9 | 110.7 | 110.6 | 108.9 | 108.6 | 109.9 | 109.7 | 2.1 |
| 60 | 110.1 | 108.3 | 108.5 | 110.1 | 110.1 | 111.0 | 110.1 | 110.0 | 108.5 | 108.3 | 111.0 | 109.6 | 2.7 |
| T. PROM. | 110.0 | 108.2 | 108.4 | 110.9 | 110.0 | 109.9 | 110.0 | 109.7 | 108.4 | 108.2 | 109.9 | 109.4 | |
| T. MAX | 110.4 | 108.9 | 108.9 | 114.8 | 110.7 | 111.3 | 110.7 | 110.6 | 108.9 | 108.9 | 111.3 | | |
| T. MIN | 109.8 | 107.7 | 108.1 | 109.6 | 109.4 | 108.8 | 109.4 | 108.7 | 108.1 | 107.7 | 108.8 | | |
| DTT | 0.6 | 1.2 | 0.8 | 5.2 | 1.3 | 2.5 | 1.3 | 1.9 | 0.8 | 1.2 | 2.5 | | |

| PARÁMETRO | VALOR (°C) | INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C) |
|---|------------|------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 114.8 | 0.3 |
| Mínima Temperatura Medida | 107.7 | 0.3 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 5.2 | 0.1 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 2.6 | 0.3 |
| Estabilidad Medida (±) | 2.6 | 0.04 |
| Uniformidad Medida | 6.8 | 0.3 |

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





8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

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

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

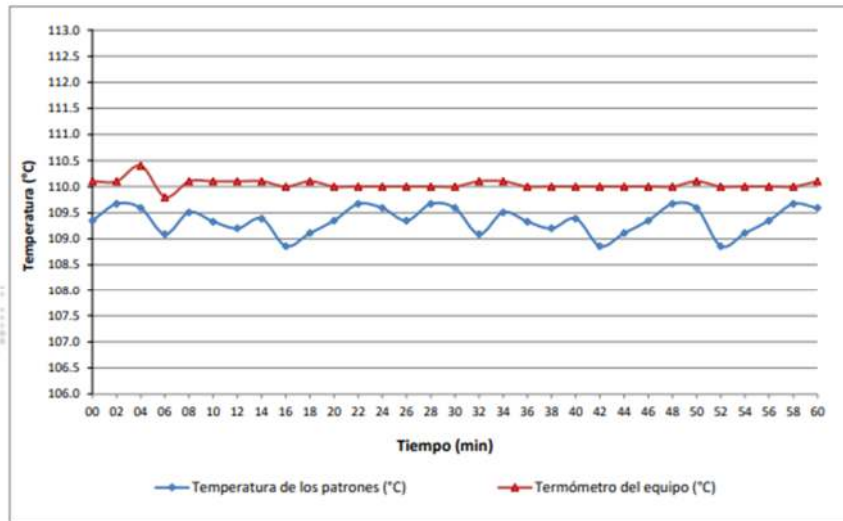
Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO

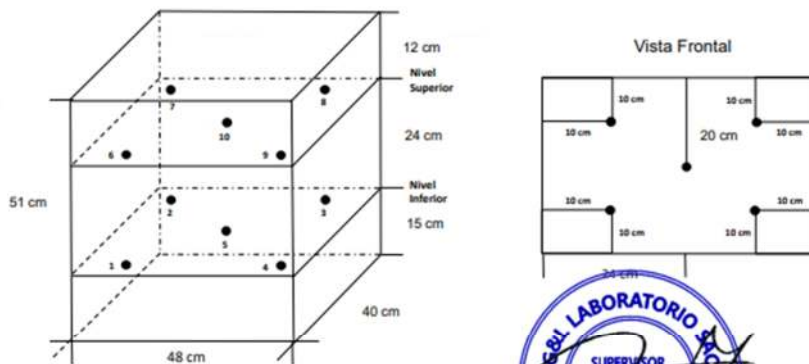




DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 7 cm de altura sobre sus respectivos niveles.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN OW - 212 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-00190522-0000110

Fecha de emisión : 19/05/2022

1. Solicitante : INGEOMAT E.I.R.L.

RUC : 20491100908

2. Instrumento de medición : OLLA WASHINGTON

Marca : HUMBOLDT

Modelo : OWH1792

Número de serie : NO INDICA

Capacidad : 0.25 ft3

Procedencia : USA

Marca de manómetro : HUMBOLDT

Número de serie manómetro : 5402F2IH

Lugar de Calibración : Laboratorio de presión de Terraservice

Fecha de Calibración : 19/05/2022

3. Método de Calibración Empleado

La calibración de instrumentos de medición relativa se basa en el método de comparación directa, el cual compara la indicación del instrumento bajo calibración contra la indicación de presión de un patrón calibrado, ambos están conctados mediante una fuente de generación de presión según procedimiento PC-004 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0.05 %F.S". Tercera Edición - Agosto 2018. DM-INACAL

4. Observaciones

- * Se colocó una etiqueta con la idicación "CALIBRADO"
- * El resultado de cada uno de la mediciones, en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.
- * Los resultados indicados en el presente documento, son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no deben usarse como certificado de conformidad de producto.
- * El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.
- (*) Código asignado por TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L

5. Lugar de Calibración

Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.
Jr. Andahuaylas #477, San Martín de Porres - Lima

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

El equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados, ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con INACAL. 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 un re calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L 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.



6. Trazabilidad

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

| TRAZABILIDAD | MARCA | Certificado de Calibración |
|--------------|--|----------------------------|
| TC - INACAL | Manómetro análogo WINTERS (0 - 30 PSI) | TC - 08174 - 2022 |

7. Temperatura y Humedad Relativa

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 22.3 | 22.3 |
| Humedad Relativa | 64% | 64% |

8. Resultados

| Recipiente de Medicion | | | |
|------------------------|-------------|----------|---------------|
| Diámetro (mm) | Altura (mm) | Masa (g) | Volumen (cm3) |
| 203.1 | 217.0 | 3894 | 7026.8 |

| Medidor de Aire tipo Bourdon | | | | | |
|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| Puntos de Calibración (psi) | Lectura del Equipo | | Error de indicacion | | Error de Histeresis (%) |
| | Ascendente (psi) | Descendente (psi) | Ascendente (psi) | Descendente (psi) | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5.0 | 5.0 | 5.1 | 0.0 | -0.1 | 0.7 |
| 10.0 | 9.9 | 10.0 | 0.1 | 0.0 | 0.7 |
| 15.0 | 15.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

9. Error de Histeresis

El efecto de histeresis se produce debido a que se realizaron pruebas con cargas continuamente creciente y decreciente. Su incertidumbre será asociada a una distribución de probabilidad rectangular.

(Ensayos de laboratorio)



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Sáb. El Eden Lolo C-2, San Sebastián - Cuzco, Tel: 272042, Celno: 97427048, Movilcel: 99692111, EPM: 49692111

Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA PÓMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

INFORME N°01

Solicitor: Bach. Milton Manolupa Dueñas

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO

ENSAYO DE COMPRESION UNIAxIAL



ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO



Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

Hugo Cuba Benavente
CIP 128589

DICIEMBRE, 2022
Cuzco-Peru

1.1. COMPRESIÓN UNIAXIAL

NORMATIVIDAD

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E-060 (CONCRETO ARMADO)

Método de ensayo a la compresión de probetas de hormigón (concreto).

Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f_c .

EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO

El concreto debe ensayarse de acuerdo con los requisitos de los siguientes acápites. Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieran de un curado bajo condiciones de obra, la preparación de probetas que se vayan a ensayar en laboratorio y el registro de temperaturas del concreto fresco mientras se preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizado por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por técnicos de laboratorio calificados.

Frecuencia de los ensayos

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m² de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto premezclado.

Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida anteriormente mencionados proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada una cuando se empleen menos de cinco tandas.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f_c .

Probetas curadas en laboratorio

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con "Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete" (ASTM C 172).

Las probetas para los ensayos de resistencia deben ser fabricadas y curadas en laboratorio de acuerdo con "Standard Practice for Making and Curing Concrete Test

Specimens in the Field" (ASTM C 31M), y deben ensayarse de acuerdo con "*Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*" (ASTM C 39M).

La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si cumple con los dos requisitos siguientes:

- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a f_c .
- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que f_c en más de 3,5 MPa cuando f_c es 35 MPa o menor, o en más de 0,1 f_c cuando f_c es mayor a 35 MPa.

Cuando no se cumpla con al menos uno de los dos requisitos anteriormente mencionados, deben tomarse las medidas necesarias para incrementar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.

Probetas curadas en obra

Si lo requiere la Supervisión, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones similares a las del elemento estructural al cual ellas representan, y éstas deben moldearse al mismo tiempo y de la misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio. Deben seguirse las indicaciones de "*Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*" (ASTM C 31M).

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar f_c , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra excede a f_c en más de 3,5 MPa.

Resultados de las Roturas de 45 briquetas (15 Ensayos según Norma EB60) de la tala:

INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

INGEOMAT
Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.P. 11010

Specimens in the Field" (ASTM C 31M), y deben ensayarse de acuerdo con *Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*" (ASTM C 39M).

La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si cumple con los dos requisitos siguientes:

- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a f_c .
- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que f_c en más de 3,5 MPa cuando f_c es 35 MPa o menor, o en más de 0,1 f_c cuando f_c es mayor a 35 MPa.

Cuando no se cumple con al menos uno de los dos requisitos anteriormente mencionados, deben tomarse las medidas necesarias para incrementar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.

Probetas curadas en obra

Si lo requiere la Supervisión, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones similares a las del elemento estructural al cual ellas representan, y éstas deben moldearse al mismo tiempo y de la misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio. Deben seguirse las indicaciones de *Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field*" (ASTM C 31M).

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar f_c , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra excede a f_c en más de 3,5 MPa.

Resultados de las Roturas de 45 briquetas (15 Ensayos según Norma EB60) de la teja:

INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

INGEOMAT
Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA
C.P. 110100

Evaluación de Resultados (ver hoja de resultados)

Los resultados de rotura de briquetas alcanzaron valores de resistencia aceptables lo cual demuestra que se tuvo un buen diseño de mezclas y/o un correcto proceso constructivo.

EQUIPO UTILIZADO

PRENSA PARA CONCRETO DIGITAL-AUTOMÁTICA CAPACIDAD 300000 Lb

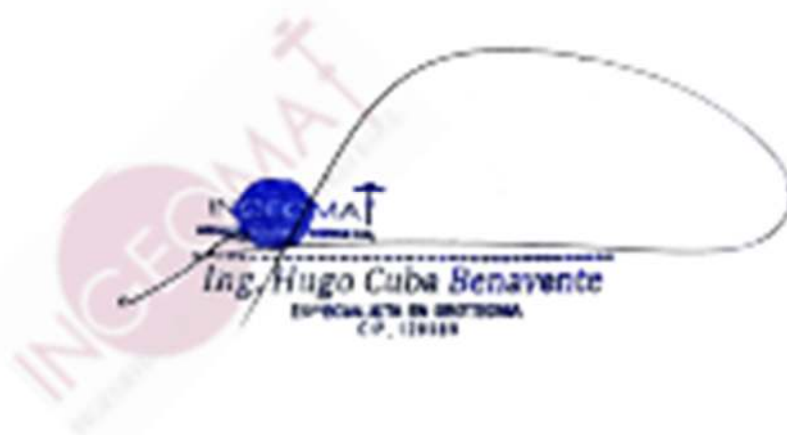
SEGÚN NORMA ASTM

Capacidad 300.000 Lb, De operación automática para uso en campo y Laboratorio. Para prueba de resistencia en muestras de concreto de 6" Ø x 12" h. Incluye indicador digital de 6 dígitos, con retención de carga máxima, aplicación de carga automática, resolución 10 Lb, precisión 0.1%, caja de controles con tablero en acero inoxidable. Operación 110 VAC – 220 VAC. Con informe de inspección.

Marca: Harboldt.

Procedencia: americana.

Velocidad de Aplicación de Carga: 0.20 a 0.30 MPa/seg.



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- De acuerdo con los resultados obtenidos del ensayo de compresión uniaxial. Se concluye lo siguiente:
 - En la sustitución al 25%, la resistencia de concreto permanece.
 - En las sustituciones de 50% hasta el 100%, la resistencia de concreto decrece significativamente hasta llegar a resistencias de 110 kg/cm² aproximadamente.

Recomendaciones

- Se recomienda que el curado del concreto colocado deberá ser en forma permanente para simular las condiciones de las muestras sumergidas.
- Se recomienda seguir con el control de calidad en obra.
- Se recomienda que al momento de elaborar las probetas de concreto tratar en lo posible que las superficies de estas sean lo más horizontales posibles ya que al momento de realizar la prueba de compresión estas irregularidades les restan resistencia a las muestras.
- Se recomienda realizar los ensayos a la edad de diseño en nuestro caso a los 28 días de elaborada la muestra.
- Las elaboraciones de las probetas se realizan de la siguiente manera:

Se vierte el concreto en la bricuetera hasta un tercio de la altura de esta posteriormente se licúa o chusea 25 veces, luego echar otro tercio de la altura y chusear 25 veces, finalmente completar toda la altura y chusear 25 veces.



DICIEMBRE, 2022

PANEL FOTOGRAFICO - LABORATORIO

ELABORACION DE ESPECIMENES CILINDRICOS



Fotografía 1 Y Fotografía 2 Elaboración de los especímenes de concreto.



Fotografía 3 Elaboración de los especímenes de concreto.



ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL DE BRQUETAS

7 DIAS



Fotografía 4 Y Fotografía 5 Elaboración de los especímenes de concreto Patrón y 25%.



Fotografía 6 Y Fotografía 7 Elaboración de los especímenes de concreto 50% y 75%.





Fotografía 8 Elaboración de los especímenes de concreto 100%
14 DIAS



Fotografía 9 Y Fotografía 10 Elaboración de los especímenes de concreto Patrón y 25%.



Fotografía 11 Y Fotografía 12 Elaboración de los especímenes de concreto 50% y 75%.



Fotografía 13 Elaboración de los especímenes de concreto 100%.
28 DIAS



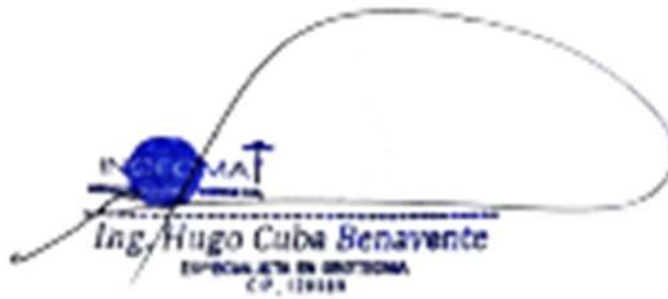
Fotografía 14 Y Fotografía 15 Elaboración de los especímenes de concreto Patrón y 25%



Fotografía 16 Y Fotografía 17 Elaboración de los especímenes de concreto 50% y 75%.



Fotografía 18 Elaboración de los especímenes de concreto 100%.

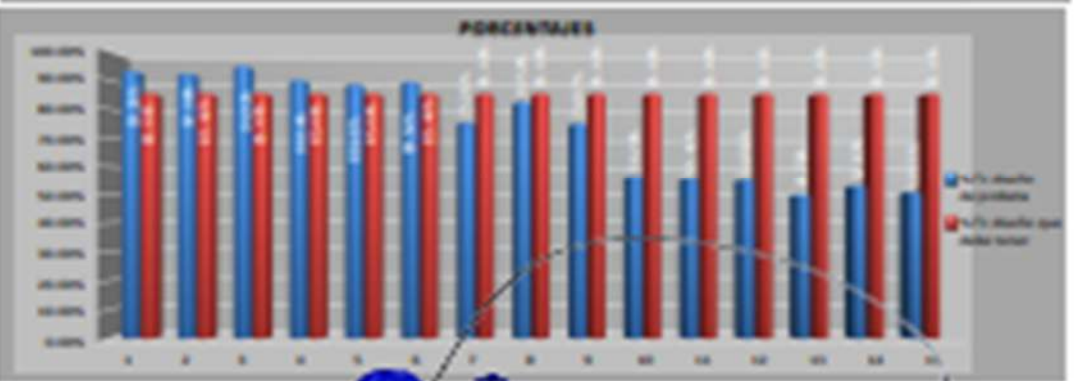
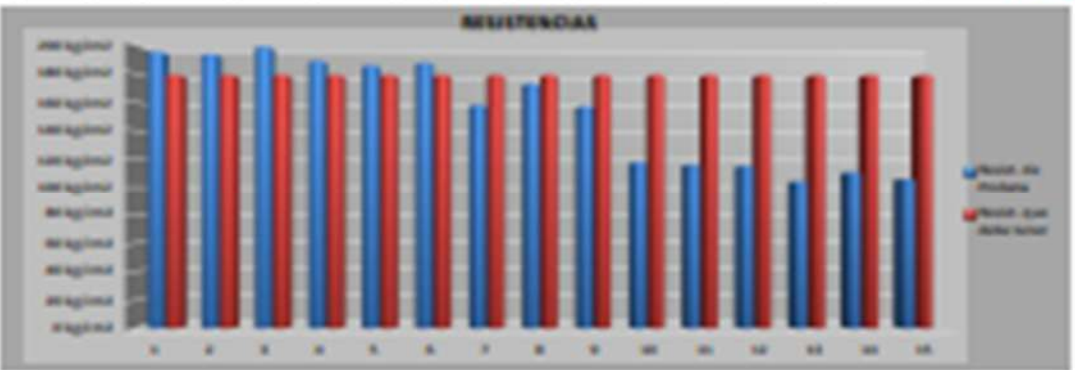




INFORME DE BOTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO ASTM C39

OBJETO: Botura de testigos de concreto.
CLIENTE: DPT. DE INGENIERIA DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA, SUPERVISOR GENERAL DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA Y DE OBRAS DE PAVIMENTO DE LA URB. DE LA VILLA DEL ESTRENO, C.P. 13010, Pinar del Rio, CUBA.
UBICACION: URB. DE LA VILLA DEL ESTRENO, C.P. 13010, Pinar del Rio, CUBA.
FECHA: 2011-08-08
MUNICIPIO: BAYAMO, CUBA
PROYECTO: PARTICIPACION Tipo II
ENCARGADO: LUIS
BOLETA DE OBRAS: 10104

| ID de Muestra | ID de Botura | Estructura y Ubicación | Fecha | | Edad (días) | Temperatura Ambiente (°C) | Med. (MPa) | F _{ck} (MPa) | Resistencia (MPa) | | Porcentaje de Resistencia | | Estado |
|---------------|--------------|------------------------|------------|------------|-------------|---------------------------|------------|-----------------------|-------------------|-------------|---------------------------|--------|--------|
| | | | Medida | Medida | | | | | Resistencia | Resistencia | % | % | |
| 1 | 1 | BARRAS | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 78.27 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 2 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 78.27 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 3 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 78.27 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 4 | 2 | SOSTENIMIENTO AL 50% | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 78.27 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 5 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 78.27 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 6 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 78.27 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 7 | 3 | SOSTENIMIENTO AL 50% | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 78.27 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 8 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 77.43 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 9 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.27 | 87.0 | 77.43 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 10 | 4 | SOSTENIMIENTO AL 50% | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 77.83 | 87.0 | 77.83 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 11 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 77.83 | 87.0 | 77.83 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 12 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 77.83 | 87.0 | 77.83 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 13 | 5 | SOSTENIMIENTO AL 50% | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.07 | 87.0 | 78.07 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 14 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.07 | 87.0 | 77.63 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |
| 15 | | | 2011-08-08 | 2011-08-09 | 31 | Barbacoa | 78.07 | 87.0 | 77.63 | 77.00 | 88.81% | 88.00% | SI |



INGECOMAT
Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN OBRAS CIVILES
C.P. 13010



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Av. 8 Febrero C.3. San Sebastián - Cusco, Tel: 015442, Cel: 97627047, Móvil: 99890111, BPN: 49890111

Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

Solicitó: Bach. Milton Manóhpa Dueñas



DISEÑO DE MEZCLAS (METODO ACI)

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ slump = 4 pulg Sin Aditivo

TMAX AGREGADO 3 Pulg

| Canteras | | | |
|----------|-----------|--------|-------|
| Fino | HILAMBUTO | Grueso | VICHU |

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 126389

NOVIEMBRE, 2022
Cusco-Peru



NORMATIVIDAD

1. ENSAYOS DE MATERIALES

La Supervisión o la autoridad competente podrán ordenar, en cualquier etapa de ejecución del proyecto, el ensayo de cualquier material empleado en las obras de concreto, con el fin de determinar si corresponde a la calidad especificada.

El muestreo y los ensayos de materiales y del concreto deben hacerse de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas - NTP correspondientes.

CEMENTOS

El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondientes.

El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del concreto.

2. AGREGADOS

Los agregados para concreto deben cumplir con las NTP correspondientes.

Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- (b) 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- (c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o concheros. Los agregados que no cuenten con un registro o aquellos provenientes de canteras explotadas directamente por el Contratista, podrán ser aprobados por la Supervisión si cumplen con los ensayos normalizados que considere convenientes.

Este procedimiento no invalida los ensayos de control de lotes de agregados en obra.

Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes. Cada uno de ellos deberá ser procesado, transportado, manipulado, almacenado y pesado de manera tal que la pérdida de finos sea mínima, que mantengan su uniformidad, que no se produzca contaminación por sustancias extrañas y que no se presente rotura o segregación importante en ellos.

Los agregados a ser empleados en concretos que vayan a estar sometidos a procesos de congelación y deshielo y no cumplan con el acápite 5.2.2 de la NTP 400.037 podrán ser utilizados si un concreto de propiedades comparables, preparado con agregado del mismo origen, ha demostrado un comportamiento satisfactorio cuando ha sido sometido a condiciones de intemperismo similares a las que se esperan.


Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.P. 120149

El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duros, compactos, resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

La granulometría seleccionada para el agregado deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

El lavado de los agregados se deberá hacer con agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.

El agregado denominado "hormigón" corresponde a una mezcla natural de grava y arena. El hormigón sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa a los 28 días. El contenido mínimo de cemento será de 255 Kg/m³. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica y otras sustancias dañinas para el concreto. En lo que sea aplicable, se seguirán para el hormigón las recomendaciones indicadas para los agregados fino y grueso.

3. AGUA

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.

Se podrán utilizar aguas no potables sólo si:

- Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.
- La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
- Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la NTP 334.051.

Las sales u otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deberán sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias incompatibles.

La suma de los contenidos de iones cloruro presentes en el agua y en los demás componentes (de los agregados y aditivos) no deberán exceder los valores indicados en las NTP 334.051.

Ing. Hugo Cuba Benavente
ESP. EN INGENIERÍA EN GEOTECNIA
C.P. 128389

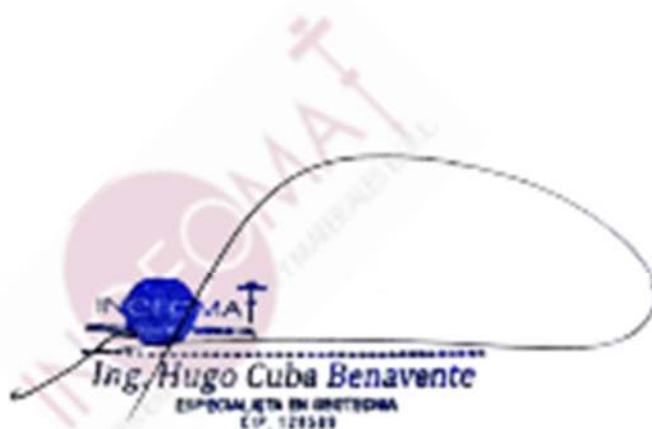
| Tpo de elemento | Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento) |
|---|---|
| Concreto prestresado | 0,06 |
| Concreto armado que en servicio estará expuesto a | 0,15 |
| Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad | 1,00 |
| Otras construcciones de concreto armado | 0,30 |

Cuadro 1 CONTENIDO MÁXIMO DE IONES CLORURO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DEL REFUERZO (FUENTE: E-060)

El agua de mar sólo podrá emplearse en la preparación del concreto si se cuenta con la autorización del Ingeniero Proyectista y de la Supervisión. No se utilizará en las siguientes casos:

- Concreto armado y prestresado.
- Concretos con resistencia mayores de 17 MPa a los 28 días.
- Concretos con elementos embebidos de fierro galvanizado o aluminio.
- Concretos con un acabado superficial de importancia.

No se utilizará en el curado del concreto ni en el lavado del equipo, aquellas aguas que no cumplan con los requisitos anteriores.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el control de la humedad de los agregados de manera periódica ya que esta propiedad no es constante varía según a la temperatura del ambiente.

Se recomienda hacer el ensayo de slump de manera constante para garantizar la trabajabilidad del concreto y el contenido de agua óptimo.

Se recomienda realizar los testigos de concreto para la verificación de la resistencia y ver la evolución de la misma a los 7, 14 y 28 días.

| f_c | 210 kg/cm ² |
|-----------------|---|
| Cemento | 1.00 pie ³ /pie ³ |
| Agua de Clase A | 21 lt/pie ³ |
| Agregado Fino | 1.8 pie ³ /pie ³ |
| Agregado Grueso | 2.0 pie ³ /pie ³ |

Cuadro 2 DOSIFICACION FINAL DEL CONCRETO EN VOLUMEN.

| f_c | 210 kg/cm ² |
|--------------------------|------------------------|
| Longitud | 10 cm |
| Altura | 20 cm |
| Superficie de Testigos | 1 m ² |
| Volumen por Testigo | 0.002 m ³ |
| Testigos por laboratorio | 3 |
| Volumen concreto | 0.006 m ³ |
| Cemento | 2.430 kg |
| Agua de Clase A | 1.280 kg |
| Agregado Fino | 4.420 kg |
| Agregado Grueso | 4.700 kg |
| Suma | 12.830 kg |
| Peso por Testigo | 12.830 kg |

Cuadro 3 DOSIFICACION FINAL DEL CONCRETO EN PESO POR UNIDAD DE BRQUETA.



PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO

AGREGADO FINO



Fotografía 1 Lavado de muestras para análisis granulométrico.



Fotografía 2 y Fotografía 3 Análisis granulométrico y determinación de la absorción.



Fotografía 4 Cuartos de agregado fino.

AGREGADO GRUESO



Fotografía 5 Determinación del peso unitario.



Fotografía 6 y Fotografía 7 Análisis granulométrica y determinación del peso específico.



Fotografía 8 Secado de muestras para determinar el contenido de humedad.

MEMORIA DE CALCULO





CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

LABORATORIO DE GEOMECANICA Y MATERIALES.

AV. BOLIVAR S. 2, SAN CARLOS, PUNO, PERU. TEL: 051 078 444 4444. WWW.INGEOMAT.COM

Proyecto: INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA PUNAZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 240 kg/cm², 2022

Ciudad: HUANUCO-VECHO

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

Solicitante: Serchi, Milán Manóviljević Durfles

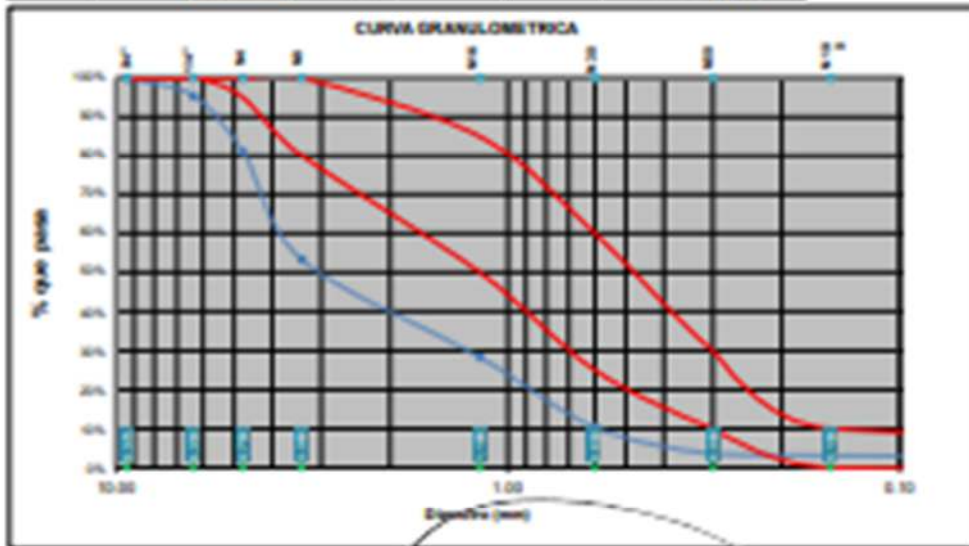
Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO POR TAMELADO MEC 8-127-200

| | |
|------------------------|--------|
| PESO ANTES DE LAVADO | 2000 g |
| PESO DESPUES DE LAVADO | 2028 g |
| PERDIDA | 72 g |

| Tamiz N° | Diám. (mm) | Peso Retenido | %Retenido | %Retenido Acumulado | %que pasa | PASAJES | |
|------------|------------|---------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|----------|
| | | | | | | Superior | Inferior |
| 20 | 0.850 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 25 | 1.180 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 30 | 1.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 40 | 2.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 60 | 2.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 75 | 3.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 100 | 1.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 150 | 1.180 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 200 | 0.850 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 300 | 0.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 425 | 0.425 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 75 | 3.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 100 | 1.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 150 | 1.180 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 200 | 0.850 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 300 | 0.500 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 425 | 0.425 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| Superficie | 0.000 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 0.00% | 0.00% |
| | | 2028.00 | 100.00% | 100.00% | | SERIE "C" (Hydr) | |



$$NF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1.18, 2.5, 5, 7.5, 15, 30, 45, 75, 106, 150, 200, 300, 425)}{100}$$

MF = 4.26



Aumentar Autoría Firma

Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.P. 120300



INGENIERIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y
 SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA,
 LABORATORIO DE GEOTECNICA Y MATERIALES

INGEOMA S.A. - BOGOTÁ, COLOMBIA - TEL: 312 450 1234 - FAX: 312 450 1234 - WWW.INGEOMA.CO

Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

Cliente: HELMUTSCH VICHIO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

P.E. Ing. Hugo Cuba Benavente

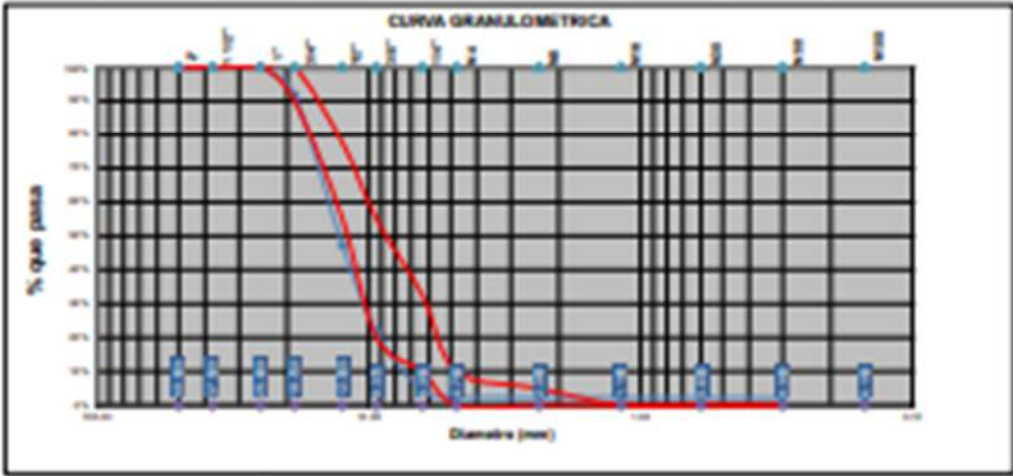
Solicitante: Bach. Milán Manojugo Dufoño

| | |
|------------------------|----------|
| PESO ANTES DE LAVADO | 4000 g |
| PESO DESPUES DE LAVADO | 3408.8 g |
| PERDIDA | 591.2 g |

ANALISIS GRANULOMETRICO AGRREGADO GRUESO POR TAMEADO MEC E-101 200

PARAAMETROS
 ASTM C 33

| Tamiz Nº | Dim. (mm) | Peso Retenido | % Retenido | % Retenido Acumulado | Toque peso | Superior | Inferior |
|----------|-----------|---------------|------------|----------------------|------------|----------|----------|
| 2" ø | 50.800 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1 1/2" ø | 37.800 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 1" ø | 25.400 | 0.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 3/4" ø | 19.000 | 375.00 | 9.38% | 9.38% | 90.62% | 100.00% | 90.62% |
| 1/2" ø | 12.500 | 2000.00 | 49.99% | 59.37% | 40.63% | 77.50% | 55.00% |
| 1/4" ø | 6.250 | 1180.00 | 29.50% | 78.87% | 21.13% | 55.00% | 20.00% |
| 1/8" ø | 3.125 | 798.80 | 19.97% | 98.84% | 1.16% | 22.50% | 12.00% |
| Nº 20 | 0.850 | 55.50 | 1.39% | 97.45% | 2.55% | 10.00% | 0.00% |
| Nº 4 | 0.425 | 4.00 | 0.10% | 97.55% | 2.45% | 0.00% | 0.00% |
| Nº 10 | 0.190 | 0.00 | 0.00% | 97.55% | 2.45% | 0.00% | 0.00% |
| Nº 20 | 0.850 | 0.00 | 0.00% | 97.55% | 2.45% | 0.00% | 0.00% |
| Nº 40 | 0.425 | 0.00 | 0.00% | 97.55% | 2.45% | 0.00% | 0.00% |
| Nº 60 | 0.250 | 0.00 | 0.00% | 97.55% | 2.45% | 0.00% | 0.00% |
| Nº 100 | 0.150 | 0.00 | 0.00% | 97.55% | 2.45% | 0.00% | 0.00% |
| Residuo | 0.075 | 135.30 | 3.38% | 100.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | | 4074.30 | 100.00% | | | | |





CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

Proyecto: INFLUENCIA DE LA EJECUCION DEL ACERADO DEBIDO POR PEDRA POMEZA EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2020
Muestras: HIGAMBURO VCHO Realizado por Ing. Hugo Cuba Benavente
Fecha: NOVIEMBRE, 2022 P.A. Ing. Hugo Cuba Benavente
Solicitante: Bach. Wilson Manríquez Dueñas

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL POMO

| | 21.21 | 21.76 | 22.15 | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|------|
| PESO DE CAPSULA | | | | |
| PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO | 121.88 | 121.32 | 120.75 | |
| PESO CAPS + MATERIAL SECO | 121.74 | 121.23 | 120.72 | |
| PESO DEL AGUA | 1.40 | 2.09 | 1.40 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 108.76 | 117.24 | 136.76 | |
| CONTENIDO DE AGUA (%) | 1.27 | 1.78 | 1.07 | 1.27 |

PROCESO DE CONTENIDO DE AGUA = 1.27%



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL DEBIDO

| | 21.21 | 21.76 | 22.15 | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|------|
| PESO DE CAPSULA | 21.84 | 22.84 | 17.08 | |
| PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO | 124.37 | 122.27 | 124.37 | |
| PESO CAPS + MATERIAL SECO | 124.32 | 121.32 | 124.06 | |
| PESO DEL AGUA | 3.20 | 1.74 | 2.31 | |
| PESO DEL SUELO SECO | 111.28 | 111.27 | 140.32 | |
| CONTENIDO DE AGUA (%) | 2.88 | 1.56 | 1.65 | 1.84 |

PROCESO DE CONTENIDO DE AGUA = 1.84%



Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.P. 129149

Proyecto: INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA DEL ACRIGADO CRIBADO POR FICHA PONEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/m³, 2022

Sitio: -

Muestra: ISAMBERTO VICHÓ

Fecha: NOVIEMBRE 2022

Solicitante: Bach. Wilson Manzanera Dueñas

PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL FINO

| | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | PROMEDIO |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| PESO DE BALAZA | 2074.02 gr | 2074.02 gr | 2074.02 gr | |
| PESO BALAZA + MATERIAL HUMEDO | 14912.00gr | 14912.00gr | 14912.00gr | |
| VOLUMEN DE BALAZA | 4912.00cm ³ | 4912.00cm ³ | 4912.00cm ³ | |
| PESO UNITARIO SUELTO | 1070.89 kg/m ³ | 1070.89 kg/m ³ | 1070.89 kg/m ³ | 1070.89 kg/m ³ |

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1070.89 kg/m³



PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL CRIBADO

| | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | PROMEDIO |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| PESO DE BALAZA | 2074.02 gr | 2074.02 gr | 2074.02 gr | |
| PESO BALAZA + MATERIAL HUMEDO | 14891.00gr | 14891.00gr | 14891.00gr | |
| VOLUMEN DE BALAZA | 4912.00cm ³ | 4912.00cm ³ | 4912.00cm ³ | |
| PESO UNITARIO SUELTO | 1470.72 kg/m ³ | 1470.72 kg/m ³ | 1470.72 kg/m ³ | 1470.72 kg/m ³ |

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1470.72 kg/m³



Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ EN LA RESISTENCIA Y RESILIENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2020

Muestra: HAMBUSTO VICKO

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

Solicitante: Bach. Wilson Hernandez Cuevas

PESO UNITARIO SUELTO VARIADO MATERIAL FINO

| | MUESTRA #1 | MUESTRA #2 | MUESTRA #3 | PROMEDIO |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| PESO DE MOQUE | 3075.00 gr | 3075.00 gr | 3075.00 gr | |
| PESO MOQUE + MATERIAL FINO | 14079.00gr | 14079.00gr | 14079.00gr | |
| VOLUMEN DE MOQUE | 6712.00cm ³ | 6712.00cm ³ | 6712.00cm ³ | |
| PESO UNITARIO SUELTO | 1744.82 kg/m ³ | 1744.82 kg/m ³ | 1744.82 kg/m ³ | 1744.82 kg/m ³ |

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1744.82 kg/m³



PESO UNITARIO SUELTO VARIADO MATERIAL GRUESO

| | MUESTRA #1 | MUESTRA #2 | MUESTRA #3 | PROMEDIO |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| PESO DE MOQUE | 3075.00 gr | 3075.00 gr | 3075.00 gr | |
| PESO MOQUE + MATERIAL GRUESO | 14079.00gr | 14079.00gr | 14079.00gr | |
| VOLUMEN DE MOQUE | 6712.00cm ³ | 6712.00cm ³ | 6712.00cm ³ | |
| PESO UNITARIO SUELTO | 1482.90 kg/m ³ | 1482.90 kg/m ³ | 1482.90 kg/m ³ | 1482.90 kg/m ³ |

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1482.90 kg/m³



Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

Muestra: MIAMBUTO-VIHO

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

Solicitante: Bach. Milton Manolupa Dueñas

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84

Peso Especifico de masa (Peso)

| | | |
|---|---|------------------------|
| W ₀ = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr | : | 490.12 gr |
| V= Volumen de frasco en cm ³ | : | 500.00 cm ³ |
| W ₁ = Peso en gramos o volumen en cm ³ de agua añadida en el frasco | : | 297.77 cm ³ |

$$A_s = \frac{W_0}{(V - V_1)} = 2.42 \text{ gr/cm}^3 \quad a = \frac{W_1 - W_0}{V_1} = 0.02\%$$

$$A_s = \frac{W_0}{(V - V_1)} = 2.47 \text{ gr/cm}^3 \quad P_{\text{masa}} = \frac{W_0}{(V - V_1) - (W_1 - W_0)} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84

| | | |
|--------------------------------|---|------------|
| A= PESO SECO EN EL AIRE | : | 1445.00 gr |
| B= PESO SUPERFICIALEMENTE SECO | : | 1480.00 gr |
| C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA | : | 894.00 gr |

$$T_{\text{ap}} = \frac{A}{B - C} = 2.51$$

$$T_{\text{masa}} = \frac{A}{B - C} = 2.57$$

$$T_s = \frac{B}{B - C} = 2.53$$

$$\text{Absorcion} = \frac{B - A}{A} = 1.02\%$$



- CONSULTORA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

Wta. B Edm. Iola C.3, San Isidro de El General, Ciego de Avila, CP 21004, Clase F06704P, Nivelar F068011, Wta. #998011

Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

Ubicación: -

Municipio:

Proy: HUAMBEO
Obram: VOTO

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

Sobrecoste: BACH, Millon Manos Agua Dueñas

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI

1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

| | |
|----------------|-------------------------|
| F _c | 21.0 kg/cm ² |
| S _u | 3 pulg |
| Condición | Placido |
| Uso de calibró | En Admix |

2.- Características de los Materiales:

2.1.- Cemento:

| | |
|------------------|------|
| Marca: | Toro |
| Tipó: | IP |
| Peso Específico: | 2.83 |

2.2.- Agua:

Agua potable de la red pública de la ciudad

2.3.- Agregado Fino:

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Peso Específico de la masa: | 2.43 |
| Absorción: | 2.02% |
| Contenido de Humedad: | 1.37% |
| Módulo de Finura: | 4.29 |
| Peso Compacto Seco: | 1764.52 kg/m ³ |
| Peso Suelto Seco: | 1394.38 kg/m ³ |

2.4.- Agregado Grueso:

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Forma Angular: | SI |
| Tamaño Máximo Nominal: | 3/4 pulg |
| Peso Compacto Seco: | 1433.02 kg/m ³ |
| Peso Suelto Seco: | 1473.44 kg/m ³ |
| Peso Específico de la masa: | 2.81 |
| Absorción: | 1.02% |
| Contenido de Humedad: | 1.38% |
| Módulo de Finura: | 8.21 |

3.- Determinación de la resistencia promedio (f_c)

Cálculo de la Desviación Estándar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que permita el cálculo de la desviación estándar se hará uso del siguiente cuadro según ENR Tabla 5.3

| F _c | f _c ' |
|----------------|---------------------|
| menor de 210 | F _c +30 |
| 210 a 300 | F _c +20 |
| mayor a 300 | 1.17*F _c |



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

Wk. B. Edm. Lora C.E., San Sebastián - Cienfuegos, 36 21040. Cero F567948. Nuevas F569211, M4 F569211

Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

Ubicación: -

Muestra:

Red: HERMESO

División: V040

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

Solicitante: Bach. Wilson Blanco-Apa Dueñas

| Fen | 210 kg/cm ² |
|-----|------------------------|
|-----|------------------------|

Por lo tanto la resistencia promedio será:

Nº=

285 kg/cm²

4.- Cálculo del volumen unitario de agua

| Fen | 210 kg/cm ² |
|-----------------------|--------------------------|
| Grava Normal | 374 kg/m ³ |
| Siliceo | 3 kg/m ³ |
| AGUA x m ³ | 203.00 kg/m ³ |

5.- Determinación del contenido de aire atrapado

| Fen | 210 kg/cm ² |
|--------------|------------------------|
| AIR ATRAPADO | 2.00% |

6.- Cálculo de la relación Agua - Cemento

| Fen | 210 kg/cm ² |
|-----|------------------------|
| AC | 0.55 |

7.- Factor Cemento

| Fen | 210 kg/cm ² |
|----------------|------------------------|
| Factor Cemento | 3.75 kg/m ³ |
| Factor Cemento | 8.77 kg/m ³ |

8.- Cálculo del Volumen Absoluto de la pasta

| Fen | 210 kg/cm ² |
|--------------------------|------------------------|
| Cemento x m ³ | 0.139 m ³ |
| AGUA x m ³ | 0.208 m ³ |
| Air x m ³ | 0.020 m ³ |
| Vol. de la Pasta | 0.367 m ³ |

9.- Volumen Absoluto del Agregado

| Fen | 210 kg/cm ² |
|--------------------|------------------------|
| Vol. de los Agreg. | 0.438 m ³ |

10.- Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado

| Fen | 210 kg/cm ² |
|----------------------------------|---------------------------|
| m ³ | 4.28 |
| Grava Normal | 374 kg/m ³ |
| Siliceo | 0.480 m ³ |
| Peso 0 m ³ arena fina | 1433.00 kg/m ³ |
| Peso P.O. | 393.43 kg |
| VAD | 0.314 m ³ |
| VAF | 0.320 m ³ |



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

916 B Edm Irujo C.3, San Sebastián - Ciego de Avila, CP 21040. Cel: 91679249, Móvil: 99991111, BPO: 99991111

Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/m³, 2022

Ubicación: -

Muestra:

Río: HUMABEO
Origen: WCHO

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

Solicitante: Bach. Milton Manóvilvia Dueñas

11.- Peso seco de los agregados

| F en | 210 kg/m ³ |
|------|-----------------------|
| AD | 740 kg/m ³ |
| AD | 740 kg/m ³ |

12.- Valores de Diseño

| F en | 210 kg/m ³ |
|-----------------|------------------------------|
| Cemento | 370 kg/m ³ |
| Agua de Diseño | 200 l/m ³ |
| Agregado fino | 740 kg/m ³ |
| Agregado grueso | 740 kg/m ³ |
| TOTAL | 2140 kg/m³ |

13.- Corrección por humedad del agregado

| F en | 210 kg/m ³ |
|------|-----------------------|
| AD | 740 kg/m ³ |
| AD | 808 kg/m ³ |

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorcion)

| | |
|----|--------|
| AD | -0.64% |
| AD | -0.60% |

Aporte de Agua de los agregados

| | |
|----|-------------------------|
| AD | -3.88 kg/m ³ |
| AD | 4.39 kg/m ³ |

Agua Residual

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Agua Inicial | 200.00 kg/m ³ |
| Aporte de la Agreg. | 0.72 kg/m ³ |
| Agua Final | 204.08 kg/m ³ |

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

| F en | 210 kg/m ³ |
|-------------------|------------------------------|
| Cemento | 410 kg/m ³ |
| Agua de Diseño | 208 kg/m ³ |
| Agregado fino | 740 kg/m ³ |
| Agregado Grueso | 808 kg/m ³ |
| Agua | 3.00% |
| Peso total | 2321 kg/m³ |

15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento

| F en | 210 kg/m ³ |
|-----------------|-----------------------|
| Cemento | 1.00 |
| Agua de Diseño | 0.50 (litros) |
| Agregado fino | 1.73 |
| Agregado grueso | 1.97 |


Ing. Hugo Cuba Benavente
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 C.P. 124589



- CONASETORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

Av. 8 de Abril s/n C-3, San Sebastián - Guayaquil, Ecuador. Tel: 22546. Celular: 995272481. E-mail: info@ingeoma.gub.ec

Proyecto: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

Ubicación: -

Municipio:

Proyecto: PUENTE
Quilómetro: 10410

Fecha: NOVIEMBRE, 2022

Solicitante: BACH, Milten Montenegro Dueñas

16.- Peso por toneladas de una traba

| Item | 210 kg/cm ² |
|-----------------|------------------------|
| Cemento | 42.3 kg/traba |
| Agua de Obrero | 21.6/traba |
| Agregado fino | 80.2 kg/traba |
| Agregado Grueso | 85.3 kg/traba |

17.- Proporción por volumen corregidas por humedad por cada pie³ de cemento

| Item | 210 kg/cm ² |
|-----------------|---|
| Cemento | 1.00 pie ³ /pie ³ |
| Agua de Obrero | 21.6/pie ³ |
| Agregado fino | 1.8 pie ³ /pie ³ |
| Agregado Grueso | 2.0 pie ³ /pie ³ |

18.- Proporción por volumen corregidas por humedad por cada m³ de concreto

| Item | 210 kg/cm ² |
|-----------------|--------------------------------------|
| Cemento | 10.12 m ³ /m ³ |
| Agua de Obrero | 0.214 m ³ /m ³ |
| Agregado fino | 0.82 m ³ /m ³ |
| Agregado Grueso | 0.87 m ³ /m ³ |

19.- Proporción por peso corregidas por humedad por cada testigo elaborado

| Item | 210 kg/cm ² |
|-----------------------|------------------------|
| Diámetro | 13 cm |
| Altura | 30 cm |
| Cantidad de testigos | 1 |
| Volumen por testigo | 0.001 m ³ |
| Peso por desperdicios | 1.1 |
| Volumen corregido | 0.0008 m ³ |
| Cemento | 2.430 kg |
| Agua de Obrero | 1.280 kg |
| Agregado fino | 4.470 kg |
| Agregado Grueso | 4.700 kg |
| Suma | 13.24 kg |
| Peso por testigo | 13.24 kg |


INGEOMA
Ing. Hugo Cuba Benavente
 ESPECIALISTA EN GEOMETRIA
 C.P. 120329

- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Av. 8 Edm Lora C.S., San Sebastián - Cusco, Tel: 20342, Cel: 9827049, Sucursal: 98180111, SPN: 410810111

TESIS: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO GRUESO POR PIEDRA POMEZ, EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

INFORME N°01

Solicita: Bach. Milton Manofupa Dueñas

Departamento: CUSCO

Provincia : CUSCO

PRUEBAS EN CONCRETO ENDURECIDO



DETERMINACION DE LA PERMEABILIDAD

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589

DICIEMBRE, 2022
Cusco-Peru

NORMATIVIDAD:

- NTC 4483 CONCRETOS. METODO DE ENSAYO PARA CONCRETOS. METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA.

OBJETIVOS:

Este método comprende la determinación, en el laboratorio, del coeficiente de permeabilidad (K) del concreto endurecido por dos métodos: flujo constante y profundidad de penetración. El primero se usa para la determinación del coeficiente de permeabilidad de concretos de alta permeabilidad y el segundo en concretos que, por su diseño, composición y características, son de muy baja permeabilidad. La Tabla 1 establece los parámetros de clasificación de los concretos aplicables a los dos métodos relacionados.

ALCANCE Y USO:

El ensayo para determinar el coeficiente de permeabilidad K, implica ejercer sobre la cara del espécimen una presión equivalente a 0,5 MPa (50 m de agua). Es claro que, en la mayoría de los casos, supera en mucho la presión de servicio de la estructura. La justificación consiste en que, al evaluar K a presiones mucho menores, el tiempo de ensayo se prolonga demasiado, haciendo poco práctico el ensayo. Una vez determinado K, de acuerdo al método propuesto, se puede emplear, posteriormente, junto con la presión de servicio real, bien sea para comprobar el adecuado dimensionamiento de los diferentes elementos, en el caso de una estructura nueva; o bien para determinar la profundidad de penetración del agua, para un tiempo dado, en una estructura ya construida, lo que indica al diseñador la suficiencia de la misma o la necesidad de aplicar un recubrimiento impermeable extra sobre su superficie.

DISPOSITIVO DE ENSAYO:

El dispositivo de ensayo comprende cualquier tipo de aparato cuyo funcionamiento sea similar al de la Figura 1. Se trata de una celda compuesta por dos platos, con orificios centrales. Sobre los platos se encuentran adheridos unos empaques, los cuales forman un sello contra la filtración del agua a presión. Entre los dos platos se coloca un espécimen de ensayo, al cual se ajustan los anillos ejerciendo presión mediante el mecanismo previsto para ella. El agua actúa a presión sobre una de las caras del espécimen y, dependiendo de la permeabilidad del concreto, alcanza o no la cara opuesta, al terminar el tiempo previsto de ensayo.


INGEOMAT
Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.P. 12133

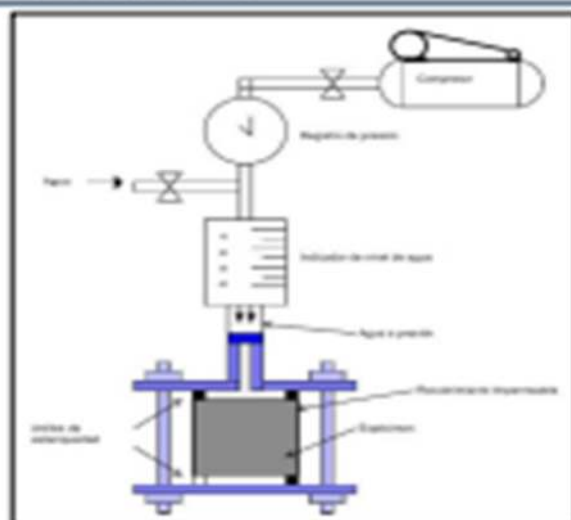


Figura 1 Equipo para la ejecución del ensayo.

ESPECÍMENES DE ENSAYO

El ensayo debe realizarse sobre especímenes cilíndricos cuyo diámetro sea como mínimo de 100 mm y su altura de por lo menos 100 mm. Se debe determinar tanto el diámetro como la altura del espécimen previamente al ensayo de permeabilidad. Se deben evaluar por lo menos tres especímenes en cada ensayo, de forma que se puedan descartar valores dispersos. Cuando el ensayo tenga por fin establecer comparativos entre varios concretos, debe evaluarse la permeabilidad, en lo posible, sobre especímenes de iguales dimensiones.

PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES

Los especímenes se elaboran y se curan de acuerdo con la NTC 1377 (ASTM C192). Los núcleos se extraen y se almacenan de acuerdo con la NTC 3658 (ASTM C42). Se debe retirar por medios mecánicos (grúa, buzarda), la capa superficial de cemento y/o mortero de ambas caras de los especímenes elaborados, para evitar lecturas erróneas de permeabilidad, las cuales se dan cuando el agua empieza a atravesar la superficie de afinado del espécimen, la cual tiene comúnmente características diferentes a las del interior del espécimen. Cuando se cortan con un disco diamantado, núcleos y especímenes cilíndricos de altura mayor a la requerida para el ensayo, la superficie de corte debe prepararse con el mismo cuidado, de igual manera a lo descrito en el párrafo anterior, ya que el corte puede haber estado los poros del concreto. La superficie lateral de los especímenes, para evitar la evaporación del agua que se está trabajando sobre la cual va a trabajar el agua (previamente el espécimen debe estar en un ambiente húmedo para evitar el empaque), se recubren con una capa gruesa de pintura (de color blanco) para evitar la penetración de agua por las mismas y garantizar un flujo unidireccional estable.

EDAD DE LOS ESPECÍMENES

Tanto los especímenes elaborados para el ensayo de permeabilidad, y los núcleos, deben tener una edad superior a 28 d cuando se les practique el ensayo de permeabilidad. En función de especificaciones particulares, otras edades pueden ser elegidas.

DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DE PENETRACION

Una vez cumplidos los 4 d sin haber registrado flujo constante, inmediatamente se secciona el espécimen perpendicularmente a la cara sobre la cual se aplicó la presión de agua y se mide la profundidad promedio de penetración. El ensayo de tracción indirecta (véase la NTC 722 (ASTM C496)) es normalmente el método más adecuado para seccionar el espécimen. Una vez se ha determinado la profundidad promedio de penetración, es posible deducir el coeficiente de permeabilidad por medio de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{D^2 v}{2Th}$$

Donde:

- K = coeficiente de permeabilidad en m/s
- D = profundidad de penetración en m
- T = tiempo para penetrar la profundidad D en s
- h = cabeza de presión en m
- v = porosidad del concreto en ensayo determinada mediante la norma ASTM C-642.

Finalmente, se tiene:

| Determinación | Unidades | Permeabilidad | | |
|---------------------------------------|----------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|
| | | Bajo | Medio | Alto |
| Coefficiente de permeabilidad al agua | m/s | < 10 ⁻¹⁰ | 10 ⁻¹⁰ a 10 ⁻¹¹ | > 10 ⁻¹¹ |
| Profundidad de penetración | mm | < 30 | 30 a 60 | > 60 |

Tabla 1. Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración.

Ing. Hugo Cuba Benavente
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA
 C.P. 129389

RESULTADOS OBTENIDOS

| N° de muestra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| % DE SUSTITUYENTE | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| PENETRACION PROMEDIO | 132.50 mm | 226.00 mm | 303.00 mm | 300.00 mm | 300.00 mm |

Cuadro 1 Resumen de los resultados obtenidos.

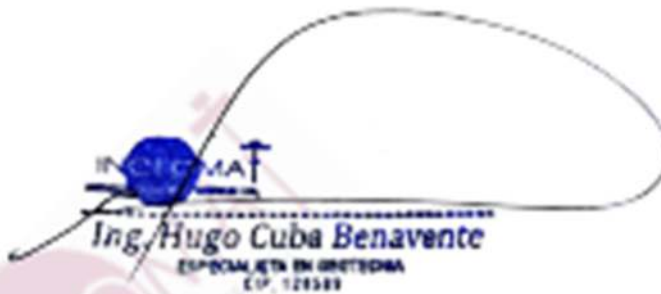
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados mostrados se concluye que, a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución de piedra pómez, la penetración incrementa. Desde una penetración parcial hasta una penetración total.

De acuerdo a la tabla N°01, propuesta por la NTC 4483, el coeficiente de penetración será superior a 10^{-10} (m/s). Incrementando a medida que se agrega mayor piedra pómez.

RECOMENDACIONES:

- Al momento de montar el equipo se deberá verificar las posibles fugas de agua.
- Se debe limpiar los bordes del recipiente, ya que ayudan a que la medición no presente resultados erróneos al ejercer la presión del aire.
- Al momento de realizar dicho ensayo se recomienda que este siempre limpio.



INGEOMA
Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN INGENIERIA
C.P. 121311

PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



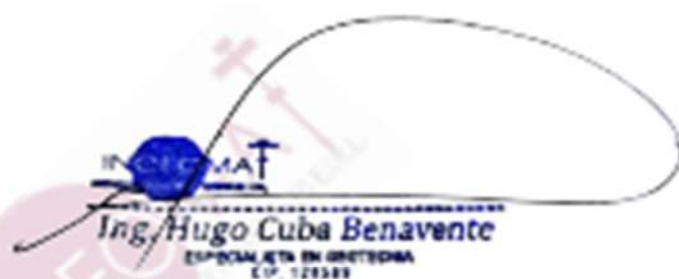
Fotografía 1 y Fotografía 2 Preparación de muestra y equipo para ensayo.



Fotografía 3 y Fotografía 4 Saturado de muestras y medición de longitud saturada.



MEMORIA DE CALCULO





CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Av. El Manicé C.3, San Lorenzo - Cuenca, Tl 984 27080, Clara 984 47627647, 8746 47697111, 84461447261980

DETERMINACION DE LA PERMEABILIDAD UNE - EN - 12390 - 8

SOLICITADO: Rev. Miter Mercedes Durán

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA SUSTITUCION DEL AGREGADO-GRUESO POR PIEDRA POMEZ EN LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA POR COMPRESION DEL CONCRETO 210 kg/cm², 2022

UBICACION: JUIZCO-CUBA

FECHA: DICIEMBRE, 2022

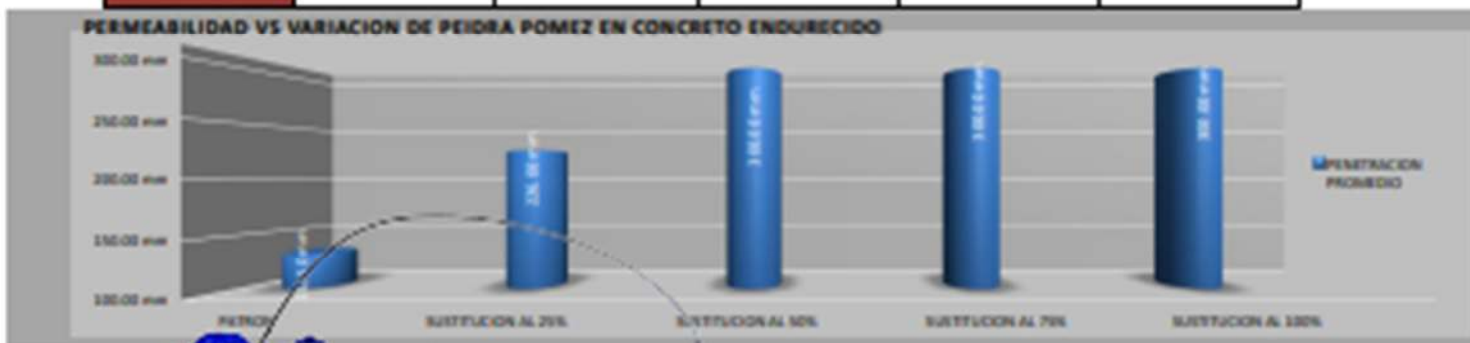
MUESTRA: CONCRETO FRESCO

P.A.: Ing. Hugo Cuba Benavente CP 121333

CEMENTO: Portland Puentes Tipo IP

ENDURECIMIENTO: LENTO

| N° de muestra | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | ENSAYO PARA NOTAR |
|----------------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|
| | PATRON (1) | PATRON (2) | SUBT 20% (1) | SUBT 20% (2) | SUBT 50% (1) | SUBT 50% (2) | SUBT 70% (1) | SUBT 70% (2) | SUBT 100% (1) | SUBT 100% (2) | |
| % DE SUSTITUYENTE | 0% | | 20% | | 50% | | 70% | | 100% | | TRACCION INDIRECTA |
| EDAD DE CURADO | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | |
| EDAD DE ENSAYO | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | 28 DIAS | | FECHA DE ENSAYO |
| RELACION A/C | 0.85 | | 0.85 | | 0.85 | | 0.85 | | 0.85 | | |
| TIEMPO DE ENSAYO | 72 HORAS | | 72 HORAS | | 72 HORAS | | 72 HORAS | | 72 HORAS | | |
| PENETRACION | 117 mm | 138 mm | 202 mm | 202 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm | 300 mm | 12/12/2022 |
| PENETRACION PROMEDIO | 152.50 mm | | 204.00 mm | | 300.00 mm | | 300.00 mm | | 300.00 mm | | |



INGEOMAT
Ing. Hugo Cuba Benavente
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
C.P. 121333

(Panel fotográfico del desarrollo en laboratorio donde salgan ustedes)



Figura 24 Recolección del Agregado de piedra pómez en cantera



Figura 25 Muestras de los agregados para ensayos de caracterización y diseño de mezcla



Figura 26 Lavado de material grueso para caracterización de materiales y diseño de mezcla



Figura 27
Determinación de peso suelto y compactado para diseño de mezcla



Figura 28 Ensayo para determinar contenido de humedad de los agregados



Figura 29 Colocando las muestras de los agregados en el horno para secado



Figura 30 Tamizado de los agregados fino, grueso y piedra pomez



Figura 31 Determinación de peso específico de los agregados fino, grueso y piedra pómez



Figura 32 Cuarteado de los agregados finos , gruesos y piedra pómez



Figura 33 Elaboración del as briquetas

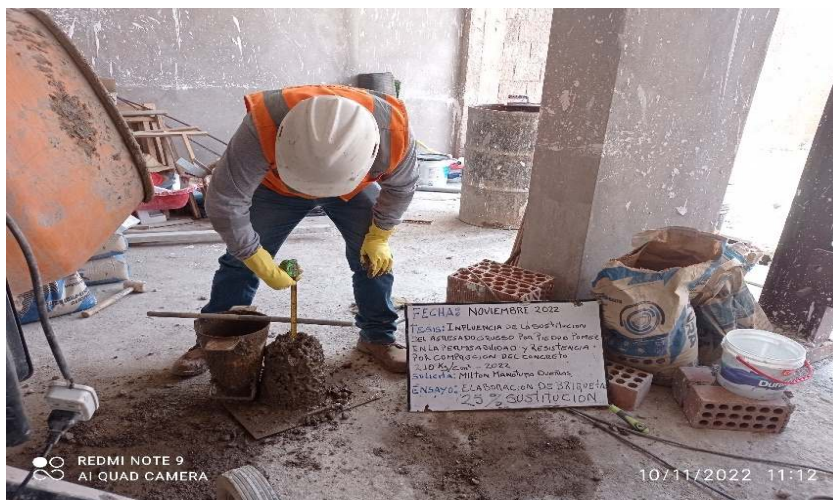


Figura 34 Control del slump en la elaboración de las briquetas



Figura 35 Ensayo para determinar el contenido de aire fresco

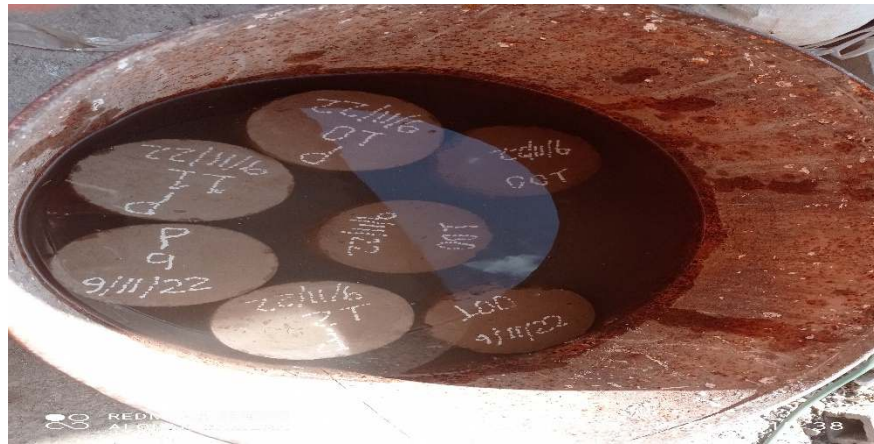


Figura 36 Curado de las muestras hasta 28 días



Figura 37 Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días

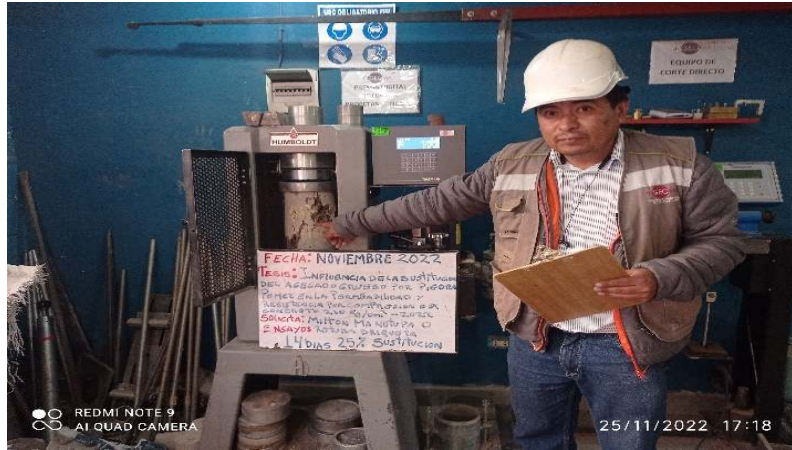


Figura 38 Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días



Figura 39 Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días



Figura 40 Ensayo de permeabilidad posteriores a los 28 días



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Influencia de sustitución del agregado grueso por piedra pómez en permeabilidad y resistencia por compresión del concreto 210 kg/cm², 2022", cuyo autor es MANOTUPA DUEÑAS MILTON, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Enero del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| ASCOY FLORES KEVIN ARTURO DNI: 46781063 ORCID: 0000-0003-2452-4805 | Firmado electrónicamente por: KASCOY el 22-01- 2023 23:44:56 |

Código documento Trilce: TRI - 0526443