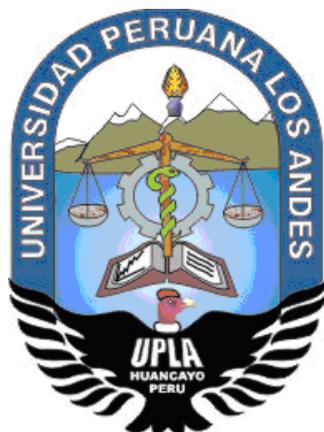


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS
EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL
CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO**

PRESENTADO POR:

Bach. SUÁREZ HUAPAYA, Patricia Elizabeth

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas tecnologías y procesos

Línea de Investigación del Programa de Estudios:

Gestión de tecnologías en proceso constructivo

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2019

ASESORES:

ASESOR TEMÁTICO:

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA

ASESOR METODOLÓGICO:

M SC. TIBER JOEL CANO CAMAYO

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi madre Lucy Elizabeth Huapaya Cáceres por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera y por creer en mi capacidad constante, por su apoyo, comprensión y aliento para seguir adelante y siempre ser perseverante.

La autora.

AGRADECIMIENTO

A mi universidad, Universidad Peruana Los Andes por ser parte fundamental de mi formación académica y profesional.

Al señor decano y asesores por haber compartido sus conocimientos a lo largo de esta preparación, por la paciencia y rectitud.

A mi novio porque es un excelente compañero de vida, por la paciencia, motivación, comprensión, por hacerme ver lo que soy capaz de lograr.

A mis abuelitos, tía y hermano por el apoyo incondicional y palabras alentadoras a lo largo de esta etapa.

Patricia.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

**DR. CASIO A. TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE**

**ING. ANSHIE J. WISMANN MANRIQUE
JURADO**

**ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**ING. JUSTO C. RODAS ROMERO
JURADO**

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE**

INDICE

| | |
|---|------|
| HOJA CON EL NOMBRE DEL ASESOR..... | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS | v |
| INDICE | vi |
| INDICE DE TABLAS | vii |
| INDICE DE FIGURAS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUCCIÓN | xiii |
| CAPITULO I | 15 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 15 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 15 |
| 1.2. Formulación y sistematización del problema | 17 |
| 1.2.1. Problema General..... | 17 |
| 1.2.2. Problemas Específicos..... | 17 |
| 1.3. Justificación | 17 |
| 1.3.1. Práctica..... | 17 |
| 1.3.2. Metodológica..... | 17 |
| 1.4. Delimitaciones..... | 18 |
| 1.4.1. Espacial | 18 |
| 1.4.2. Temporal..... | 18 |
| 1.4.3. Económica | 18 |
| 1.5. Limitaciones | 18 |
| 1.6. Objetivos | 19 |
| 1.6.1. Objetivo General | 19 |
| 1.6.2. Objetivos Específicos..... | 19 |
| CAPITULO II | 20 |
| MARCO TEORICO | 20 |
| 2.1. Antecedentes | 20 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 20 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 22 |
| 2.2. Marco conceptual..... | 26 |

| | |
|--|-----|
| 2.3. Hipótesis | 48 |
| 2.3.1. Hipótesis General | 48 |
| 2.3.2. Hipótesis Específicas | 48 |
| 2.4. Variables | 48 |
| 2.4.1. Definición conceptual de la variable | 48 |
| 2.4.2. Definición operacional de la variable | 49 |
| 2.4.3. Operacionalización de la variable | 51 |
| CAPITULO III | 53 |
| METODOLOGIA | 53 |
| 3.1. Método de investigación | 53 |
| 3.2. Tipo de investigación | 53 |
| 3.3. Nivel de Investigación | 53 |
| 3.4. Diseño de investigación | 54 |
| 3.5. Población y muestra..... | 54 |
| 3.5.1. Población | 54 |
| 3.5.2. Muestra | 54 |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 55 |
| 3.7. Procesamiento de la información | 56 |
| 3.8. Técnicas y análisis de datos | 87 |
| CAPITULO IV | 93 |
| RESULTADOS..... | 93 |
| CAPITULO V..... | 101 |
| DISCUSION DE RESULTADOS | 101 |
| CONCLUSIONES | 106 |
| RECOMENDACIONES | 108 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 109 |
| ANEXOS | 112 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ensayos de Laboratorio | 65 |
| Tabla 2. Masa de las muestras de campo | 66 |
| Tabla 3. Tamaño de la muestra de agregado | 67 |
| Tabla 4. Módulo de finura de la arena..... | 69 |
| Tabla 5. Peso mínimo de muestra de agregado grueso | 70 |
| Tabla 6. Cantidad mínima de muestra | 71 |
| Tabla 7. Peso mínimo de la muestra de ensayo | 73 |
| Tabla 8. Tolerancias permisibles..... | 77 |
| Tabla 9. Asentamientos recomendados para varios tipos de estructuras | 79 |
| Tabla 10. Cantidades de agua de mezclado | 79 |
| Tabla 11. Contenido de aire | 80 |
| Tabla 12. Relación agua / cemento del concreto | 80 |
| Tabla 13. Factor de cemento | 81 |
| Tabla 14. Peso agregado grueso | 81 |
| Tabla 15. Volúmenes absolutos..... | 81 |
| Tabla 16. Peso agregado fino | 82 |
| Tabla 17. Valores de diseño | 82 |
| Tabla 18. Corrección por humedad de agregados | 82 |
| Tabla 19. Pesos corregidos de materiales | 83 |
| Tabla 20. Peso de cada proporción por saco de cemento | 83 |
| Tabla 21. Trabajabilidad del concreto con agregados convencionales | 83 |
| Tabla 22. Trabajabilidad del concreto con agregados morrénicos | 84 |
| Tabla 23. Cálculo de volumen de exudación del concreto con agregados convencionales | 85 |
| Tabla 24. Cálculo de volumen de exudación del concreto con agregados morrénicos | 86 |
| Tabla 25. 1° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados convencionales | 87 |
| Tabla 26. 2° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados convencionales..... | 88 |
| Tabla 27. 1° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados morrénicos | 89 |
| Tabla 28. 2° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados morrénicos | 89 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 29. Cálculo de resistencia a la compresión del concreto con agregados convencionales | 90 |
| Tabla 30. Cálculo de resistencia a la compresión del concreto con agregados morrénicos | 91 |
| Tabla 31. 1° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregados convencionales..... | 94 |
| Tabla 32. 2° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregados convencionales..... | 94 |
| Tabla 33. 1° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregados morrénicos | 95 |
| Tabla 34. 2° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregados morrénicos | 95 |
| Tabla 35. Promedio de resistencia a la compresión del concreto con agregados convencionales | 96 |
| Tabla 36. Promedio de resistencia a la compresión del concreto con agregados morrénicos | 97 |
| Tabla 37. Resultados de la granulometría del agregado grueso..... | 99 |
| Tabla 38. Resultados de la granulometría del agregado fino..... | 100 |
| Tabla 39. Comparación de resultados de asentamiento (slump) | 101 |
| Tabla 40. Comparación de resultados de exudación del concreto..... | 102 |
| Tabla 41. Diferencia de resultados de exudación | 103 |
| Tabla 42. Comparación de resultados de tiempo de fraguado..... | 104 |
| Tabla 43. Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregados convencionales | 105 |
| Tabla 44. Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregados morrénicos | 106 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Localización de la Investigación..... | 19 |
| Figura 2. Cantera de estudio de agregados convencionales y morrénicos | 19 |
| Figura 3. Esquema con posprueba únicamente y grupos intactos..... | 56 |
| Figura 4. Contenido de humedad del agregado grueso | 59 |
| Figura 5. Contenido de humedad del agregado fino | 59 |
| Figura 6. Granulometría del agregado fino | 60 |
| Figura 7. Granulometría del agregado grueso | 61 |
| Figura 8. Peso unitario del agregado grueso | 61 |
| Figura 9. Peso unitario del agregado fino | 62 |
| Figura 10. Peso específico y absorción del agregado grueso..... | 62 |
| Figura 11. Peso específico y absorción del agregado fino..... | 63 |
| Figura 12. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos | 63 |
| Figura 13. Estándares de calidad del agua..... | 78 |
| Figura 14. Asentamiento del concreto con agregados convencionales | 92 |
| Figura 15. Asentamiento del concreto con agregados morrénicos | 93 |
| Figura 16. Volumen de agua exudada del concreto con agregados convencionales | 93 |
| Figura 17. Volumen de agua exudada del concreto con agregados morrénicos | 94 |
| Figura 18. Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregados convencionales | 105 |
| Figura 19. Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregados morrénicos | 106 |

RESUMEN

La presente investigación respondió al problema general siguiente: ¿Cuál es la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro?, el objetivo general fue: Determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro y la hipótesis general que se verificó fue: Los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro.

El método general de investigación fue el Método Científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de la investigación fue explicativo y el diseño fue experimental. La población estuvo constituida por las mezclas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y la muestra estuvo constituida por la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados convencionales y otra con agregados morrénicos.

Se concluyó que los agregados morrénicos influyen en las propiedades físico mecánicas del concreto, ya que al sustituir estos agregados con la misma proporción que los agregados convencionales se produjo un aumento de la resistencia

Palabras claves: Resistencia a la compresión, agregados morrénicos, diseño de mezcla, propiedades físicas y mecánicas.

ABSTRACT

The present research responds to the next general problem: Which is the influence of the morrenic aggregates in the physical mechanical properties of concrete in the Valle del Mantaro?, The general objective was: To determine the influence of morrenic aggregates on the physical mechanical properties of concrete in the Valle del Mantaro and the general hypothesis that was verified was the morrenic aggregates positively influence physical properties mechanical of concrete in the Valle del Mantaro.

The general research method was scientific, the type of research was applied, the level of research was explanatory and the design was experimental the population was constituted by the mixtures of concrete $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ and the sample was consisting of the concrete mixture $f'c = 210 \text{ kg/cm}$ with aggregates conventional and another with morrenic aggregates.

It was concluded that morrenic aggregates influence physical properties mechanical of the concrete, as to replace these aggregates with the same proportion that conventional aggregates occurred an increase in the resistance.

Keywords: Compressive strength, morrenic aggregates, mixture design, physical and mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil y lo relacionado a ella como los insumos necesarios para la construcción, han evolucionado y mejorado en el tiempo a finales del siglo XX como también la forma de extracción de materia prima para todo tipo de obra civil. En la actualidad, se pone de manifiesto estas propuestas de concretos sostenibles y materiales elaborados y mejorados.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto para lo cual se realizaron ensayos de calidad del concreto. Se caracterizó en comparación los agregados morrénicos con los agregados convencionales en la composición genérica del concreto para un diseño de mezcla dable, se elaboraron probetas de concreto con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ensayándose a diferentes edades.

Presentamos esta investigación con un resultado ya obtenido que busca incentivar el uso de agregados morrénicos para la elaboración de mezclas de concreto, como una alternativa de agregado y así utilizarlo desde su lugar de formación o residuo del talud que se corta para la construcción de una carretera o ya sea desde la propia cantera. Por ello es importante conocer los resultados para plantear una sustitución de agregados convencionales que sea igual de eficiente en la construcción de obras civiles, con el propósito de no afectar y explotar las canteras del Valle del Mantaro.

La presente investigación consta de cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo I, desarrolla el problema general y problemas específicos, así como las justificaciones del problema. Se limitó el problema geográficamente, asimismo se plantearon los objetivos de la investigación.

Capítulo II, presentación del marco teórico constituido por los antecedentes de la investigación, marco conceptual, normatividad y definición de términos. Se planteó la hipótesis general como también las hipótesis específicas y se dieron a conocer las variables tanto independientes como dependientes.

Capítulo III, desarrolla la metodología de la investigación, mencionando el método, nivel, tipo y diseño de investigación. También se constituyó la población y muestra, técnicas de recopilación de datos y el procesamiento de la investigación también es parte de este capítulo.

Capítulo IV, presentación de resultados.

Capítulo V, se discuten los resultados de la investigación.

Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

Bach. Patricia Elizabeth Suárez Huapaya.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La importancia que han adquirido los agregados convencionales a través de la historia los ha colocado como un material indispensable en la industria de la construcción y dominantes en cuanto a cantidades de comercialización se refiere a nivel mundial. Los agregados son un material que posee muchas características idóneas que hacen que mucha gente lo prefiera para construir, se encuentren en el clima que sea. Sin embargo, estos agregados no cumplen simultáneamente todas las propiedades requeridas para ser catalogado como agregados de calidad, ya que dependen mucho del lugar de extracción. Es por ello que se ve la necesidad de sustituir ciertos materiales para que los agregados puedan mejorar dichas propiedades.

En Europa por ejemplo utilizan los agregados morrénicos como agregados convencionales que aportan a la ejecución de una obra civil, ya que cuentan con este recurso en cantidad. Cisternas (2016), en su trabajo de investigación titulada: Colonización de morrenas en glaciar moscos; a nivel

de tesis, nos dice que los agregados morrénicos empleados cumplen la misma función que los agregados convencionales extraídos de cantera obteniendo una resistencia correcta.

En Perú la necesidad de tener obras civiles seguras y económicas ha permitido que la siguiente Norma Técnica Peruana NTP 400.037 – Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, tenga el propósito de estandarizar el proceso de elaboración de los materiales que se usan con frecuencia.

Nuestra región se encuentra ubicada en la Zona 03 de acciones sísmicas en el Perú, por ello es de vital importancia construir edificaciones resistentes, que cumplan con estándares estructurales desde la base e inicio de la ejecución del proyecto. Evitando de esta manera futuros colapsos por problemas estructurales a esto sumado posibles sismos que puedan presentarse en la región. Las nuevas edificaciones incorporan diferentes insumos para garantizar y prevenir, comportamientos anómalos, dichos insumos son la utilización de nuevas técnicas, en este caso los agregados morrénicos.

La presente tesis pretende incorporar agregados morrénicos como el insumo principal de la base genérica del concreto ya que contiene la misma composición; cemento, agua y dichos estos mencionados, esto con el fin de obtener un concreto con mejores resultados que correspondan con lo estipulado en la Norma del Reglamento Nacional de Edificaciones E060 - Concreto armado y de esta manera poder convertirse en un material de construcción alternativo, que harán las edificaciones más seguras. La manera incorrecta de utilizar los agregados morrénicos, sin el conocimiento de sus características físicas, químicas y mecánicas hace que se elaboren concretos con menor resistencia y durabilidad en obras civiles, con la finalidad de que las propiedades físico mecánicas del concreto no se vean afectadas, para lo cual es necesario realizar ensayos de laboratorio para establecer el cumplimiento de la normatividad y analizar con que diseño de mezcla pueden ser utilizados en la fabricación de concreto simple y/o armado

cumpliendo lo que estipula el Manual de Ensayos de Materiales de mayo de 2016.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el resultado del análisis granulométrico de los agregados morrénicos para el diseño de mezcla del concreto?
- b) ¿De qué manera los agregados morrénicos influyen en las propiedades físicas del concreto?
- c) ¿De qué manera los agregados morrénicos influyen en las propiedades mecánicas del concreto?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica

En la presencia práctica, gracias a los resultados que emitirá esta investigación se beneficiarán todas aquellas personas que se encuentran en el rubro de la construcción ya que les permitirá considerar la variación que otorgó los agregados morrénicos en la base genérica del concreto hacia el fin de mejorarlo, siendo notorio en las propiedades físico mecánicas del concreto. Las propiedades físicas estudiadas en esta investigación fueron trabajabilidad, consistencia y exudación y como propiedad mecánica, la resistencia a la compresión ya que son las más relevantes permitiendo demostrar la durabilidad del concreto y la vida útil de dicha obra civil.

1.3.2. Metodológica

La presente investigación posee un determinado orden como es la aplicación, seguimiento, evaluación y establecimiento de pasos que rigen la elaboración de un diseño de mezcla de concreto tradicional patrón como una mezcla experimental con la sustitución de los agregados convencionales por los agregados morrénicos por lo que se propone una metodología para el uso de este material en la base genérica del concreto e identificar la influencia que ocasionó en las propiedades físico mecánicas de este. Es evidente que la aplicación de los instrumentos de investigación va a servir para recopilar datos, con los cuales se puede ser extensivo para otros proyectos de investigación que vean este método de composición dable.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación Espacial

La presente investigación se realizó en la Cantera de Pilcomayo, Sector Miraflores – Villa Mantaro, Distrito de Pilcomayo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

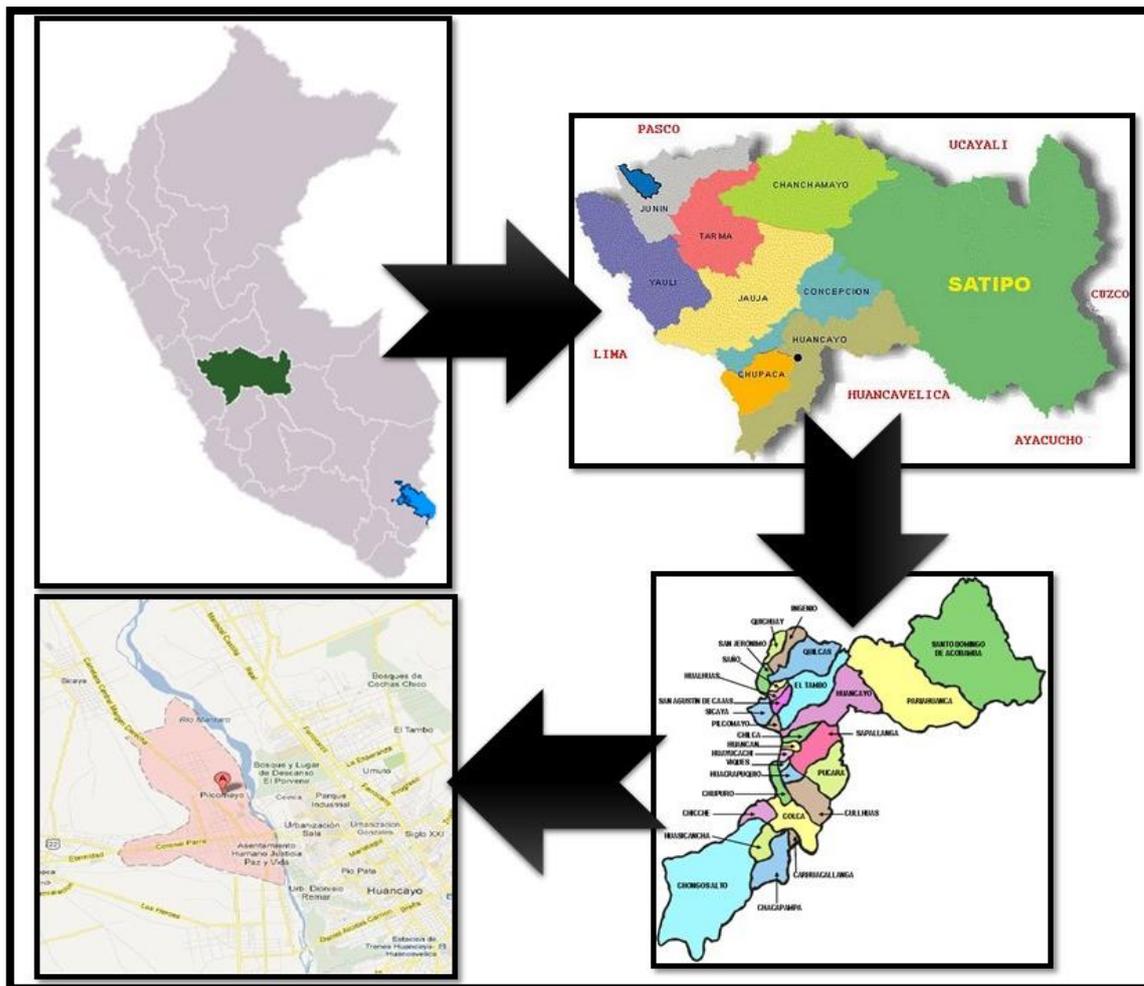


Figura 1. Localización de la Investigación
 FUENTE: Google Maps



Figura 2. Cantera de estudio de agregados convencionales y morrénicos
 FUENTE: Imagen Propia

1.4.2. Delimitación Temporal

La presente investigación se delimitó al período de cinco meses de investigación comprendido desde abril de 2019 hasta agosto de 2019.

1.4.3. Delimitación Económica

La presente investigación fue autofinanciada, en lo concerniente a la obtención de materiales, elaboración de ensayos para analizar la influencia de agregados en el diseño de mezcla para las propiedades del concreto.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Tecnológica

Debido a la falta de laboratorio, técnicos especializados y experiencia profesional en tecnología del concreto que realicen todos los ensayos normados que se requieren para cada propiedad física y mecánica del concreto en el Valle del Mantaro, se consideró realizar los ensayos con suma supervisión ya que podrían verse alteradas las condiciones de vaciado y presentar varianzas en la precisión de equipos.

1.5.2. Económica

La inexistencia de información sobre agregados morrénicos en una mezcla de concreto llevó a que el costo de ensayos sea elevado, no se genera investigación respecto a esta área, a pesar de que el corte de talud de muchas obras civiles como son las carreteras van en aumento.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a) Verificar el resultado del análisis granulométrico de los agregados morrénicos para el diseño de mezcla del concreto.

- b) Determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físicas del concreto.

- c) Determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades mecánicas del concreto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) Cisternas (2016), en su trabajo de graduación titulado “*Colonización de morrenas en glaciario Moscos, Región de Aysén, Chile*”, para conferírsele el título de ingeniero civil, en la Universidad Austral de Chile.

La presente investigación tuvo como objetivo analizar el período que va desde la deglaciación hasta el inicio del proceso de colonización arbóreo. En el fechado de morrenas por anillos de crecimiento, la fecha de germinación de los árboles más viejos proporciona una estimación mínima de la formación de morrenas. Una adecuada estimación de la fecha de formación de morrenas se puede lograr al sumar los años de la écesis a la edad del árbol más longevo encontrado.

El tesista concluye que este valor de écesis es una estimación del tiempo transcurrido entre la deglaciación (o formación y estabilización de la morrena) y la germinación del primer árbol sobreviviente y muestreado. Diversos estudios señalan que estos procesos de avances y retrocesos de los glaciares serían sincrónicos (Luckman y Villalba, 2001), y que estos eventos habrían sido a escala regional. Por tanto, el proceso de formación de morrenas respondería a patrones comunes que se repiten en distintos glaciares de Campos de Hielo. Sin embargo, la edad de formación de morrenas derivada de la edad de los árboles más antiguos, generalmente está subestimando su verdadera edad porque, y tal como ya se ha establecido en este trabajo, los árboles tienen diferentes períodos de écesis. Además, cada registro de morrena revela sólo el punto cuando el máximo de avance glacial comenzó a retroceder; estos registros no indican cuando el avance comenzó.

b) Abad (2016), en su trabajo de graduación titulado “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de concretos autocompactantes de altas prestaciones con la inclusión de fibras de plásticas normalizadas y recicladas”, para conferírsele el título de ingeniero civil, en la Universidad de Cuenca, Ecuador.

La presente investigación tiene como finalidad la añadidura de fibras plásticas recicladas y normalizadas a la evaluación y comparación de las propiedades físicas y mecánicas en base a la calidad del concreto en estado fresco y endurecido, esta tesis se enfoca en obtener la dosificación de un mejor comportamiento de acuerdo a las propiedades mencionadas. Se empleó un diseño de proyectos como herramienta para generar una dosificación sin fibras, a partir de un concreto de alta resistencia, siendo la variación la relación a/c y la cantidad de aditivo de la dosificación.

El tesista concluyo que, del ensayo de módulo de ruptura en las probetas prismáticas tipo viguetas, se observó que solo dos mezclas

superaron el valor del módulo de ruptura de la mezcla base y estas mezclas ya conformadas, la primera por 2.25 kg de fibra comercial por metro cúbico de concreto, y la segunda conformada por 2.25 kg de fibra reciclada por metro cubico de concreto, alcanzaron 67 kg/cm². El menor valor de módulo de ruptura pertenece a la mezcla conformada por 2.25 kg. de fibra reciclada por metro cubico de concreto, alcanzaron 67 kg/vm². El menor valor de módulo de ruptura pertenece a la mezcla conformada por 2.25 kg de fibra comercial y 2.25 kg de fibra reciclada por metro cúbico, siendo igual a 61 kg/cm². La diferencia más notoria se dio entre las viguetas de mezcla y las viguetas con inclusión de fibras, ya que la primera se partía en dos partes separadas y la segunda permanecían en un solo bloque, a pesar de que la grieta era profunda y perimetral.

c) Morales (2015), en su trabajo de graduación titulado “Estudio de concretos de alta durabilidad”, para conferírsele el título de ingeniero civil, en la Universidad Autónoma de México.

La presente investigación tiene la finalidad determinar las propiedades mecánicas de seis dosificaciones de concreto, entre sus resultados presentó ensayos de revenimiento con un rango de 0.3 a 2.9 cm. sin aditivo hiperfluidificante y de 10 a 22 cm. con aditivo hiperfluidificante, esta tesis concluye en que el peso volumétrico disminuyó y el contenido de aire aumentó con la añadidura de la sílice y aun así la diferencia no fue significativa ya que la resistencia alcanzada a los 28 días con un 5% de sílice fue más de lo esperada. Este concreto presentó una permeabilidad muy baja y su resistencia al ataque de sulfatos aumenta de acuerdo al porcentaje del adicionante mineral en la mezcla del concreto.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Contreras (2014), en su trabajo de graduación titulado “*Influencia de la forma y textura del agregado grueso de la cantera Olano en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Jaén – Cajamarca*”, para conferírsele el título de ingeniero civil, en la Universidad Nacional de Cajamarca.

La presente investigación tiene la finalidad el determinar la influencia de la forma y textura del agregado grueso en la consistencia y resistencia a la compresión del concreto, haciendo énfasis en la comparación de consistencias y resistencias a la compresión del concreto, el material a utilizarse es el agregado grueso en dos de sus diferentes perfiles. Esta tesis concluye que la piedra chancada posee una forma angular y una textura áspera, al contrario, las gravas una forma redonda y una textura lisa y el agregado grueso perteneciente a la composición genérica del concreto es el que posee más presencia.

- b) Olarte (2017), en su trabajo de graduación titulado “*Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles*”, para conferírsele el título de ingeniero civil, en la Universidad Tecnológica de los Andes – Abancay.

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia del estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas en la construcción de obras civiles. La presente investigación consistió en acudir a las minas decididas y extraer material pétreo para la realización de sus ensayos respectivos y obtener resultados de sus propiedades mecánicas.

Se empleó el método hipotético deductivo y fue de diseño no experimental y como resultados se obtuvo dosificaciones de concreto de diferentes resistencias; utilizando agregados pétreos de las canteras que se detallan a continuación: Los bancos en estudio se escogieron debido a su importancia referente a su ubicación geográfica y volumen de extracción. El tesista concluyó que la curva granulométrica del agregado grueso de la Cantera Altamarino no se encuentra dentro del límite establecido según normativa son partículas un tanto gruesas uniformes no se cuenta con graduación del material.

c) Andia (2019), en su trabajo de graduación titulado *“Estudio Evaluación geotécnica del agregado morrénico y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto – Sapallanga - Huancayo”*, para conferírsele el grado de magíster, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima.

La presente investigación tiene como objetivo determinar las características geotécnicas de los agregados morrénicos de cantera y su influencia en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto en Sapallanga, Provincia de Huancayo – Región Junín – 2018.

La presente investigación pretende caracterizar geotécnicamente el agregado morrénico, basándose en ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas de los agregados como el contenido de humedad, peso específico, absorción, peso unitario suelto, peso unitario compactado, etc. El tesista concluyó que las canteras que tenemos presentan agregados morrénicos en diferentes grados de meteorización, algunos levemente meteorizados, otros medianamente meteorizados y otros altamente meteorizados, se cumple con realizar un diseño de mezcla teórico en el que solo se realizan ensayos tales como: granulometría, pesos específicos de los agregados, peso unitario suelto, peso unitario compactado, absorción, con estos resultados se procede a realizar el diseño de mezcla teórico

en donde nos dan resultados de dosificación de los agregados, agua y cemento. Sin embargo, el diseño práctico para la verificación de estos resultados prácticamente no se realiza. El problema se ve reflejado cuando se realizan los ensayos de compresión de las probetas es ahí donde muchas veces no se llegan a la resistencia de diseño teniendo para ello muchas causas que pueden ser: agregado no competente, dosificación en obra distinta a la de diseño, mala preparación de las probetas, etc.

d) Paredes (2015), en su trabajo de graduación titulado *“Evaluación de la calidad del concreto hidráulico usando agregado fino marginal en el proyecto rehabilitación y mejoramiento de la carretera Imperial – Pampas”*, para conferírsele el título de ingeniero civil, en la Universidad Ricardo Palma – Lima.

La presente investigación tuvo como finalidad diseñar un concreto hidráulico de calidad empleando agregado fino para amortizar los parámetros de resistencia y durabilidad del concreto, se ejecutó diferentes ensayos de laboratorio para probar la durabilidad como el ensayo de valor de azul de metileno y el ensayo de análisis petrográfico macroscópico y microscópico en agregados para concreto, dio como respuesta que la arena no posee componentes activos en su composición, es decir que ante condiciones del ambiente, no se expanden ni se contraen. El tesista concluyó que el material principal de la composición del agregado es la caliza, siendo materia prima del cemento y a la vez proporciona resistencia al concreto. (Paredes, 2015)

e) Pérez (2014), en su trabajo de graduación titulado “*Diseño de mezclas de concreto de alta resistencia*”, para conferírsele el título de ingeniero civil, en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – Cusco.

La presente investigación tiene como finalidad la obtención de diseños de mezcla de concreto de alta resistencia como 280 kg/cm², 350 kg/cm² y 420 kg/cm², estos rangos varían de acuerdo al medio donde son empleados, esta tesis concluye en dar a conocer estas resistencias a nivel mundial en todo aspecto de la ingeniería y construcción y no solo en países del primer mundo, pues solo se utilizan en estructuras especiales con concretos de alta resistencia, pero no comunes en la ingeniería.

El tesista concluye que, al realizar mezclas, la primera mezcla se realizó tomando en cuenta el diseño patrón, establecido por el American Concrete Institute (ACI). Para luego ver el comportamiento de las posteriores mezclas, las cuales incluyen aditivos químicos, dichos aditivos reducen la cantidad de agua de mezcla en hasta un 30%, lo cual se ve reflejado en ganancia de resistencia para el diseño, por presentar mayor contenido de cemento, así mismo dichos químicos ayudan al mantenimiento de la trabajabilidad del concreto, propiedad que le brinda un mejor performance.

2.2. Marco conceptual

CONCRETO

Según Mellado (2017) define como: “Un material muy utilizado en las obras que se ejecutan en nuestro medio para construir la estructura de una edificación.” (p.17)

Según Abanto (1996): “El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades fijadas, especialmente la resistencia”. (p.11)

Según Riva (1992) señala: El concreto de cemento portland es uno de los más usados y el más versátiles de los materiales de construcción. Esta versatilidad permite su utilización en todo tipo de formas estructurales, así como en los climas más variados. En la práctica, las principales limitaciones del concreto están dadas no por el material sino por quien debe utilizarlo. (p.1)

Según Pasquel (1992) define: El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (p.38)

Estos autores definen el concreto como una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. El agua y el cemento reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO

Autores como Mellado (2017), indica que son caracteres básicos del concreto los siguientes:

- Elevada resistencia a la compresión lo que le hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.
- La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.
- Elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua.
- El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción, esto hace difícil su uso en elementos estructurales que están sometidos a tracción por completo o en parte de secciones transversales como vigas u otros elementos sometidos a flexión.

- Con frecuencia el concreto se prepara en el sitio en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es decir el control de calidad no es tan bueno.

CONCRETO SIMPLE

Según Mellado (2017), define: “Mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta del cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.”

CONCRETO ARMADO

Según Mellado (2017), define: “Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.”

CONCRETO ESTRUCTURAL

Según Mellado (2017), define: “Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado; de acuerdo a las especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.”

CONCRETO CICLÓPEO

Según Mellado (2017), define: “Se denomina así al concreto simple que se encuentra complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10”, cubriendo hasta el 30% como máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.”

CONCRETO PESADO

Según Mellado (2017), indica: “Son preparados utilizando agregados pesados y su peso unitario va entre 2800 a 6000 kg/m³. La aplicación principal de los concretos pesados la constituye la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares, también se utilizan en paredes de bóveda y cajas fuertes, en pisos industriales y en la fabricación de contenedores para desechos radiactivos.”

CONCRETO PREMEZCLADO

Según Mellado (2017), define: “Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.”

CONCRETO PREFABRICADO

Según Mellado (2017), indica: “Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.”

CONCRETO BOMBEADO

Según Mellado (2017), indica: “Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final.”

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

Neville (2013) refiere que las características pasajeras que tiene el concreto en estado fresco influye en las características del concreto en estado endurecido, por tanto, es de mucha importancia que la consistencia de la mezcla se pueda transportar, colocar, compactar y acabar con suficiente facilidad y sin segregación.

TRABAJABILIDAD

Según Pasquel (1992) define: El proporcionamiento de las mezclas de concreto debe producir un concreto que tenga trabajabilidad, consistencia y plasticidad adecuada que permita que el concreto sea puesto en su lugar final sin que la mezcla tenga segregación ni exudación excesiva.

“La trabajabilidad es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones y no existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia.”

CONSISTENCIA

Según Abanto (2017) define la consistencia como:

La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de una mezcla de concreto y la resistencia que opone dicha mezcla en estado fresco a sufrir deformaciones antes del inicio de fraguado, el ensayo por el cual se determina la consistencia de una mezcla, está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla dependiendo principalmente de la cantidad de agua usada. La NTP 339.035 establece el método correspondiente del procedimiento del ensayo para la medición del asentamiento del concreto en estado fresco.

SEGREGACIÓN

Según Neville (2013) define la segregación como:

Según la segregación es una característica del concreto en estado fresco que consiste en la separación de los componentes de la mezcla heterogénea que forma una distribución no uniforme de la mezcla, siendo este fenómeno perjudicial para el concreto, ya que lo que se busca de una mezcla es que sea cohesiva, mas no que se segreguen sus materiales.

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz. (p.139)

EXUDACIÓN

Según Kosmatka (2004) indica:

La exudación se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos, este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha ido colocado en el encofrado. La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos y de la temperatura en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación. La exudación es perjudicial para el concreto, pues como consecuencia de este fenómeno la superficie de contacto durante la colocación de una capa sobre otra puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua – cemento en esta zona. La exudación se puede medir a través de un ensayo definido por la ASTM C – 232.

CONTRACCIÓN

Según Kosmatka (2004) indica:

Es la propiedad en la que el concreto se contrae formando fisuras que con frecuencia genera problemas. Existen tipos de contracción:

Contracción intrínseca: Contracción del concreto debido a un volumen de agua que la mezcla pierde en la exudación y es irreversible.

Contracción inherente o contracción por secado: Ocurre generalmente en la pasta y genera la mayoría de fisuraciones y ocurre en el estado plástico al permitir la pérdida de agua logrando alterar los volúmenes de concreto al contraerse. Este tipo de contracción se puede revertir si se coloca la cantidad de agua perdida.

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Neville (2013) refiere que las características que posee el concreto en estado endurecido influye en las características del concreto en estado fresco.

RESISTENCIA

Esta propiedad según explica Silva (2017), no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión, se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra antes de fallar por compresión (agrietamiento y rotura).

Es la capacidad de resistir a las cargas y esfuerzos ya sean a compresión o flexión, siendo el mejor comportamiento del concreto al estar sometido a compresión en comparación a la flexión debido a su poca elasticidad.

Las propiedades del concreto en estado fresco determinan la resistencia a la compresión futura del concreto, en consecuencia, de cómo esas propiedades suceden o se manipulan.

Existen más factores que intervienen en la resistencia final del concreto como la temperatura y el tiempo de fragua de la mezcla de concreto obteniendo como resultado final un valor de resistencia.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma E060 Concreto armado, en el artículo 21.3.2.1, se especifica lo siguiente “La resistencia a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que 21 MPa” (p.181). Este artículo se aplica para elementos de concreto sometidos a fuerzas de sismo en donde se debe tener en cuenta este parámetro como el F'_c mínimo para un concreto estructural.

DURABILIDAD

Esta propiedad según explica Abanto (2017), la durabilidad está definida al concreto que debe ser capaz de resistir a la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

Los agentes químicos como ácidos inorgánicos desintegran o dañan el concreto, cuando puede ocurrir contacto entre estos agentes y el concreto, se debe proteger el concreto con un revestimiento resistente; para lograr resistencia a los sulfatos se debe usar cemento Portland tipo V. L resistencia al desgaste, por lo general, se logra con un concreto denso, de alta resistencia, hechos con agregados duros.

El proporcionamiento de las mezclas no solo debe satisfacer los requisitos de resistencia, sino también asegurar una durabilidad adecuada para los diversos estados de exposición del concreto, manteniendo su resistencia y utilidad requeridas durante el tiempo en servicio especificado, siendo capaz de soportar el deterioro al cual se puede esperar que vaya a estar expuesto.

CEMENTO

El cemento es un material en polvo que se expande al contacto con el agua, une partículas y llena espacios vacíos generando resistencia mecánica al hidratarse. El cemento se obtiene a través de la molienda del clinker, sulfato de calcio y compuestos esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y en algunos casos se le adicional caliza durante la molienda, es el material más utilizado en el sector construcción, debido a sus propiedades y la resistencia mecánica que genera al hidratarse adhiriéndose con otras partículas en el concreto.

Existen diferentes tipos de cemento y se seleccionan dependiendo de su uso posterior en el concreto, la exposición que va a tener, clima, las condiciones de vaciado, entre otros.

CEMENTO TIPO I

Es el tipo de cemento más común, se caracteriza por ser de uso general y ser el más comercializado. Este tipo de cemento se utilizó en las pruebas de concreto de esta investigación por ser el más usado en la ciudad de Huancayo para vaciados de elementos estructurales en edificaciones e incluso en acabados de los mismos.

CEMENTO TIPO II

De resistencia moderada a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en la construcción de estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.

CEMENTO TIPO III

Resistencia rápida con alto calor de hidratación. Generalmente utilizado en climas fríos o cuando se necesite adelantar el uso o desencofrado de la estructura.

CEMENTO TIPO IV

De bajo calor de hidratación y para concretos masivos.

CEMENTO TIPO V

De alta resistencia a los sulfatos y para ambientes muy agresivos.

AGREGADOS PARA EL CONCRETO

El tipo y la calidad del agregado utilizado en el concreto tienen una importancia significativa la cual no puede pasar desapercibida, el agregado fino consiste en arena natural extraída de canteras o se puede extraer de ríos, lagos o lechos marinos, el agregado grueso es generalmente el producto del proceso de la piedra que pasa por trituradoras estas pueden ser roca de cantera, roca redondeada o gravas grandes.

Los agregados frecuentemente se gradan ya sea en la cantera o en el lugar de despacho, por eso se puede esperar alguna variación en el tipo, calidad limpieza, granulometría y otras propiedades. Los agregados deben cumplir con ciertas normas para su uso en ingeniería dependiendo el lugar donde se esté realizando los diseños de mezcla o preparación del concreto, sobre todo las partículas de los agregados deben ser limpias, duras, libres de productos químicos y arcilla que pueda afectar la adherencia a la pasta de cemento.

Dependiendo el tipo de concreto que se requiera se seleccionara los tipos de agregados a utilizar el uso de arena y grava como de escoria de altos hornos enfriada por aire genera concretos frescos de peso normal, sin embargo, si las

necesidades requieren que el concreto sea de tipo ligero o pesado se utilizara otros tipos de agregados cumpliendo las diferentes normas para cada tipo
Para la elaboración del concreto se utiliza los siguientes tipos de agregados los cuales pueden son:

AGREGADOS FINOS

Según Gutiérrez (2003) menciona que: “Los agregados finos son el material que pasa el tamiz 3/8” y queda retenido en el tamiz N° 200.” Este agregado está en base de arenas naturales, arenas manufacturadas o alguna combinación de ellas.

AGREGADOS GRUESOS

Según Gutiérrez (2003) menciona que: “Los agregados gruesos son el material que es retenido en el tamiz N° 4.” El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos.

AGREGADOS MORRÉNICOS

Según Hoyos (2001) menciona que: “Es un depósito de material depositado por la acción de un glaciar, formado por una mezcla desordenada de materiales cuyas partículas presentan tamaños desde micrómetros hasta metros.” En su concepción más simple, los agregados morrénicos son materiales áridos que se encuentran sedimentados en el glaciar.

Así también dice ya el referido Pastor (2016), se debe de considerar el tipo de material morrénico del que viene el agregado, teniéndose:

AGREGADOS MORRÉNICOS CENTRALES

Según Pastor (2016), menciona que: “El depósito de los agregados morrénicos centrales se encuentra al unir los agregados morrénicos laterales, en la confluencia de dos glaciares en el mismo valle.”

AGREGADOS MORRÉNICOS FRONTALES

Según Pastor (2016), menciona que: “El depósito de los agregados morrénicos frontales se encuentra en la zona de deshielo del glaciar.”

AGREGADOS MORRÉNICOS LATERALES

Según Pastor (2016), menciona que: “El depósito de los agregados morrénicos laterales se encuentra a las orillas del lecho del glaciar.”

AGREGADOS MORRÉNICOS DE FONDO

Según Pastor (2016), menciona que: “El depósito de los agregados morrénicos de fondo se encuentra bajo el hielo, en relación con el sustrato del glaciar.”

CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

Los agregados para poder ser utilizados en las mezclas de concretos preparadas dentro del territorio Nacional deben cumplir con las Normas Técnicas Peruanas vigentes, aunque también se puede utilizar agregados que no cumplan estos requisitos, pero teniendo en consideración que el constructor debe demostrar que el uso de estos agregados genere concreto de la resistencia y durabilidad requerida.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, E060 Concreto armado, en el artículo 3.3.1, menciona “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”. (p.117)

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

DENSIDAD

Según Bosch (2013) menciona que: “La densidad de los agregados principalmente es importante para los casos para el que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario, las densidades mínimas dan a conocer que el material es débil y poroso y de una alta absorción.”

POROSIDAD

Según Bosch (2013) menciona que: “La porosidad es el espacio de la partícula del agregado, es una de las propiedades más importantes de este por su influencia en otras propiedades ya que afecta la estabilidad química,

propiedades mecánicas, propiedades físicas, gravedad específica, permeabilidad y absorción del agregado.”

PESO UNITARIO

Según Bosch (2013) menciona que: “El peso unitario es el resultado de la división del peso de las partículas entre el volumen total, al añadir espacios se tiene como resultado un valor significativo de pesos a volúmenes o viceversa.”

HUMEDAD

Según Bosch (2013) menciona que: “La humedad es la cantidad de agua superficial que es retenida por una partícula, se determina de acuerdo a la mayor o menor cantidad de agua necesaria en una mezcla.”

RESISTENCIA

Según Bosch (2013) menciona que: “Lo correcto es que la resistencia de los agregados sea mayor a la resistencia del concreto, pues la composición genérica del concreto será débil.”

PORCENTAJE DE VACÍOS

Según Bosch (2013) menciona que: “El porcentaje de vacíos es el volumen de espacios entre las partículas de agregados, esto depende a como se adecuan dichas partículas, se expresa en porcentaje.”

DUREZA

Según Bosch (2013) menciona que: “La dureza es la resistencia al desgaste, erosión y abrasión de un agregado.”

GRANULOMETRIA

Según Albarracín (2017) indica que: “La granulometría es una condición de funcionalidad de agregados, esta se concibe como la distribución de tamaños de las partículas según los tamices correctos.”

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas dentro de la masa de agregado sea agregado fino o agregado grueso, esto se determina a

través de análisis del peso pasante de casa tamiz, estos tamices están normalizados y según sea el país donde se aplique se debe utilizar la norma de cada país respecto a las mallas utilizados por el ensayo.

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO

Según Albarracín (2017) indica que: “Se considera granulometría de agregados finos a la distribución por tamaños de las partículas de arena y se determina por separación con una serie de mallas normalizadas como son N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.” La mayoría de normas tiene un rango amplio en la granulometría del agregado fino, sin embargo, algunas organizaciones si poseen un rango mucho más estricto, muchas veces la granulometría del agregado fino depende del lugar de extracción. Para nuestra investigación utilizamos la NTP 400.012

GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO

Según Albarracín (2017) indica que: “Se considera granulometría de agregados gruesos a la gradación dentro de los límites establecidos en la norma ASTM C 33, siendo su tamaño máximo del agregado grueso empleado en el concreto presenta su base en la economía.”

La granulometría para los agregados gruesos que utilizaremos se encuentra en la NTP 400.037. Para el Perú el tamaño máximo nominal del agregado no debe ser superior a: 1/5 de la menor separación del encofrado, 1/3 de la altura de la losa y 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquete de barras, tendones o paquete de tendones. Según el Capítulo 3 y sección 3.3.2 de la RNE 060 Concreto Armado.

MÓDULO DE FINEZA

El módulo de fineza es la representación del tamaño promedio ponderado de la muestra. La norma ASTM C 125 lo incorpora en las regulaciones del agregado fino y se establece que la arena debe tener un módulo de finura no menor que 2,3 ni mayor que 3.1 para poder ser más trabajables. Se tiene en cuenta que no existe granulometría exacta, pero se obtienen valores aproximados de la muestra con los que se puede obtener diseños de concreto óptimos. El módulo

de finura estima que los agregados que tiene un módulo de fineza entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia. El módulo de fineza del agregado fino se considera al sumar los porcentajes retenidos acumulados de las mallas 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y la N° 100.

PROCESAMIENTO DE AGREGADOS

El procesamiento de los agregados puede ser un procesamiento básico que es la trituración, tamizado y lavado para obtenerse la granulometría y limpieza adecuada. También se puede utilizar procesos para mejorar la calidad de agregados a través de métodos de procesamiento, tales como separación por medio pesado, tamizado con agua, clasificación por corriente ascendente y trituración.

Muchos de estos procesos de mejoramiento de calidad y separación de materiales dañinos hace que se pierda material adecuado que puede ser utilizado para las mezclas de concreto, siendo difícil y costosa la remoción de estas partículas dañinas.

MANEJO DE AGREGADOS

Los agregados se deben transportar y almacenar de manera que minimice la segregación y degradación, además se prevenga la contaminación con sustancia potencialmente perjudiciales, las pilas se deben colocar en capas finas de espesor para minimizar la segregación, el método más económico ya aceptable es el de la formación de pilas de volteo con camión, que descarga el cargamento de manera que no se separe, después se recupera con el cargador frontal, el cargador tiene que remover porciones de los bordes de la parte inferior a la parte superior.

Si la circunstancia demanda la construcción de pilas cónicas, o si las pilas se han segregado, las variaciones de la granulometría se pueden disminuir cuando se recupera la pila. En estos casos los agregados se deben cargar con un movimiento continuo alrededor de la pila para que se mezclen los tamaños de nuevo. Los agregados triturados se segregan menos que los agregados

redondeados y los agregados finos se segregan menos que los agregados gruesos.

Los agregados que han sido lavados se deben amontonar con anticipación suficiente para que se puedan drenar hasta tener una humedad uniforme, cuando el agregado fino seco se descarada el viento se pueda llevar los finos.

MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLA

MÉTODO DE DISEÑO ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)

La proporción de cada componente del concreto tiene como finalidad producir concretos económicos y resistentes a la abrasión, la principal ventaja de este método es la abundancia de información y entre sus principales limitaciones se tiene que los agregados deben de cumplir tanto los requisitos granulométricos, como también los obligatorios. Este método de diseño es aplicable para concretos de peso normal y de acuerdo a las condiciones que nos brinda las tablas de diseño ACI.

METODO FULLER

El método de Fuller fue desarrollado basado en una curva granulométrica en el año 1970, este método se recomienda utilizar en los siguientes casos: La cantidad de cemento que se utilizará por metro cúbico será mayor de 300 kg, el acero empleado no es muy significativo, el tamaño máximo del agregado es menor de 50 ± 20 mm. y los agregados son preferiblemente de forma redondeada.

MÉTODO WALKER

El denominado Método Walker fue desarrollado por el profesor Stanton Walker un profesor norteamericano, que observó que para el método ACI que sea cual fuese la resistencia de diseño la relación –agua cemento, contenido de cemento, y características del agregado fino, la cantidad del agregado grueso se mantiene. Por eso para este método se consideró que la relación fino-grueso debe variar en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como también en relación a otras características como, perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso, así como otro factor que es la mayor o menor fineza del agregado fino.

Por lo que se desarrolló una tabla para este método de diseño. En dicha tabla se considera la fineza del agregado fino, que se clasifica en tres categorías: fina, mediana y gruesa. Así también se considera la forma del agregado grueso, si es de forma angular o redondeado, para cada uno de esos dos casos se consideró cuatro alternativas de factor cemento. Y de acuerdo a estos factores se permite obtener un porcentaje de agregado fino que se considerara era como el más conveniente en relación del volumen absoluto. Se calcula el volumen absoluto del agregado fino se determina la cantidad de agregado grueso por diferencia entre el volumen absoluto del agregado y el volumen absoluto de agregado fino y una vez que se conoce ambos valores se hace un reajuste por humedad de cada ellos obtenido los nuevos pesos para la disipación de la mezcla. Este procedimiento nos ayuda a obtener una mejor relación entre los agregados finos y gruesos en el concreto.

METODO MÓDULO DE FINEZA

Es un método muy versátil, ya que este método es uno de los que mejor se adecuan a la realidad peruana debido a que permite el empleo de agregados que no cumplen con los requisitos granulométricos.

Se inicia con el mismo procedimiento del método ACI, primero se determina en primer lugar los contenidos de cemento, agua, aire y agregado grueso, y luego por la diferencia de volúmenes absolutos en relación con la unidad, el volumen absoluto en relación con la unidad de concreto el volumen absoluto y peso seco del agregado fino. De esta manera fuera cual fuese la resistencia deseada en tanto se mantenga constante el tamaño máximo nominal del agregado y módulo de fineza del agregado fino, el contenido total de agregado grueso en la mezcla será el mismo independientemente del contenido de la pasta de cemento.

MEZCLADO DEL CONCRETO

Es la integración adecuada de los componentes del concreto de acuerdo a su diseño de mezcla produciendo una masa homogénea de acuerdo a las características requeridas para vaciado.

El proceso de mezcla del concreto puede ser manual o con equipos. Dependiendo del proceso, se determina el tiempo de mezcla y el procedimiento

para la integración de los componentes del concreto evitando la segregación o separación de estos por exceso de tiempo de mezcla o batir mezcla.

TRANSPORTE

Este proceso refiere al traslado del concreto desde la mezcladora hasta la ubicación de la estructura, empleando procedimientos que prevengan alteraciones en el concreto (como la segregación) y mantengan la calidad de la mezcla.

PLANTA DE CONCRETO PRE MEZCLADO

Las plantas de concreto pre mezclado generalmente se dividen en dos: la planta dosificadora y la planta mezcladora. La planta dosificadora de concreto proporciona la mezcla de concreto según sea el diseño por pesos, haciendo mucho más óptimo el uso de recursos (agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y aditivos) por cada tanda producida.

La planta dosificadora separa y cuantifica las cantidades de material que entrarán en la tolva de la planta mezcladora. La planta de mezcladora recibe los materiales de la planta dosificadora y los mezcla en sus grandes tolvas agregando poco a poco los materiales (cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos). Esta planta ya está debidamente programada para poder mezclar el concreto sin generar pérdidas.

Las plantas concretaras generalmente utilizan aditivos para retardar la fragua del concreto por el tiempo de transporte que les puede tomar el llevar el concreto desde la planta hasta su punto de colocación. Otro aditivo muy utilizado es el plastificante para poder hacer el concreto menos denso, proporcionándole mayor facilidad de bombeo sin necesidad de agregar agua en exceso ni perder la resistencia.

COLOCACIÓN

La colocación del concreto debe ser lo más cercano posible a su disposición final con las consideraciones previas de transporte y debe tener una adecuada manipulación para evitar la segregación.

COMPACTACIÓN

Para la compactación del concreto se utiliza generalmente vibradoras que pueden ser de cabezas de sección cuadrada o circulares en diferentes diámetros.

VIBRACIÓN

Este equipo se utiliza para eliminar las burbujas de aire al momento de colocar el concreto reduciendo así la aparición de espacios vacíos o cangrejeras, que en un concreto armado podría exponer el acero a la corrosión. La vibración permite aportar mayor densidad y unificación de la masa de concreto aumentando el volumen de resistencia a la compresión, pero se debe evitar el vibrado excesivo ya que puede segregar la mezcla.

CURADO DEL CONCRETO

El curado es la acción de hidratar el concreto para poder llegar a la resistencia final, mantener un contenido de humedad y temperatura adecuadas durante la edad temprana.

El principal objetivo del curado es poder alcanzar una resistencia adecuada debido a que estudios anteriores demuestran que un concreto sin curado puede perder aproximadamente el 50% de su resistencia final y la etapa de curado debe iniciar después de la fragua.

El curado actúa hidratando las partículas de gel de cemento que no hicieron reacción, esto hace que estas partículas se expandan terminando de sellar espacios vacíos y aumentando la resistencia. El curado otorga un acabado superficial más liso que proporciona mayor dureza superficial reduciendo la probabilidad de desgaste y abrasión del concreto.

TIEMPO DE CURADO

El tiempo de curado de los elementos estructurales debe ser como mínimo de 7 días y como máximo el mayor tiempo posible debido a que el concreto sigue endureciéndose.

TEMPERATURA DE CURADO

Se recomienda mantener la temperatura del concreto entre 10°C y 20°C para obtener una buena resistencia y durabilidad.

Si el concreto se encuentra a menos de 10°C, este tiene riesgo de llevar una fragua lenta y no alcanzar la resistencia de diseño en el tiempo estimado por lo que se recomienda tomar precauciones y utilizar algún sistema de curado para climas fríos con temperaturas bajas.

Si el concreto tiene una temperatura elevada superior a los 20°C, este corre con el riesgo de tener una exudación excesiva que al ser evaporada genera grietas superficiales mínimas lo que le disminuye la durabilidad.

2.2.1. Normatividad

A. Normas Técnicas Peruanas

La finalidad de las Normas Técnicas Peruanas es establecer los procedimientos para el muestreo y elaboración de los ensayos de laboratorio que rigen las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Son documentos que establecen las especificaciones o requisitos de calidad para la estandarización de los productos, procesos y servicios, en este caso lo referido a ensayos de laboratorio de agregados o concreto (INACAL, 2016).

B. Norma E060

El objetivo de esta norma es fijar las exigencias mínimas y los requisitos para la descomposición, planificación, materiales, cimentación, control de calidad y dirección de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple. Igualmente hace apunte a los materiales que conformarán la composición genérica del concreto, esto con apoyo de las Normas Técnicas Peruanas harán el muestreo y ensayos respectivos. (RNE, 2016)

➤ **Caracterización de los materiales**

NTP 400.010 (2016), “Extracción y preparación de las muestras”, define:
“El muestreo y la elaboración del ensayo son muy importantes ya que el individuo a intervenir debe tener la precaución de obtener un muestreo de acuerdo a los factores que representen el medio. La muestra para los ensayos de laboratorio es obtenida por un responsable para el control de la producción de una cantera o para el control en la obra.” (Compendio de Normas Técnicas Peruanas, 2016).

NTP 400.043 (2015), “Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo”, define:
“Este procedimiento abarca tres métodos de reducción de muestras grandes a diferentes tamaños de agregados para la elaboración de los ensayos de laboratorio, utilizando técnicas que puedan minimizar cada variación de las características entre todas las muestras seleccionadas de los ensayos.” (Compendio de Normas Técnicas Peruanas, 2016).

ASTM C 566, NTP 339.185 (2013), MTC E 215 (pg. 361), “Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado”, define:
“Este método se establece con la finalidad de determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra seca de agregado fino o agregado grueso, las partículas más grandes son de agregado grueso, por lo tanto, necesitarán más tiempo de secado y el individuo operario determinará el método por el cual se obtiene un secado más rápido.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.361)

ASTM C 136, NTP 400.012 (2013), MTC E 204 (pg. 303), “Análisis granulométrico del agregado fino”, define:
“Este ensayo tiene como finalidad determinar por medio de la utilización de unos tamices de abertura cuadrada, la distribución de partículas secas de un peso conocido tanto de agregados gruesos como de agregados finos, también determinar la gradación de los materiales e indicar el cumplimiento

de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de los agregados.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.303).

ASTM C 136, NTP 400.012 (2013), MTC E 204 (pg. 303), “Análisis granulométrico del agregado grueso”, define:

“Este ensayo tiene como finalidad determinar por medio de la utilización de unos tamices de abertura cuadrada, la distribución de partículas secas de un peso conocido tanto de agregados gruesos como de agregados finos, también determinar la gradación de los materiales e indicar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de los agregados.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.303).

ASTM C 117, NTP 400.018 (2013), MTC E 202 (pg. 295), “Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200”, define:

“El material más fino que el tamiz N° 200 debe ser separado de las partículas grandes de manera muy eficiente y completa por medio del tamizado del material húmedo, para determinaciones exactas este ensayo debe realizarse en muestras húmedas.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.295).

ASTM C 29, NTP 400.017 (2011), MTC E 203 (pg. 298), “Peso unitario y vacíos de los agregados (peso unitario suelto y compactado)”, define:

“Este método tiene la finalidad de establecer el valor del peso unitario de acuerdo a los diferentes métodos de diseño de mezcla del concreto, también sirve para fijar la relación masa / volumen para las conversiones donde la incógnita es la relación del grado de compactación del agregado.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.298).

ASTM C 127, NTP 400.021 (2013), MTC E 206 (pg. 312), “Peso específico del agregado grueso”, define:

“Este ensayo tiene la finalidad de establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción del agregado grueso.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.312).

ASTM C 127, NTP 400.021 (2013), MTC E 206 (pg. 312), “Absorción del agregado grueso”, define:

“Este ensayo tiene la finalidad de determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción del agregado grueso.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.312).

ASTM C 128, NTP 400.022 (2013), MTC E 205 (pg. 309), “Gravedad específica del agregado fino”, define:

“Este ensayo tiene la finalidad de establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción del agregado fino.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.309).

ASTM C 128, NTP 400.022 (2013), MTC E 205 (pg. 309), “Absorción del agregado fino”, define:

“Este ensayo tiene la finalidad de establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente y la absorción del agregado fino.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.309).

➤ **Ensayos de laboratorio en estado fresco del concreto**

ASTM C 143, NTP 339.035 (2015), MTC E 705 (pg. 801), “Asentamiento del concreto (slump)”, define:

“Este ensayo tiene como finalidad determinar el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. Es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de desmoldeado.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.801).

➤ **Ensayos de laboratorio en estado endurecido del concreto**

ASTM C 39, NTP 339.034 (2013), MTC E 704 (pg. 789), “Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos”, define:

“Este ensayo tiene como finalidad emplear una carga axial de compresión a testigos cilíndricos a una velocidad constante hasta que se presente la falla en el concreto.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016, p.789).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- a) El resultado del análisis granulométrico de los agregados morrénicos para el diseño de mezcla del concreto es favorable.
- b) Los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades físicas del concreto.
- c) Los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades mecánicas del concreto.

2.4. Variables

2.4.1. Definición conceptual de la variable

Variable Independiente (X):

Agregados morrénicos

“Depósito de material depositado por la acción de un glaciar, formado por una mezcla desordenada de materiales cuyas partículas presentan tamaños desde micrómetros hasta metros. Diccionario Básico Geotécnico.” (Hoyos, 2001)

Variable Dependiente (Y):

Propiedades físicas del concreto

Las propiedades físicas son aquellas que se basan esencialmente en la estructura del objetivo, siendo visible y medible, la composición y estructura del concreto no es homogénea, es decir no permanece igual en toda dirección. Esto se da a que posee diferentes materiales en su composición genérica y su proceso de elaboración cambian de acuerdo a muchos factores. (Pasquel, 1998)

Propiedades mecánicas del concreto

Una propiedad mecánica es aquella que describe el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto, el concreto tiene la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción. (Pasquel, 1998)

2.4.2. Definición operacional de la variable

Variable Independiente (X):

Agregados morrénicos

La variable Agregados morrénicos será operacionalizada para luego incorporarla como un agregado convencional en la base genérica del concreto para la elaboración del diseño de mezcla y por último para medir la resistencia como materia prima.

Variable Dependiente (Y):

Propiedades físicas del concreto

La variable propiedades físicas del concreto será operacionalizada en el estado fresco del concreto aplicándose los ensayos respectivos de acuerdo a las Normas vigentes.

Propiedades mecánicas del concreto

La variable propiedades mecánicas del concreto será operacionalizada en el estado endurecido del concreto aplicándose los ensayos respectivos de acuerdo a las Normas vigentes.

2.4.3. Operacionalización de la variable

| Variables | Definición Conceptual | Definición operacional | Sub Variables o Dimensiones | Indicadores | Unidad |
|---|---|---|--|---|-------------------------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE AGREGADOS MORRÉNICOS | Depósito de material depositado por la acción de un glaciar, formado por una mezcla desordenada de materiales cuyas partículas presentan tamaños desde micrómetros hasta metros, los agregados morrénicos son materiales áridos que se encuentran sedimentados en el glaciar. Diccionario Básico Geotécnico. (Hoyos, 2001) | Será incorporada como un agregado convencional en la base genérica del concreto para la elaboración del diseño de mezcla y por último para medir la resistencia como materia prima. | EXTRACCIÓN DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS | Peso de los agregados morrénicos. | kg |
| | | | | Granulometría | gr (Tamiz) |
| VARIABLE DEPENDIENTE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS | Una propiedad física es aquella que se basa esencialmente en la estructura del objetivo, siendo visible y medible, la composición y estructura del concreto no es homogénea, es decir no permanece igual en toda dirección. Esto se da a que posee diferentes materiales en su composición genérica y su proceso de elaboración | La variable, propiedades físicas del concreto será operacionalizada en el estado fresco del concreto aplicándose los ensayos respectivos de acuerdo a las Normas vigentes. | TRABAJABILIDAD | Consistencia de la mezcla de concreto en estado fresco. | pulg |
| | | | EXUDACIÓN | Volumen de agua perdido durante el proceso de fraguado. | ml/cm ² , ml/h y % |

| | | | | | |
|--|---|--|-----------------------------|--|--------------------|
| | cambian de acuerdo a muchos factores. | | TIEMPO DE FRAGUA | Tiempo en el que cada aguja del ensayo en penetrar la pasta de cemento. El ensayo se realiza una vez por cada aguja. | minutos |
| | Una propiedad mecánica es aquella que describe el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto, el concreto tiene la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción. | La variable, propiedades mecánicas del concreto será operacionalizada en el estado endurecido del concreto aplicándose los ensayos respectivos de acuerdo a las Normas vigentes. | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | Resistencia a la compresión. | kg/cm ² |

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

Para la presente investigación se utilizó el método científico, porque se investiga la influencia en las propiedades físico mecánicas del concreto para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a través de la elaboración de un grupo de control con agregados convencionales y un grupo experimental con agregados morrénicos, contrastando los resultados obtenidos de cada grupo y utilizando los pasos del método científico desde la observación hasta la experimentación y presentación de resultados.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, porque se utilizó los conocimientos previos en la práctica para comprobar la hipótesis para así aplicarlos, en favor de la sociedad.

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de la presente investigación fue explicativo, porque se establece una relación causa - efecto, con el objetivo de explicar la influencia de los

agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación fue experimental con un diseño con posprueba únicamente y grupo de control. Para esta investigación se aplicó este diseño a cada una de las propiedades físico mecánicas del concreto El diagrama del diseño es el siguiente:

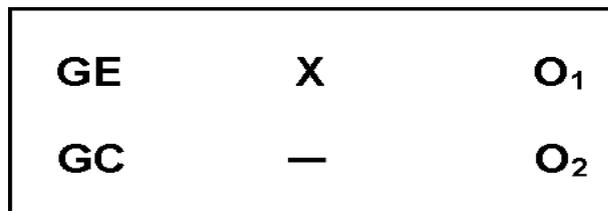


Figura 3. Esquema con posprueba únicamente y grupo control.
FUENTE: Adaptado de Carrasco (2006). Elaboración propia.

Donde:

GE : Grupo Experimental.

GC : Grupo Control.

X : Tratamiento experimental a la variable independiente.

--- : Ausencia de estímulo, indica que este grupo es de control.

O1, O2 : Medición posprueba del grupo de sujetos.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población total estuvo conformada por 30 probetas de 6" x 12" elaboradas con concreto tradicionales que posee agregados convencionales, así como también concreto con agregados morrénicos.

3.5.2. Muestra

Las muestras de la presente investigación fueron igual a la población divididos de la siguiente manera: la elaboración de un diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados convencionales (grupo control) y

otro diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con agregados morrénicos (grupo experimental).

Con respecto a los ensayos de calidad del concreto en estado endurecido, la muestra estuvo constituida por 15 probetas de 6" x 12" para el grupo control y 15 probetas de 6" x 12" para el grupo experimental, ambas para el ensayo de resistencia a la compresión roturadas a las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días respectivamente.

El tipo de muestreo que se realizó fue el de tipo no probabilístico, intencional o dirigido.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se emplearon, se basaron en lo mencionado a continuación.

Instrumentos generales

- Normas Técnicas Peruanas, Reglamentos y Manuales.
- Libros físicos y virtuales para buscar desde las palabras claves hasta conceptos más generales.
- Revisión de tesis, como guías para realizar la siguiente investigación o referencia bibliográfica para los antecedentes.
- Recopilación de planos, estudios de suelos, verificación de diseños y fotografías.
- Formatos de ensayos de laboratorio, donde se recopilaron los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio propiamente dichos.
- Hojas de cálculo para obtener los resultados de cada uno de los ensayos de laboratorio y contrastarlos con la normativa correspondiente.

Instrumentos para los ensayos de calidad del concreto en estado fresco

- Cono de Abrams
- Termómetro
- Recipiente cilíndrico metálico
- Balanzas electrónicas
- Probetas metálicas para concreto (6" x 12")

Instrumentos para los ensayos de calidad del concreto en estado endurecido

- Máquina de ensayo de resistencia a compresión.

Todos los ensayos fueron realizados en el laboratorio GEOLUMAS S.A.C. en el distrito de El Tambo, con la observación y supervisión nuestra para la recolección de datos. Las fichas de observación y registro de cada ensayo, se encuentran en los anexos y fueron transcritas en las hojas de cálculos elaboradas por nosotros para poder realizar el análisis de datos de la investigación, mencionar también que los procedimientos de estos ensayos fueron realizados según el Manual de Ensayos de Materiales, mayo del 2016.

3.7. Procesamiento de la información

A. Fase de planeamiento y organización

Análisis de investigación

Se unió toda la bibliografía posible con el objetivo de poseer conocimientos previos acerca de los agregados morrénicos dentro de la composición del concreto, se realizó un diagnóstico entre el proyecto y el medio, para ver su grado de viabilidad. Se observó factores económicos, sociales y geográficos para introducir soluciones por si alguno de estos daba resultados negativos.

Identificación de recursos

Se estableció las herramientas, instrumentos y medios con los que se cuenta para la ejecución del proyecto, con la finalidad de esclarecer los puntos débiles y subsanar dichos ítems y seguir adelante.

Elaboración del Plan de Trabajo

Se determinó las fechas, plazos de ejecución, labores, estrategias que se llevaron a cabo por ser primordiales, ya que un plan de trabajo es la ruta de un proyecto.

Elaboración de formatos de ensayos de laboratorio

Se elaboró hojas de cálculo con la finalidad de recopilar datos para la salida a campo y saber que datos se nos harán útiles.

ASTM C 566, NTP 339.185 (2013), MTC E 215 (pg. 361), “Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado”

| B.- ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 215) | | | | |
|---|--|--|--|--|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | | | | |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | | | | |
| TARA | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | | | |

Figura 4. Contenido de humedad del agregado grueso
FUENTE: Elaboración propia

| B.- ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E 215) | | | | |
|---|--|--|--|--|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | | | | |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | | | | |
| TARA | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | | | | |

Figura 5. Contenido de humedad del agregado fino
FUENTE: Elaboración propia

ASTM C 136, NTP 400.012 (2013), MTC E 204 (pg. 303), “Análisis granulométrico del agregado fino”

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | | | | | |
|--|---------------|---------------|-----------------|----------------------|------------|
| A.- ENSAYO : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (MTC E 204) | | | | | |
| Tipo de agregado: AGREGADO FINO | | | Muestra: N° M-1 | | |
| Procedencia: CANTERA PILCOMAYO | | | | | |
| | | | Peso + Tara: | | |
| | | | Tara: | | |
| | | | Peso: | | |
| TAMIZ | DIÁMETRO (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 1 1/2" | 37.5 | | | | |
| 1" | 25.4 | | | | |
| 3/4" | 19 | | | | |
| 1/2" | 12.7 | | | | |
| 3/8" | 9.5 | | | | |
| N° 4 | 4.75 | | | | |
| N° 8 | 2.36 | | | | |
| N°16 | 1.18 | | | | |
| N°30 | 0.59 | | | | |
| N°50 | 0.295 | | | | |
| N°100 | 0.1475 | | | | |
| N° 200 | 0.0737 | | | | |
| Fondo | | | | | |
| TOTAL | | | | | |

Figura 6. Granulometría del agregado fino
FUENTE: Elaboración Propia

ASTM C 136, NTP 400.012 (2013), MTC E 204 (pg. 303), “Análisis granulométrico del agregado grueso”

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | | | | | |
|--|---------------|---------------|-----------------|----------------------|------------|
| A.- ENSAYO : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204) | | | | | |
| Tipo de agregado: AGREGADO GRUESO | | | Muestra: N° M-1 | | |
| Procedencia: CANTERA PILCOMAYO | | | | | |
| | | | Peso + Tara: | | |
| | | | Tara: | | |
| | | | Peso: | | |
| TAMIZ | DIÁMETRO (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 1 1/2" | 37.5 | | | | |
| 1" | 25.4 | | | | |
| 3/4" | 19 | | | | |
| 1/2" | 12.7 | | | | |
| 3/8" | 9.5 | | | | |
| N° 4 | 4.75 | | | | |
| N° 8 | 2.36 | | | | |
| N°16 | 1.18 | | | | |
| N°30 | 0.59 | | | | |
| N°50 | 0.295 | | | | |
| N°100 | 0.1475 | | | | |
| N° 200 | 0.0737 | | | | |
| Fondo | | | | | |
| TOTAL | | | | TMN: | |

Figura 7. Granulometría del agregado grueso
FUENTE: Elaboración propia

ASTM C 29, NTP 400.017 (2011), MTC E 203 (pg. 298), “Peso unitario y vacíos de los agregados (peso unitario suelto y compactado)”

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | | | | |
|--|--|-----|-----------------|-----|
| A.- ENSAYO : PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 203) | | | | |
| Tipo de agregado: AGREGADO GRUESO | | | Muestra: N° M-1 | |
| Procedencia: CANTERA PILCOMAYO | | | | |
| I. PESO UNITARIO SUELTO | | | | |
| DESCRIPCIÓN | | M-1 | M-2 | M-3 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | | | | |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | | | | |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³) | | | | |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | | | | |
| II. PESO APARENTE COMPACTADO | | | | |
| DESCRIPCIÓN | | M-1 | M-2 | M-3 |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA+ RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg) | | | | |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | | | | |
| PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm ³) | | | | |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | | | | |

Figura 8. Peso unitario del agregado grueso
FUENTE: Elaboración propia

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | | | | |
|--|--|-----|-----------------|-----|
| A.- ENSAYO : PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (MTC E 203) | | | | |
| Tipo de agregado: AGREGADO FINO | | | Muestra: N° M-1 | |
| Procedencia: CANTERA PILCOMAYO | | | | |
| I. PESO APARENTE SUELTO | | | | |
| DESCRIPCIÓN | | M-1 | M-2 | M-3 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | | | | |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | | | | |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/cm3) | | | | |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | | | | |
| II. PESO APARENTE COMPACTADO | | | | |
| DESCRIPCIÓN | | M-1 | M-2 | M-3 |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA+ RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | | | | |
| PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg) | | | | |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | | | | |
| PESO APARENTE COMPACTADO (kg/cm3) | | | | |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | | | | |

Figura 9. Peso unitario del agregado fino
FUENTE: Elaboración propia

ASTM C 127, NTP 400.021 (2013), MTC E 206 (pg. 312), “Peso específico del agregado grueso”

MTC E 206 (pg. 312), “Absorción del agregado grueso”

| PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS | |
|--|-----------------------|
| A. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO | |
| Tipo de agregado: AGREGADO GRUESO | Norma: N.T.P. 400.022 |
| Procedencia: CANTERA PILCOMAYO | Muestra: N° M-1 |
| | |
| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA | |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA | |
| PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA | |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA | |
| PESO DE LA MUESTRA SECA | |
| PESO ESPECÍFICO DE MASA (Kg/m3) | |
| PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO | |
| PESO ESPECÍFICO APARENTE | |
| PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | |

Figura 10. Peso Específico y Absorción del agregado grueso
FUENTE: Elaboración propia

MTC E 205 (pg. 309), “Peso específico del agregado fino”

MTC E 205 (pg. 309), “Absorción del agregado fino”

| PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS | | | |
|---|--|--|-----------------------|
| A. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO | | | |
| Tipo de agregado: AGREGADO FINO | | | Norma: N.T.P. 400.022 |
| Procedencia: CANTERA PILCOMAYO | | | Muestra: N° M-1 |
| | | | |
| DESCRIPCION | | | CANTIDAD |
| PESO DE LA FIOLA | | | |
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA | | | |
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DE LA FIOLA+PESO DEL AGUA | | | |
| PESO DEL AGUA | | | |
| PESO DE LA ARENA SECA | | | |
| VOLUMEN DE LA FIOLA | | | |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA (Kg/m3) | | | |
| PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECO | | | |
| PESO ESPECIFICO APARENTE | | | |
| PORCENTAJE DE ABSORCION | | | |

Figura 11. Peso específico y Absorción del agregado fino

FUENTE: Elaboración propia

ASTM C 39, NTP 339.034 (2013), MTC E 704 (pg. 789), “Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos”

| PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-----------------|-----------------|------|-----------------------|------------------------|--|-----------------------|----------|
| ENSAYO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS (MTC E 704) | | | | | | | | | |
| NORMA : NTP 339.034 | | | | | | | | | |
| NOMBRE : Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| NORMA : ASTM C39 | | | | | | | | | |
| NOMBRE : Estándar Test Method for Compressive Strength of Cilíndrica Concrete Specimens | | | | | | | | | |
| MUESTRA Nº | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN MM | ALTURA DE ESPECIMEN MM | RESISTENCIA DE ESPECIMEN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO | % RESIS. |
| 1 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 2 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 3 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 4 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 5 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 6 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 7 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 8 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 9 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 10 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 11 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 12 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 13 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 14 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |
| 15 | PILCOMAYO | | | | 15.24 | 30.48 | | 210 | |

Figura 12. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos

FUENTE: Elaboración propia

B. Fase de trabajo de campo

Reconocimiento de la zona de estudio

Se fijó la cantera a ser analizada y toma de muestra, esta debe contar con agregados convencionales y con agregados morrénicos para poder seguir con los objetivos planteados y mostrar unos buenos resultados.

Permiso a autoridades pertinentes

Luego de determinar el área de investigación, según el agregado que se requiere, se pasó a coordinar con las autoridades pertinentes de la zona para tener acceso a la cantera y poder extraer muestras, se observó el estado situación de la cantera.

Toma de muestras

Se comenzó a tomar muestras de los agregados con especial cuidado a fin de no combinarlos, 50 kilos de agregado fino, 50 kilos de agregado grueso y 100 kg de agregado morrénico, se procedió a ser llenados en costales para su respectivo traslado hacia el laboratorio.

C. Fase trabajo de laboratorio

Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio mencionados a continuación en la Tabla 1, son pruebas que tienen como finalidad aportar datos al diseño de mezcla y por último elaborar las probetas de concreto que contribuirán al objetivo de la presente investigación.

Tabla 1
Ensayos de Laboratorio

| Ensayos de Laboratorio | MTC 2016 | pg. | ASTM | NTP |
|--|---------------------|------------|-------------|------------|
| Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado | E 215 | 361 | C 566 | 339.185 |
| Cantidad de material fino que pasa por el tamiz n°200 | E 202 | 295 | C 117 | 400.018 |
| Granulometría de agregado fino | E 204 | 303 | C 136 | 400.012 |
| Granulometría de agregado grueso | E 204 | 303 | C 136 | 400.012 |
| Gravedad específica de agregado fino | E 205 | 309 | C 128 | 400.022 |
| Absorción de agregado fino | E 205 | 309 | C 128 | 400.022 |
| Peso específico de agregado grueso | E 206 | 312 | C 127 | 400.021 |
| Absorción de agregado grueso | E 206 | 312 | C 127 | 400.021 |
| Peso unitario y vacíos de los agregados (peso unitario suelto y compactado) | E 203 | 298 | C 29 | 400.017 |
| Asentamiento de concreto (slump) | E 705 | 801 | C 143 | 339.035 |
| Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos | E 704 | 789 | C 39 | 339.034 |

Fuente: Elaboración Propia

Preparación de muestras

El número de las muestras elaboradas debe ser suficiente como para dar la confianza y validez en los resultados de los ensayos.

Tabla 2

Masa de las muestras de campo

| Tamaño del agregado | Peso mínimo de la muestra (kg) |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Agregado fino | |
| 2.36 mm (N°8) | 10 |
| 4.75 mm (N°4) | 10 |
| Agregado grueso | |
| 9.5 mm (3/8") | 10 |
| 12.5 mm (1/2") | 15 |
| 19.0 mm (3/4") | 25 |
| 25.0 mm (1") | 50 |
| 37.5 mm (1 1/2") | 75 |
| 50.0 mm (2") | 100 |
| 63.0 mm (2 1/2") | 125 |
| 75.0 mm (3") | 150 |
| 90.0 mm (3 1/2") | 175 |

Fuente: Elaboración propia, adaptado de la NTP 400.010 (2016).

ELABORACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADOS

EQUIPOS

- Balanza, sensibilidad al 0,1 % y precisión del 0,1 %
- Horno a 110°C ± 5°C.
- Recipiente para la muestra

MUESTRA

- Disponerse de una muestra representativa de acuerdo a la Tabla 3.

Tabla 3
Tamaño de la muestra de agregado

| Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulgada) | Peso mínimo de agregado |
|---|--------------------------------|
| 4,75 (0,187) (N°4) | 0,5 |
| 9,5 (3/8) | 1,5 |
| 12,5 (1/2) | 2,0 |
| 19,0 (3/4) | 3,0 |
| 5,0 (1) | 4,0 |
| 37,5 (2.1/2) | 6,0 |
| 50,0 (2) | 8,0 |
| 63,0 (2.1/2) | 10,0 |
| 75,0 (3) | 13,0 |
| 90,0 (3.1/2) | 16,0 |
| 100,0 (4) | 25,0 |
| 150 (6) | 50,0 |

Fuente: Adaptado de MTC E 215 (2016, p. 361)

PROCEDIMIENTO

- Pesar la muestra húmeda.
- Secar la muestra en un recipiente.
- Determinar el peso de la muestra seca después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

CÁLCULOS

- Contenido de humedad total evaporable

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

EQUIPOS

- Cuarteador
- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad
- 01 juego de tamices de 203 mm (8") de diámetro de los números 4, 8, 16, 30, 50, y 100; así como fondo y tapa.
- Bandejas
- Cápsulas de acero
- Brocha
- Cepillo de cerda metálicas

PROCEDIMIENTO

- Secar el material pasante por la malla de 3/8".
- Realizar el cuarteo del material, la muestra representativa no debe ser menor a 500 gr.
- Colocar los tamices en orden los de menores diámetros en la parte inferior y el de mayor diámetro en la parte superior.
- El material seco y pesado se vierte en los tamices desde el N° 4 hasta el N° 100, se coloca la tapa y se procede a tamizar, el tamizado puede ser con tamizadora o manual, el tiempo mínimo de tamizado debe ser de 10 minutos.
- Al culminar el proceso de tamizado, se pesa los retenidos en cada tamiz, cuidando de no perder material en este proceso.
- Verificar que no quede material en ningún tamiz a fin de no modificar los datos de la granulometría, usar el cepillo de cerdas o brocha, no utilizar el cepillo de acero ya que pueden alterar y dañar el tamaño de la abertura de los tamices.
- Sumar el total de los pesos retenidos este debe dar el peso total de la muestra inicial no debe haber alteración en la sumatoria del peso final en más del 2%.
- Hallar el módulo de finura de la arena:
- Sumar los porcentajes acumulados retenidos de los tamices N°. 4 al N°. 100, dividido entre 100. La arena se clasifica de acuerdo con la siguiente tabla.

Normalmente para concreto debe usarse arena con un módulo de finura, entre 2.2 y 3.2 prefiriéndose arena media.

Tabla 4
Módulo de finura de la arena

| Tipo de arena | Módulo de finura |
|----------------------|-------------------------|
| Gruesa | 2,9 – 3,2 |
| Media | 2,2 – 2,9 |
| Fina | 1,5 – 2,2 |
| Muy fina | 1,5 |

Fuente: Adaptado de MTC E 204 (2016, p. 303)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

EQUIPOS

- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad
- Estufa 110 ± 5 °C.
- 01 juego de tamices de 305 mm o 406 mm (12" ó 16"), con abertura de 9.51 mm, 12.7 mm, 25.4 mm, 38.1 mm, 50.8 mm, 46.00 mm y 76.1 mm (3/8", 1", 1 ½", 2" y 3")
- Bandejas
- Cápsulas de acero
- Brocha
- Cepillo de cerda metálicas

PROCEDIMIENTO

- Secar el material a utilizarse.
- Según la tabla 5, utilizar la cantidad de muestra para el ensayo.
- Realizar el cuarteo del material, la muestra representativa no debe ser menor a 500 gr.
- El material seco y pesado se vierte en los tamices, se coloca la tapa y se procede a tamizar, el tamizado puede ser con tamizadora o manual, el tiempo mínimo de tamizado debe ser de 10 minutos.

- Al culminar el proceso de tamizado, se pesa los retenidos en cada tamiz, cuidando de no perder material en este proceso.
- Verificar que no quede material en ningún tamiz a fin de no modificar los datos de la granulometría, usar el cepillo de cerdas o brocha, no utilizar el cepillo de acero ya que pueden alterar y dañar el tamaño de la abertura de los tamices.
- Sumar el total de los pesos retenidos este debe dar el peso total de la muestra inicial no debe haber alteración en la sumatoria del peso final en más del 2%.

Tabla 5
Peso mínimo de muestra de agregado grueso

| Tamaño Máximo Nominal | | Peso mínimo de muestra |
|------------------------------|---------------|-------------------------------|
| mm | (pulg) | kg |
| 9,5 | (3/8) | 1 |
| 12,5 | (1/2) | 2 |
| 19,0 | (3/4) | 5 |
| 25,0 | (1) | 10 |
| 37,5 | (1 ½) | 15 |
| 50,0 | (2) | 20 |
| 63,0 | (2 ½) | 35 |
| 75,0 | (3) | 60 |
| 90,0 | (3 ½) | 100 |
| 100,0 | (4) | 150 |
| 125,0 | (5) | 300 |

Fuente: Adaptado de MTC E 204 (2016, p. 303)

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200

EQUIPOS

- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad
- Estufa 110 ± 5 °C.
- 01 juego de tamices de 425 mm (N°40)
- 02 bandejas

PROCEDIMIENTO

- Realizar el cuarteo del material.
- Según la tabla 6, utilizar la cantidad de muestra para el ensayo.
- Secar el material a utilizarse.
- Pesar la muestra para determinar el contenido de humedad debe estar entre el 20% y 30% del peso del espécimen del ensayo.
- Lavar la muestra a través de las mallas por medio de un corrido de agua.
- Lavar hasta que el agua que pasa a través del tamiz salga clara.
- Secar el material retenido y pesar.

Tabla 6
Cantidad mínima de muestra

| Tamaño máximo nominal | | Peso mínimo de la muestra (g) |
|------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| 4,75 mm | (N°4) ó menor | 300 |
| 9,5 mm | (3/8") | 1000 |
| 19,0 mm | (3/4") | 2500 |
| 37,5 mm | (1 1/2") ó mayor | 5000 |

Fuente: Adaptado de MTC E 202 (2016, p. 295)

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

EQUIPOS

- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad
- 01 molde
- 01 varilla de 16 mm (5/8") y 60 cm de longitud
- 02 bandejas

PROCEDIMIENTO

- Pesar el molde y determinar su volumen.
- Colocar el material dentro del molde y no compactar.
- Llenar el molde, enrasar la superficie con la varilla ya mencionada.
- Determinar el peso del molde contenido con arena.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO EQUIPOS

- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad
- 01 molde
- 01 varilla de 16 mm (5/8") y 60 cm de longitud
- 02 bandejas

PROCEDIMIENTO

- Pesar el molde y determinar su volumen.
- Colocar la muestra dentro del molde, en tres capas de igual volumen, emparejar con ayuda de la mano y apisonar con 25 golpes, con la varilla de características mencionadas y así uniformemente cada capa.
- Llenar el molde, enrasar la superficie con la varilla ya mencionada.
- Determinar el peso del molde contenido con la muestra compactada.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO EQUIPOS

- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad
- Balde pequeño
- Balde grande para sumergir la canastilla de metal en el agua y suspenderla con un dispositivo para determinar su peso.
- Canastilla de metal
- Tamiz normalizado 4,75 mm (Nº 4)
- Horno
- Bandeja

PROCEDIMIENTO

- Seleccionar la muestra.
- Pesar de 2 ½ a 3 kg. De la muestra de agregado grueso.
- Saturar por 24 h. la muestra.
- Escurrir la muestra y el material secar con una franela superficialmente seca.

- Pesar la canastilla al aire.
- Pesar la canastilla al aire + la muestra superficialmente seca.
- Pesar la canastilla en el agua.
- Pesar la canastilla en el agua + muestra.
- Colocar la muestra en la bandeja y secar en el horno.
- Pesar la muestra seca.

Tabla 7

Peso mínimo de la muestra de ensayo

| Tamaño máximo nominal mm (pulg) | Masa mínima del material Kg (lb) |
|--|---|
| 12,5 (1/2) o menos | 2 (4,4) |
| 19,0 (3/4) | 3 (6,6) |
| 25,0 (1) | 4 (8,8) |
| 37,5 (1 ½) | 5 (11) |
| 50,0 (2) | 8 (18) |
| 63,0 (2 ½) | 12 (26) |
| 75,0 (3) | 18 (40) |
| 90,0 (3 ½) | 25 (55) |
| 100,0 (4) | 40 (88) |
| 112,0 (4 ½) | 50 (110) |
| 125,0 (5) | 75 (165) |
| 150,0 (6) | 125 (276) |

Fuente: Adaptado de MTC E 206 (2016, p. 312)

CÁLCULOS

- Calcular la gravedad específica de la muestra.

$$P = \frac{A}{B - C}$$

- Calcular la absorción de la muestra.

$$P = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

EQUIPOS

- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad
- Frascos volumétricos o picnómetros.
- Horno de secado.
- Suministro de agua desaireada.
- Bomba de vacío o estufa para eliminar el aire del suelo.
- Mallas N°16, N°40.
- Pipeta
- Termómetro graduado
- Embudo
- Espátulas

PROCEDIMIENTO

- Calibrar el picnómetro.
- El ensayo se puede realizar con muestra húmeda, en este caso se halla el peso seco al final del ensayo.
- Se extrae la muestra del terreno.
- Se tamiza por la malla N° 16, se coloca en un recipiente y se lleva al horno por un tiempo de 12 a 24 horas aproximadamente.
- Se tamiza la muestra seca por la malla N° 40 y la cantidad de la muestra dependerá de la capacidad del picnómetro que se utilizará.
- Colocar la muestra pesada en el picnómetro y llenar con agua destilada hasta las $\frac{3}{4}$ partes de la capacidad del picnómetro.
- Con la estufa calentar de manera indirecta el picnómetro, girando de manera constante el frasco con la finalidad de eliminar el aire que contiene la muestra.

- Luego de eliminar el aire por completo, enfriar el frasco y para finalizar completar el volumen del frasco con agua destilada hasta la marca de aforo del picnómetro
- Determinar el peso del picnómetro con agua destilada hasta la marca de aforo.

CÁLCULOS

- Peso específico del agregado.

$$P = \frac{W1}{(W1 + W2 - W3)} * K$$

- Absorción del agregado.

$$P = \frac{W2 - W1}{W1} X 100$$

Donde:

W1 = Peso de la muestra seca

W2 = Peso del picnómetro con agua destilada hasta la marca de aforo.

W3 = Peso del picnómetro con agua y el suelo hasta la marca de aforo.

K = Factor de corrección por la temperatura de agua de ensayo.

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (ENSAYO DE SLUMP)

EQUIPOS

- Cono y base de Abrahms
- Varilla compactadora
- Wincha

PROCEDIMIENTO

- Humedecer el cono y colocar sobre su base.
- Presionar con los dos pies durante el llenado con el concreto ya preparado.

- Llenar el cono con 3 capas y cada capa que ocupe la tercera parte del volumen del cono.
- Compactar cada capa hasta su propia profundidad con 25 penetraciones de la varilla compactadora, distribuir las penetraciones en toda la superficie de la compactación de cada capa.
- Al compactar la última capa, adicionar un excedente de la mezcla del concreto por encima del cono antes de comenzar con la compactación.
- Enrasar el concreto fresco, rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- Levantar el cono con mucho cuidado, dándose un tiempo de 5 a 10 segundos.
- Por último, medir el asentamiento, que viene a ser la diferencia entre la altura del cono con la del centro del lado del mismo de la mezcla formada.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS

➤ **Elaboración de Probetas de Concreto**

- Colocar los testigos cilíndricos sobre una superficie plana y rígida, para obtener unas probetas con buena superficie.
- Impregnar aceite en el interior de los moldes para que no se adhiera la mezcla de concreto a los moldes.
- Los testigos cilíndricos deben de prepararse homogéneamente en tres capas de un volumen igual, se apisona cada capa con la varilla, distribuyéndolas uniformemente. En la última capa, adicionar un excedente de la mezcla del concreto por encima del cono antes de comenzar con la compactación.
- Golpear con un martillo de goma, cada lado del molde suavemente entre 10 a 15 veces para liberar las burbujas que se encuentran atrapadas dentro del molde.
- Enrasar el concreto fresco, rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.
- Proteger la cara de encima del molde con polietileno contra la pérdida de agua por la evaporación.

- Al finalizar la elaboración de las probetas, transportarlas a un lugar donde permanezcan intactas durante su proceso de curado.
- Evaluar la resistencia de las probetas y analizar la tolerancia permisible de acuerdo a la tabla siguiente, para la realización del ensayo resistencia a la compresión, se elaboró 30 probetas de 6" x 12" en total, 3 por cada edad y roturadas a las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días.

➤ **Rotura de Probetas**

- La máquina compresora debe encontrarse calibrada y en buena funcionalidad.
- Medir el diámetro en dos direcciones perpendiculares y ambas cabezas y sacar el promedio correcto.
- Utilizar 2 placas adaptadas con neoprenos.
- Verificar el indicador de carga que se encuentre en 0.
- Aplicar la carga dada por la máquina hasta que se produzca la falla de ruptura de los testigos cilíndricos de concreto.
- Registrar la carga máxima que se alcanzó por cada probeta.
- Calcular la resistencia a la compresión del molde.
- La rotura de cada probeta debe darse a las 24 horas, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

Tabla 8
Tolerancias permisibles

| Edad de la probeta | Tiempo permisible | |
|--------------------|-------------------|------------|
| | Horas | Porcentaje |
| 24 h | ± 0.5 | ± 2.1 |
| 3 d | ± 2 | ± 2.8 |
| 7 d | ± 6 | ± 3.6 |
| 28 d | ± 20 | ± 3.0 |
| 90 d | ± 48 | ± 2.2 |

Fuente: Adaptado de NTP 339.034 (2013)

D. Fase de gabinete

Procesamiento de datos

Se recolectó los datos que se obtuvieron al efectuar la fase de ensayos de laboratorio, para así ingresarlos en las hojas de cálculo y tener sus resultados.

Elaboración del diseño de mezcla

- Elección del cemento
MARCA/TIPO: ANDINO/1
PESO ESPECIFICO: 3.12
- El agua debe cumplir con los estándares de calidad

| DESCRIPCIÓN | LIMITE PERMISIBLE | | |
|---|-------------------|-----|--------|
| Sólidos en suspensión (residuo insoluble) | 5000 | ppm | Máximo |
| Materia Orgánica | 3 | ppm | Máximo |
| Alcalinidad (NaHCO ₃) | 1,000 | ppm | Máximo |
| Sulfatos (ión SO ₄) | 600 | ppm | Máximo |
| Cloruros (ión Cl ⁻) | 1,000 | ppm | Maximo |
| pH | 5 a 8 | ppm | Maximo |

Figura 13. Estándares de calidad del agua
FUENTE: Elaboración propia

- Agregado fino
PESO ESPECÍFICO: 2.54
ABSORCION (%): 2.09
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 5.60
MODULO DE FINEZA: 3.94
- Agregado grueso
TAMAÑO MAXIMO AGREGADO: 3/4"
PESO SECO COMPACTADO: 1580.82
PESO ESPECIFICO: 1.73
ABSORCION (%): 1.07
CONTENIDO DE HUMEDAD (%): 0.45

- Elección del Slump

Tabla 9

Asentamientos recomendados para varios tipos de estructuras

| SLUMP: 4" | | |
|---|---------------|--------|
| ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE ESTRUCTURAS | | |
| TIPO DE ESTRUCTURA | ASENTAMIENTOS | |
| | Máximo | Mínimo |
| Zapatas y muros de cimentación reforzado. | 3" | 1" |
| Cimentaciones simples, cajas y subestructuras de muro. | 3" | 1" |
| Vigas y muros armados. | 4" | 1" |
| Columnas de edificios. | 4" | 1" |
| Losas y pavimentos. | 3" | 1" |
| Concreto ciclópeo. | 2" | 1" |

Fuente: Elaboración propia y adaptado de MÉTODO ACI 211.1

- Volumen unitario de agua

Tabla 10

Cantidades de agua de mezclado

| | | | | | | | | |
|--|---|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO | 3/4" | | | | | | | |
| ASENTAMIENTO | 4" | | | | | | | |
| VOLUMEN UNITARIO DE AGUA | 205 lt/m ³ | | | | | | | |
| CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO | | | | | | | | |
| ASENTAMIENTO | AGUA EN L/M ³ DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS | | | | | | | |
| | CONSISTENCIA INDICADA | | | | | | | |
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |
| Contenido de aire atrapado (%) | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | - |
| Contenido total de aire (%) | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 |

Fuente: Elaboración propia y adaptado de MÉTODO ACI 211.1

- Contenido de aire

Tabla 11

Contenido de aire

| | | | | | | | | |
|--|--|-------------|-------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| CONTENIDO DE AIRE: | 2% | | | | | | | |
| CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO | | | | | | | | |
| ASENTAMIENTO | AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA | | | | | | | |
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |
| Contenido de aire atrapado (%) | 3 | 2.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0.5 | 0.3 | 0.2 |
| CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | - |
| Contenido total de aire (%) | 8 | 7 | 6 | 5 | 4.5 | 4 | 3.5 | 3 |

Fuente: Elaboración propia y adaptado de MÉTODO ACI 211.1

- Relación agua / cemento

Tabla 12

Relación agua / cemento del concreto

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
| RELACIÓN AGUA CEMENTO (a/c): | 0.56 | |
| RELACIÓN AGUA / CEMENTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO | | |
| Resistencia a la compresión a los 28 días (kg / cm²) f'cr | RELACIÓN AGUA / CEMENTO DE DISEÑO (PESO) | |
| | CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO | CONCRETO CON AIRE INCORPORADO |
| 450 | 0.38 | - |
| 400 | 0.43 | - |

| | | | |
|-----|-------------------|------------|-------------|
| 350 | 0.48 | 0.40 | |
| 300 | 0.55 | 0.46 | |
| 250 | 0.62 | 0.53 | |
| 200 | 0.70 | 0.61 | |
| 150 | 0.80 | 0.71 | |
| | 0.56 = a/c | 250 | 0.62 |
| | | 295 | x |
| | | 350 | 0.48 |

Fuente: Elaboración propia y adaptado de MÉTODO ACI 211.1

- Factor de cemento

Tabla 13
Factor de cemento

| | |
|---|----------------------------|
| $Factor\ de\ Cemento = \frac{Vol\ Unit\ Agua}{a/c}$ | |
| VOLUMEN UNITARIO DE AGUA | 200 lt/m ³ |
| RELACIÓN AGUA/CEMENTO | 0.56 |
| FACTOR DE CEMENTO | 359 kg/m ³ |
| FACTOR DE CEMENTO | 8.45 bolsas/m ³ |

Fuente: Elaboración propia y adaptado de MÉTODO ACI 211.1

- Contenido agregado grueso

Tabla 14
Peso agregado grueso

| | |
|--|--------------------------|
| $PAG = Peso\ Seco\ Compactado \times Factor$ | |
| PESO SECO COMPACTADO | 1580.82 |
| MÓDULO DE FINEZA | 5.15 |
| TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO | ¾ " |
| PESO DEL AGREGADO GRUESO | 414.18 kg/m ³ |

Fuente: Elaboración propia y adaptado de MÉTODO ACI 211.1

- Cálculo de volúmenes absolutos

Tabla 15
Volúmenes absolutos

| MATERIALES | PESO UNITARIO | PESO ESPECÍFICO | VOLUMEN |
|------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| CEMENTO | 359 | 3.12 | 0.115 m ³ |
| AGUA | 200 | 1 | 0.200 m ³ |
| AIRE | 2 | - | 0.020 m ³ |
| SUMA | 0.335 m ³ | | |

Fuente: Elaboración propia

- Contenido agregado fino

Tabla 16

Peso agregado fino

| | |
|---|---------------------------|
| $VOLUMEN\ ABSOLUTO\ DEL\ AGREGADO\ FINO = 1 - \sum\ volumen\ es$ | |
| $PESO\ DEL\ AGREGADO\ FINO\ SECO = VOLUMEN\ ABSOLUTO \times PESO\ ESPECIFICO \times 1000$ | |
| VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO | 0.665 m ³ |
| PESO ESPECÍFICO FINO | 2.54 |
| PESO AGREGADO FINO SECO | 1078.83 kg/m ³ |

Fuente: Elaboración propia y adaptado de MÉTODO ACI 211.1

- Valores de diseño

Tabla 17

Valores de diseño

| | |
|----------------------|---------------------------|
| CEMENTO | 359 kg/m ³ |
| AGUA DE DISEÑO | 200 kg/m ³ |
| AGREGADO FINO SECO | 1078.83 kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO SECO | 414.18 kg/m ³ |

Fuente: Elaboración propia

- Corrección por humedad de agregados

Tabla 18

Corrección por humedad de agregados

| | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| PESO AGREGADO FINO HÚMEDO | 1116.63 kg/m ³ |
| PESO AGREGADO GRUESO HÚMEDO | 416.05 kg/m ³ |
| HUMEDAD SUPERFICIAL AGREGADO FINO | 3.50 % |
| HUMEDAD SUPERFICIAL AGREGADO GRUESO | -0.61 % |
| APORTE DE AGREGADO FINO | 37.80 lt/m ³ |
| APORTE DE AGREGADO GRUESO | -2.54 lt/m ³ |

| | |
|---------------|--------------------------|
| APORTE TOTAL | 35.26 lt/m ³ |
| AGUA EFECTIVA | 164.74 lt/m ³ |

Fuente: Elaboración propia

- Pesos corregidos de materiales

Tabla 19

Pesos corregidos de materiales

| | |
|------------------------|---------------------------|
| CEMENTO | 359.07 kg/m ³ |
| AGUA EFECTIVA | 164.74 kg/m ³ |
| AGREGADO FINO HÚMEDO | 1116.63 kg/m ³ |
| AGREGADO GRUESO HÚMEDO | 411.64 kg/m ³ |

Fuente: Elaboración propia

- Peso de cada proporción por saco de cemento

Tabla 20

Peso de cada proporción por saco de cemento

| | |
|------------------------|-----------------|
| RELACIÓN a/c CORREGIDA | 0.46 |
| CEMENTO | 42.5 kg/bolsa |
| AGUA EFECTIVA | 19.5 lt/bolsa |
| AGREGADO FINO HÚMEDO | 132.17 kg/bolsa |
| AGREGADO GRUESO HÚMEDO | 48.72 kg/bolsa |

Fuente: Elaboración propia

TRABAJABILIDAD

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

Tabla 21

Trabajabilidad del concreto con agregados convencionales

| | |
|--|---------------|
| FICHA DE EVALUACIÓN | |
| MUESTRA: GRUPO CONTROL CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL | |
| DESCRIPCION | MEDIDA |

| | | |
|--------------|------|-------|
| PRUEBA N° 01 | 3.00 | pulg. |
| | 7.62 | cm. |
| PRUEBA N° 02 | 3.50 | pulg. |
| | 8.89 | cm. |
| PRUEBA N° 03 | 3.25 | pulg. |
| | 8.26 | cm. |
| PRUEBA N° 04 | 3.50 | pulg. |
| | 8.89 | cm. |

Fuente: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

Tabla 22

Trabajabilidad del concreto con agregados morrénicos

| FICHA DE EVALUACIÓN | | |
|---|--------|-------|
| MUESTRA: GRUPO CONTROL CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS | | |
| DESCRIPCION | MEDIDA | |
| PRUEBA N° 01 | 6.25 | pulg. |
| | 15.88 | cm. |
| PRUEBA N° 02 | 6.50 | pulg. |
| | 16.51 | cm. |
| PRUEBA N° 03 | 6.75 | pulg. |
| | 17.15 | cm. |
| PRUEBA N° 04 | 6.25 | pulg. |
| | 15.88 | cm. |

Fuente: Elaboración propia

EXUDACIÓN

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

1. Se recolectó la mezcla del grupo control, según indica el procedimiento del ensayo, se toman los siguientes datos:

Peso de la mezcla + Molde (Estado Fresco) (gr) = 22360 gr

Peso Molde (gr) = 4565 gr

Tamaño Máximo Nominal (pulgada) = ¾"

Peso de mezcla + Molde (Estado seco) (gr) = 22325 gr

Diámetro interno del molde o área expuesta (cm) = 20.38 cm

2. Se recolectó el agua exudada durante las 04:40 horas que duró el ensayo obteniendo:

Masa de agua exudada total = 35.18 gr

3. Luego procedimos a calcular los datos requeridos para hacer el cálculo entre áreas, pesos y volúmenes:

Peso de la mezcla (kg) = 17795 gr = 17.795 kg

Área expuesta (cm²) = 326.21 cm²

Volumen del molde (cm³) = 9460.11 cm³

4. Se procedió a calcular el volumen de exudación (ml/cm).

Tabla 23

Cálculo de volumen de exudación del concreto con agregados convencionales

| HORA | INTER. DE TIEMPO (min) | TIEMPO ACUM. (min) | VOLUMEN EXUDADO ACUM. (ml) | VOLUMEN DE AGUA EXUDADO (ml) | VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/hr) | VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/min) | VOLUMEN DE EXUDACION (ml/cm ²) |
|-------|------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| 10:17 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 10:27 | 10 | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 10:37 | 10 | 20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 |
| 10:47 | 10 | 30 | 4.90 | 4.90 | 9.80 | 0.163 | 0.015 |
| 10:57 | 10 | 40 | 7.10 | 2.20 | 10.65 | 0.178 | 0.007 |
| 11:27 | 30 | 70 | 13.30 | 6.20 | 11.40 | 0.190 | 0.019 |
| 11:57 | 30 | 100 | 19.50 | 6.20 | 11.70 | 0.195 | 0.019 |
| 12:27 | 30 | 130 | 25.30 | 5.80 | 11.68 | 0.195 | 0.018 |
| 12:57 | 30 | 160 | 29.00 | 3.70 | 10.88 | 0.181 | 0.011 |
| 13:27 | 30 | 190 | 32.60 | 3.60 | 10.29 | 0.172 | 0.011 |
| 13:57 | 30 | 220 | 37.20 | 4.60 | 10.15 | 0.169 | 0.014 |
| 14:27 | 30 | 250 | 38.20 | 1.00 | 9.17 | 0.153 | 0.003 |
| 14:57 | 30 | 280 | 38.30 | 0.10 | 8.21 | 0.137 | 0.000 |

Fuente: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

1. Se recolectó la mezcla del grupo control, según indica el procedimiento del ensayo, se toman los siguientes datos:

Peso de la mezcla + Molde (Estado Fresco) (gr) = 23960 gr

Peso Molde (gr) = 4565 gr

Tamaño Máximo Nominal (pulgada) = $\frac{3}{4}$ "

Peso de mezcla + Molde (Estado seco) (gr) = 23905 gr

Diámetro interno del molde o área expuesta (cm) = 20.38 cm

2. Se recolectó el agua exudada durante las 04:40 horas que duró el ensayo obteniendo:

Masa de agua exudada total = 50.00 gr

3. Luego procedimos a calcular los datos requeridos para hacer el cálculo entre áreas, pesos y volúmenes:

Peso de la mezcla (kg) = 17795 gr = 17.795 kg

Área expuesta (cm²) = 326.21 cm²

Volumen del molde (cm³) = 9460.11 cm³

4. Se procedió a calcular el volumen de exudación (ml/cm).

Tabla 24

Cálculo de volumen de exudación del concreto con agregados morrénicos

| HORA | INTER. DE TIEMPO (min) | TIEMPO ACUM. (min) | VOLUMEN EXUDADO ACUM. (ml) | VOLUMEN DE AGUA EXUDADO (ml) | VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/hr) | VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/min) | VOLUMEN DE EXUDACION (ml/cm ²) |
|-------|------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|
| 09:10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 09:20 | 10.00 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 09:30 | 10.00 | 20.00 | 1.50 | 1.50 | 4.50 | 0.08 | 0.00 |
| 09:40 | 10.00 | 30.00 | 2.60 | 1.10 | 5.20 | 0.09 | 0.00 |
| 09:50 | 10.00 | 40.00 | 2.90 | 0.30 | 4.35 | 0.07 | 0.00 |
| 10:20 | 30.00 | 70.00 | 6.40 | 3.50 | 5.49 | 0.09 | 0.01 |
| 10:50 | 30.00 | 100.00 | 11.80 | 5.40 | 7.08 | 0.12 | 0.02 |
| 11:20 | 30.00 | 130.00 | 15.40 | 3.60 | 7.11 | 0.12 | 0.01 |

| | | | | | | | |
|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|
| 11:50 | 30.00 | 160.00 | 20.80 | 5.40 | 7.80 | 0.13 | 0.02 |
| 12:20 | 30.00 | 190.00 | 24.90 | 4.10 | 7.86 | 0.13 | 0.01 |
| 12:50 | 30.00 | 220.00 | 31.10 | 6.20 | 8.48 | 0.14 | 0.02 |
| 13:20 | 30.00 | 250.00 | 37.00 | 5.90 | 8.88 | 0.15 | 0.02 |
| 13:50 | 30.00 | 280.00 | 44.10 | 7.10 | 9.45 | 0.16 | 0.02 |
| 14:20 | 30.00 | 310.00 | 48.00 | 3.90 | 9.29 | 0.15 | 0.01 |
| 14:50 | 30.00 | 340.00 | 51.20 | 3.20 | 9.04 | 0.15 | 0.01 |

Fuente: Elaboración propia

TIEMPO DE FRAGUADO

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

1. Se separa una proporción de mezcla fresca de concreto y se tamiza por la malla N° 4 para rellenarlos en moldes cuadrados o cilíndricos varillando para compactar a una sola capa y se va controlando la temperatura de la muestra. Se toma nota de la hora de inicio de contacto de agua con el cemento.
2. Se fue extrayendo el agua que exudaba la muestra para luego hacer las pruebas con las agujas con intervalos de tiempo de entre 30 a 60 minutos.
3. En función a los datos recolectados se calcula la resistencia a la penetración.

Tabla 25

1° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados convencionales

| HORA | TIEMPO TRANSCURRIDO (horas) | TIEMPO (min) | DIÁMETRO DE AGUJA (pulg) | | ÁREA (Pulg ²) | FUERZA (Libras) | RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI) |
|-------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------|------------------------------|--------------------|---|
| | | | FRACCIÓN | ENTERO | | | |
| 01:30 | 04:05:00 | 245 | 1 1/8 | 1.125 | 0.994 | 200 | 201.203 |
| 02:00 | 04:35:00 | 275 | 13/16 | 0.813 | 0.518 | 176 | 339.450 |
| 02:30 | 05:05:00 | 305 | 9/16 | 0.563 | 0.249 | 170 | 684.091 |
| 03:00 | 05:35:00 | 335 | 3/8 | 0.375 | 0.110 | 102 | 923.523 |
| 03:30 | 06:05:00 | 365 | 1/4 | 0.250 | 0.049 | 96 | 1955.696 |
| 04:05 | 06:40:00 | 400 | 3/16 | 0.188 | 0.028 | 114 | 4128.691 |

Fuente: Elaboración propia

Se considera como tiempo de inicio de fragua cuando la fuerza sobre la superficie de la muestra aplicada en el penetrómetro mecánico pasa los 500 PSI.

Tabla 26

2° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados convencionales

| HORA | TIEMPO TRANSCURRIDO (horas) | TIEMPO (min) | DIÁMETRO DE AGUJA (pulg) | | ÁREA (Pulg ²) | FUERZA (Libras) | RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI) |
|-------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------|------------------------------|--------------------|---|
| | | | FRACCIÓN | ENTERO | | | |
| 01:30 | 04:05:00 | 245 | 1 1/8 | 1.125 | 0.994 | 200 | 201.203 |
| 02:05 | 04:35:00 | 275 | 13/16 | 0.813 | 0.518 | 190 | 366.452 |
| 02:35 | 05:05:00 | 305 | 9/16 | 0.563 | 0.249 | 194 | 780.669 |
| 03:05 | 05:35:00 | 335 | 3/8 | 0.375 | 0.110 | 140 | 1267.581 |
| 03:35 | 06:05:00 | 365 | 1/4 | 0.250 | 0.049 | 120 | 2444.620 |
| 04:20 | 06:40:00 | 410 | 3/16 | 0.188 | 0.028 | 124 | 4490.857 |

Fuente: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

1. Se separa una proporción de mezcla fresca de concreto y se tamiza por la malla N° 4 para rellenarlos en moldes cuadrados o cilíndricos varillando para compactar a una sola capa y se va controlando la temperatura de la muestra. Se toma nota de la hora de inicio de contacto de agua con el cemento.
2. Se fue extrayendo el agua que exudaba la muestra para luego hacer las pruebas con las agujas con intervalos de tiempo de entre 30 a 60 minutos.
3. En función a los datos recolectados se calcula la resistencia a la penetración.

Tabla 27

1° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados morrénicos

| HORA | TIEMPO TRANSCURRIDO (horas) | TIEMPO (min) | DIÁMETRO DE AGUJA (pulg) | | ÁREA (Pulg ²) | FUERZA (Libras) | RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI) |
|-------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------|------------------------------|--------------------|---|
| | | | FRACCIÓN | ENTERO | | | |
| 02:20 | 05:00:00 | 300 | 1 1/8 | 1.125 | 0.994 | 118 | 118.710 |
| 03:02 | 05:42:00 | 342 | 13/16 | 0.813 | 0.518 | 125 | 241.087 |
| 03:33 | 06:13:00 | 373 | 9/16 | 0.563 | 0.249 | 140 | 563.369 |
| 04:03 | 06:43:00 | 403 | 3/8 | 0.375 | 0.110 | 125 | 1131.768 |
| 04:30 | 07:10:00 | 430 | 1/4 | 0.250 | 0.049 | 87 | 1772.349 |
| 05:18 | 07:58:00 | 478 | 3/16 | 0.188 | 0.028 | 115 | 4164.908 |

Fuente: Elaboración propia

Se considera como tiempo de inicio de fragua cuando la fuerza sobre la superficie de la muestra aplicada en el penetrómetro mecánico pasa los 500 PSI.

Tabla 28

2° Cálculo de resistencia a la penetración del concreto con agregados morrénicos

| HORA | TIEMPO TRANSCURRIDO (horas) | TIEMPO (min) | DIÁMETRO DE AGUJA (pulg) | | ÁREA (Pulg ²) | FUERZA (Libras) | RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (PSI) |
|-------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------|--------|------------------------------|--------------------|---|
| | | | FRACCIÓN | ENTERO | | | |
| 02:20 | 05:00:00 | 300 | 1 1/8 | 1.125 | 0.994 | 114 | 114.686 |
| 03:02 | 05:42:00 | 342 | 13/16 | 0.813 | 0.518 | 168 | 324.021 |
| 03:35 | 06:15:00 | 375 | 9/16 | 0.563 | 0.249 | 159 | 639.826 |
| 04:05 | 06:45:00 | 405 | 3/8 | 0.375 | 0.110 | 129 | 1167.985 |
| 04:34 | 07:14:00 | 434 | 1/4 | 0.250 | 0.049 | 122 | 2485.364 |
| 05:02 | 07:42:00 | 462 | 3/16 | 0.188 | 0.028 | 111 | 4020.042 |

Fuente: Elaboración propia

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

La resistencia a la compresión se evaluó en roturas a las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días. Este ensayo se realizó al concreto ya endurecido a probetas de 6" x 12". Se calculó el área de contacto según las indicaciones del ensayo ya dados en el marco teórico.

Tabla 29

Cálculo de resistencia a la compresión del concreto con agregados convencionales

| N° | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN ROTURA MM | ALTURA DE ESPECIMEN MM | RESISTENCIA DE ESPECIMEN EN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO | % RESISTENCIA |
|----|---------------------------|-----------------|-----------------|------|------------------------------|------------------------|---|-----------------------|---------------|
| 1 | R-001 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 93.10 | 210 | 44% |
| 2 | R-002 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 94.70 | 210 | 45% |
| 3 | R-003 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 96.90 | 210 | 46% |
| 4 | R-004 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 142.60 | 210 | 68% |
| 5 | R-005 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 149.40 | 210 | 71% |
| 6 | R-006 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 151.40 | 210 | 72% |
| 7 | R-007 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 173.10 | 210 | 82% |
| 8 | R-008 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 177.80 | 210 | 85% |
| 9 | R-009 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 179.40 | 210 | 85% |
| 10 | R-010 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 228.40 | 210 | 109% |
| 11 | R-011 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 229.70 | 210 | 109% |
| 12 | R-012 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 231.00 | 210 | 110% |
| 13 | R-013 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 252.00 | 210 | 120% |
| 14 | R-014 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 257.80 | 210 | 123% |
| 15 | R-015 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 258.50 | 210 | 123% |

Fuente: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

La resistencia a la compresión se evaluó en roturas a las edades de 3, 7, 14, 21 y 28 días. Este ensayo se realizó al concreto ya endurecido a probetas

de 6" x 12". Se calculó el área de contacto según las indicaciones del ensayo ya dados en el marco teórico.

Tabla 30

Cálculo de resistencia a la compresión del concreto con agregados morrénicos

| N° | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN ROTURA MM | ALTURA DE ESPECIMEN MM | RESISTENCIA DE ESPECIMEN EN (kg/cm ²) | RESISTENCIA DE DISEÑO | % RESISTENCIA |
|----|---------------------------|-----------------|-----------------|------|------------------------------|------------------------|---|-----------------------|---------------|
| 1 | R-001 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 113.30 | 210 | 54% |
| 2 | R-002 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 116.70 | 210 | 56% |
| 3 | R-003 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 118.60 | 210 | 56% |
| 4 | R-004 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 162.30 | 210 | 77% |
| 5 | R-005 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 169.10 | 210 | 81% |
| 6 | R-006 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 164.60 | 210 | 78% |
| 7 | R-007 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 193.50 | 210 | 32% |
| 8 | R-008 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 192.80 | 210 | 32% |
| 9 | R-009 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 196.10 | 210 | 33% |
| 10 | R-010 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 245.90 | 210 | 117% |
| 11 | R-011 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 248.20 | 210 | 118% |
| 12 | R-012 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 249.60 | 210 | 119% |
| 13 | R-013 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 273.30 | 210 | 130% |
| 14 | R-014 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 275.10 | 210 | 131% |
| 15 | R-015 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 278.40 | 210 | 133% |

Fuente: Elaboración propia

3.8. Técnicas y análisis de datos

Después de la recolección de los datos y procesamiento de la información adecuada se procedió con la descomposición de los resultados obtenidos, con respecto a la caracterización de los agregados, ensayos de calidad al concreto respecto a sus propiedades en estado fresco y estado endurecido.

El seguimiento que se mantuvo para el análisis de los datos correspondientes fue el siguiente:

- Selección de los materiales.
- Extracción de los materiales.
- Caracterización de las propiedades de los materiales.
- Ensayos de laboratorio para determinar el diseño de mezcla.
- Elaboración del diseño de mezcla.
- Ensayos de calidad al concreto en estado fresco.
- Ensayos de calidad al concreto en estado endurecido.

Para el desarrollo continuo se utilizaron los Software a mencionar:

- Microsoft Word, programa informático orientado al procesamiento de textos, permitió la elaboración del presente proyecto de investigación.
- Microsoft Excel, programa que permite generar hojas de cálculo, tablas, gráficos, etc. esencialmente tuvo lugar en los cálculos de los ensayos de laboratorio respectivos.
- S10, herramienta para elaborar presupuestos de todo tipo de proyectos, a partir de los metrados, con rapidez y sencillez; permitió conocer con anticipación el monto que se debe invertir para el presente proyecto de investigación.

TRABAJABILIDAD

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

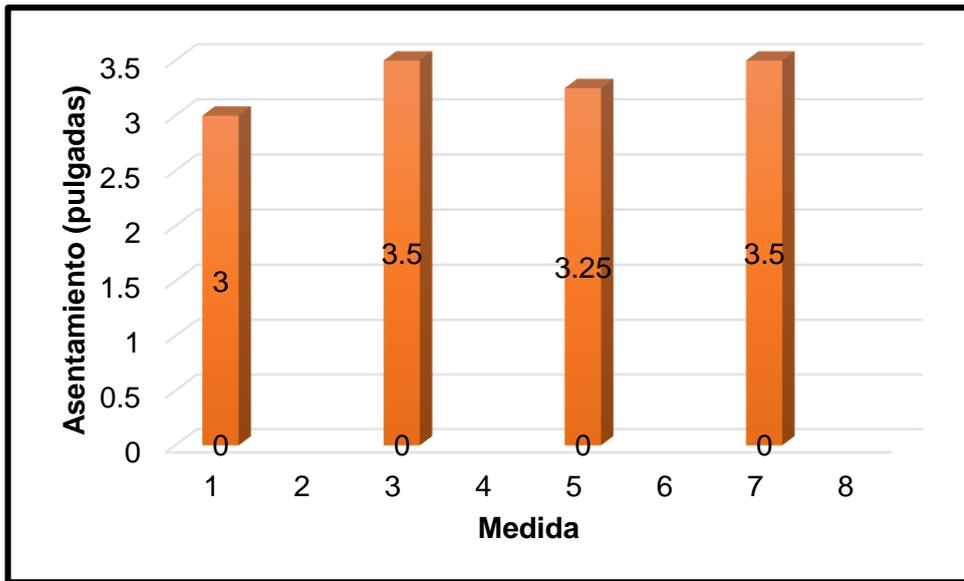


Figura 14. Asentamiento del concreto con agregado convencional
 FUENTE: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

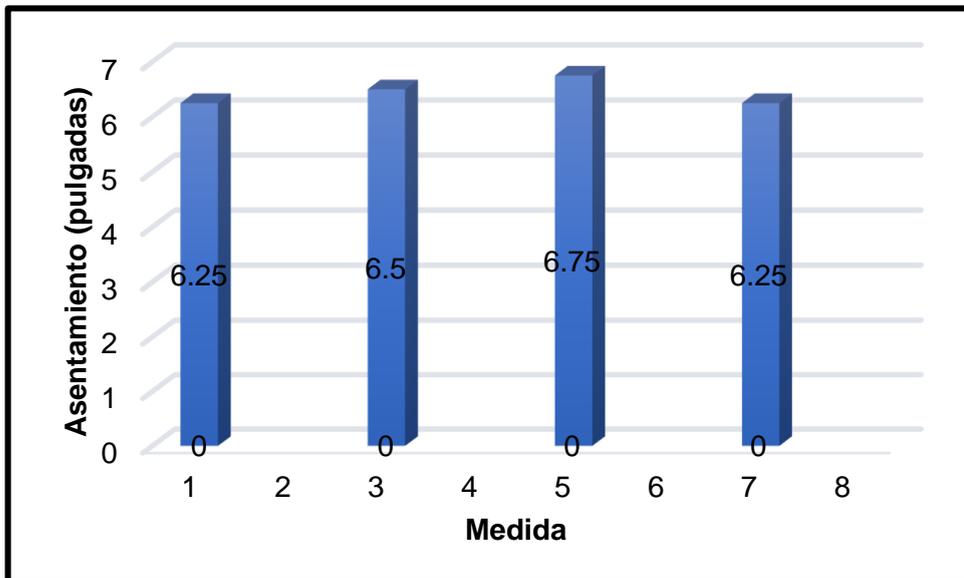


Figura 15. Asentamiento del concreto con agregados morrénicos
 FUENTE: Elaboración propia

EXUDACIÓN

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

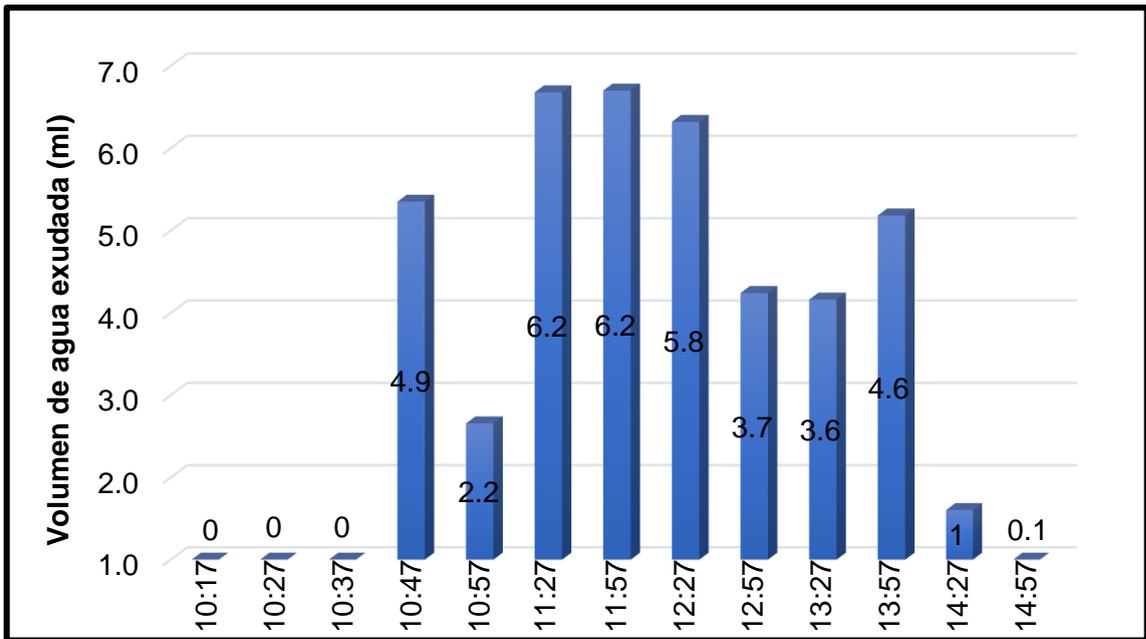


Figura 16. Volumen de agua exudada del concreto con agregado convencional
FUENTE: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

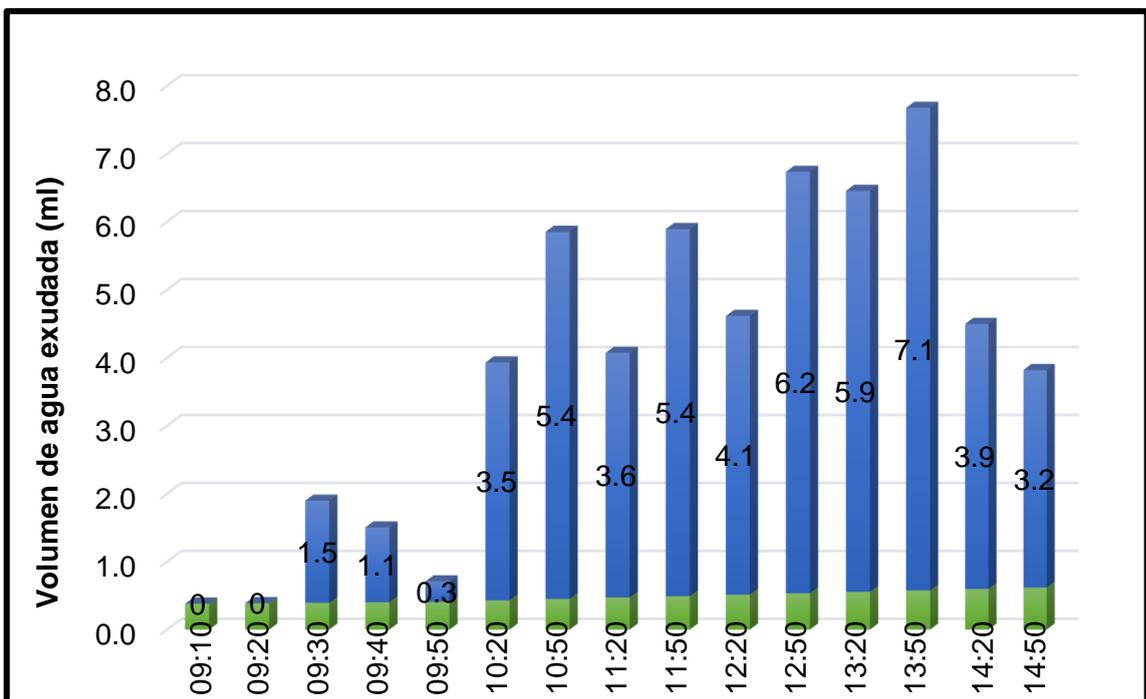


Figura 17. Volumen de agua exudada del concreto con agregados morrénicos
FUENTE: Elaboración propia

TIEMPO DE FRAGUADO

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

Tabla 31

1° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregado convencional

| TIEMPO DE FRAGUA | HORAS | MINUTOS |
|--------------------------|------------|------------|
| FRAGUA INICIAL (500 PSI) | 4 h 55 min | 294.57 min |
| FRAGUA FINAL (4000 PSI) | 6 h 43 min | 402.87 min |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

2° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregado convencional

| TIEMPO DE FRAGUA | HORAS | MINUTOS |
|--------------------------|------------|------------|
| FRAGUA INICIAL (500 PSI) | 4 h 48 min | 287.83 min |
| FRAGUA FINAL (4000 PSI) | 6 h 36 min | 396.14 min |

Fuente: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

Tabla 33

1° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregados morrénicos

| TIEMPO DE FRAGUA | HORAS | MINUTOS |
|--------------------------|------------|------------|
| FRAGUA INICIAL (500 PSI) | 6 h 10 min | 369.90 min |
| FRAGUA FINAL (4000 PSI) | 7 h 51 min | 402.87 min |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

2° Cálculo de tiempo de fragua inicial y final del concreto con agregados morrénicos

| TIEMPO DE FRAGUA | HORAS | MINUTOS |
|--------------------------|------------|------------|
| FRAGUA INICIAL (500 PSI) | 6 h 4 min | 364.44 min |
| FRAGUA FINAL (4000 PSI) | 7 h 39 min | 458.96 min |

Fuente: Elaboración propia

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

GRUPO CONTROL: CONCRETO CON AGREGADO CONVENCIONAL

Tabla 35

Promedio de resistencia a la compresión del concreto con agregado convencional

| N° | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | RESISTENCIA DE ESPECIMEN (kg/cm ²) | PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|-----------------|-----------------|------|--|---|
| 1 | R-001 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 93.10 | 94.90 |
| 2 | R-002 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 94.70 | |
| 3 | R-003 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 96.90 | |
| 4 | R-004 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 142.60 | 147.80 |
| 5 | R-005 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 149.40 | |
| 6 | R-006 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 151.40 | |
| 7 | R-007 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 173.10 | 176.77 |
| 8 | R-008 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 177.80 | |
| 9 | R-009 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 179.40 | |

| | | | | | | |
|----|-------|------------|------------|----|--------|--------|
| 10 | R-010 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 228.40 | 229.70 |
| 11 | R-011 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 229.70 | |
| 12 | R-012 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 231.00 | |
| 13 | R-013 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 252.00 | 256.10 |
| 14 | R-014 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 257.80 | |
| 15 | R-015 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 258.50 | |

Fuente: Elaboración propia

GRUPO EXPERIMENTAL: CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS

Tabla 36

Promedio de resistencia a la compresión del concreto con agregados morrénicos

| N° | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | RESISTENCIA DE ESPECIMEN (kg/cm ²) | PROMEDIO DE RESISTENCIA (kg/cm ²) |
|----|---------------------------|-----------------|-----------------|------|--|---|
| 1 | R-001 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 113.30 | 116.20 |

| | | | | | | |
|----|-------|------------|------------|----|--------|--------|
| 2 | R-002 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 116.70 | |
| 3 | R-003 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 118.60 | |
| 4 | R-004 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 162.30 | 165.33 |
| 5 | R-005 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 169.10 | |
| 6 | R-006 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 164.60 | |
| 7 | R-007 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 193.50 | 194.13 |
| 8 | R-008 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 192.80 | |
| 9 | R-009 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 196.10 | |
| 10 | R-010 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 245.90 | 247.90 |
| 11 | R-011 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 248.20 | |
| 12 | R-012 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 249.60 | |
| 13 | R-013 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 273.30 | 275.60 |
| 14 | R-014 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 275.10 | |
| 15 | R-015 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 278.40 | |

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

RESULTADOS

Los resultados de todos los ensayos y pruebas obtenidas se compararán entre el grupo control, concreto con agregados convencionales y el grupo experimental, concreto con agregados morrénicos.

4.1. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO.

Tabla 37

Resultados de la granulometría del agregado grueso

| ENSAYO: GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.037) | | | | | |
|--|---------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| AGREGADO GRUESO CANTERA PILCOMAYO | | | Muestra: N° M-1 | | |
| | | Peso + Tara: | 2100 | | |
| | | Tara: | 100 | | |
| | | Peso: | 2000 | | |
| TAMIZ | DIÁMETRO (MM) | PESO RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO | PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA |
| 1 1/2" | 37.5 | 0.00 | - | - | 100.00 |
| 1" | 25.4 | - | - | - | 100.00 |
| 3/4" | 19 | 731.50 | 36.58 | 36.58 | 63.43 |
| 1/2" | 12.7 | 614.50 | 30.73 | 67.30 | 32.70 |
| 3/8" | 9.5 | 548.50 | 27.43 | 94.73 | 5.27 |
| N° 4 | 4.75 | 103.00 | 5.15 | 99.88 | 0.12 |
| N° 8 | 2.36 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°16 | 1.18 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°30 | 0.59 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°50 | 0.295 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°100 | 0.1475 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N° 200 | 0.0737 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| Fondo | | 2.50 | 0.13 | 100.00 | - |
| TOTAL | | 2,000.00 | 100.00 | TMN: | 3/4" |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Resultados de la granulometría del agregado fino

| ENSAYO: GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (NTP 400.037) | |
|--|--|
|--|--|

AGREGADO FINO
CANTERA PILCOMAYO

Muestra: N° M-1

| | |
|---------------------|------------|
| Peso + Tara: | 557 |
| Tara: | 57 |
| Peso: | 500 |

| TAMIZ | DIÁMETRO (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|--------------|---------------|---------------|------------|----------------------|------------|
| 1" | 25.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12.7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.5 | 13.00 | 2.60 | 2.60 | 97.40 |
| N° 4 | 4.75 | 104.50 | 20.90 | 23.50 | 76.50 |
| N° 8 | 2.36 | 113.00 | 22.60 | 46.10 | 53.90 |
| N°16 | 1.18 | 88.00 | 17.60 | 63.70 | 36.30 |
| N°30 | 0.59 | 69.00 | 13.80 | 77.50 | 22.50 |
| N°50 | 0.295 | 51.00 | 10.20 | 87.70 | 12.30 |
| N°100 | 0.1475 | 37.00 | 7.40 | 95.10 | 4.90 |
| N° 200 | 0.0737 | 24.50 | 4.90 | 100.00 | - |
| Fondo | | - | - | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 500.00 | 100.0 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en estas tablas, los agregados morrénicos presentan agregados gruesos y finos, estos con determinadas características que aportan a un diseño de mezcla viable. Los agregados son lo que dan estabilidad a la base genérica del concreto, en este caso el 36.58% del agregado grueso es de gravas de ¾", ya que para la elaboración del concreto final es importante el mayor tamaño del agregado. La granulometría que presenta los agregados morrénicos nos dan un resultado favorable para diseñar el concreto y seguir con su elaboración con la finalidad de que sea beneficiosa ya que habrá una combinación correcta para la base genérica del concreto.

4.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

TRABAJABILIDAD

En función al análisis realizado para esta propiedad física del concreto se obtuvo la siguiente tabla, donde el grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) y el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) se compararon:

Tabla 39

Comparación de resultados de asentamiento (slump)

| GRUPO CONTROL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADOS CONVENCIONALES | | GRUPO EXPERIMENTAL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON AGREGADOS MORRÉNICOS | |
|--|-----------|---|-----------|
| PROMEDIO | 3.31 pulg | PROMEDIO | 6.44 pulg |

Fuente: Elaboración propia

El promedio de asentamiento del diseño de mezcla con agregados convencionales del grupo control es de 3.31 pulgadas y del grupo experimental con agregados morrénicos es de 6.44 pulgadas haciendo una diferencia notable entre ambas consistencias en un 94.34% de incremento de esta propiedad, siendo la del grupo experimental mucho más suelta, llegando hasta una consistencia fluida lo cual demuestra que estos agregados morrénicos son eficaces en la modificación de esta propiedad física del concreto.

EXUDACIÓN

En función al análisis realizado para esta propiedad física del concreto se obtuvo la siguiente tabla, donde el grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) y el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) se compararon:

Tabla 40

Comparación de resultados de exudación del concreto

| EXUDACIÓN | GRUPO CONTROL | GRUPO EXPERIMEN TAL | UNIDAD |
|------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------|
|------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------|

| | | | |
|--|--------|--------|--------|
| VOLUMEN TOTAL DE AGUA DE EXUDACION | 38.3 | 51.2 | ml |
| AREA EXPUESTA DEL CONCRETO (cm2) | 326.21 | 326.21 | cm2 |
| AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE | 0.18 | 0.16 | ml/cm2 |
| PESO TOTAL DE LA MUESTRA ELABORADA | 48.57 | 48.57 | Kg |
| PESO DE LA MUESTRA | 17.80 | 19.40 | Kg |
| PESO NETO DEL AGUA EN LA MUESTRA | 4.19 | 4.19 | Kg |
| AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA | 1.53 | 1.67 | Kg |
| CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA | 2.50 | 3.06 | % |
| TIEMPO TOTAL DE EXUDACION | 280 | 340 | min |
| VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION | 0.13 | 0.15 | ml/min |
| VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION | 7.8 | 9.0 | ml/hr |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Diferencia de resultados de exudación

| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | | | |
|--|-----|------|--------|
| VOLUMEN TOTAL DE AGUA DE EXUDACION | 34% | 12.9 | ml |
| AGUA DE EXUDACION POR UNIDAD DE SUPERFICIE | 34% | 0.40 | ml/cm2 |

| | | | |
|--|-------|------|--------|
| AGUA TOTAL QUE CONTIENE LA MUESTRA ESTUDIADA | 9% | 0.14 | Kg |
| CANTIDAD DE AGUA EXTRAIDA | 0.57% | 0.57 | % |
| TIEMPO TOTAL DE EXUDACION | 21% | 60 | min |
| VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION | 15% | 0.02 | ml/min |
| VELOCIDAD PROMEDIO DE EXUDACION | 15% | 1.2 | ml/hr |

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en las tablas anteriores, la muestra del grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) exudó 12.9 mL o 34% más que el grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales), esto indica que los agregados morrénicos inducen a que la muestra experimental pierda mayor volumen de agua y que a su vez genere mayor valor de exudación por unidad de superficie.

También se determinó que el tiempo de exudación del grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) fue mayor en un 21% con respecto al grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) con una diferencia de 60 min entre el tiempo en que finalizó el ensayo de cada muestra, lo que permitió calcular la diferencia de velocidades promedio de exudación, la cual fue de 1.2 ml/h o 15%, siendo mayor el valor del grupo experimental con respecto al de control.

TIEMPO DE FRAGUADO

Tanto el grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) como el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) se analizaron para obtener la resistencia la penetración de 500 PSI y 4000 PSI para obtener el tiempo de fragua inicial y final respectivamente.

Para el grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) se obtuvo un tiempo de fragua inicial de 291.5 minutos equivalentes a 04 horas 51 minutos y 30 segundos, y el tiempo de fragua final 399.5 minutos equivalentes a 06 horas 39 minutos y 30 segundos.

Para el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) se obtuvo un tiempo de fragua inicial de 367 minutos equivalentes a 06 horas 07 minutos, y el tiempo de fragua final 465 minutos equivalentes a 07 horas 45 minutos.

La diferencia entre el grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) y experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) en el tiempo de fragua inicial fue de 75.5 minutos y en el tiempo de fragua final 65.5 minutos siendo los tiempos mayores con agregados morrénicos.

Tabla 42
Comparación de resultados de tiempo de fraguado

| FUERZA (PSI) | TIEMPO ACUMULADO (minutos) |
|--------------|----------------------------|
| 4000 | 465 |
| | 399.5 |
| 500 | 367 |
| | 291.5 |

Fuente: Elaboración propia

4.3. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En función a todas las roturas del grupo experimental y control, se realizó las siguientes tablas:

Tabla 43

Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregados convencionales

| EDAD DEL CONCRETO (DIAS) | PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM2) |
|--------------------------|---|
| 3 | 94.9 |
| 7 | 147.8 |
| 14 | 176.77 |
| 21 | 229.7 |
| 28 | 256.1 |

Fuente: Elaboración propia

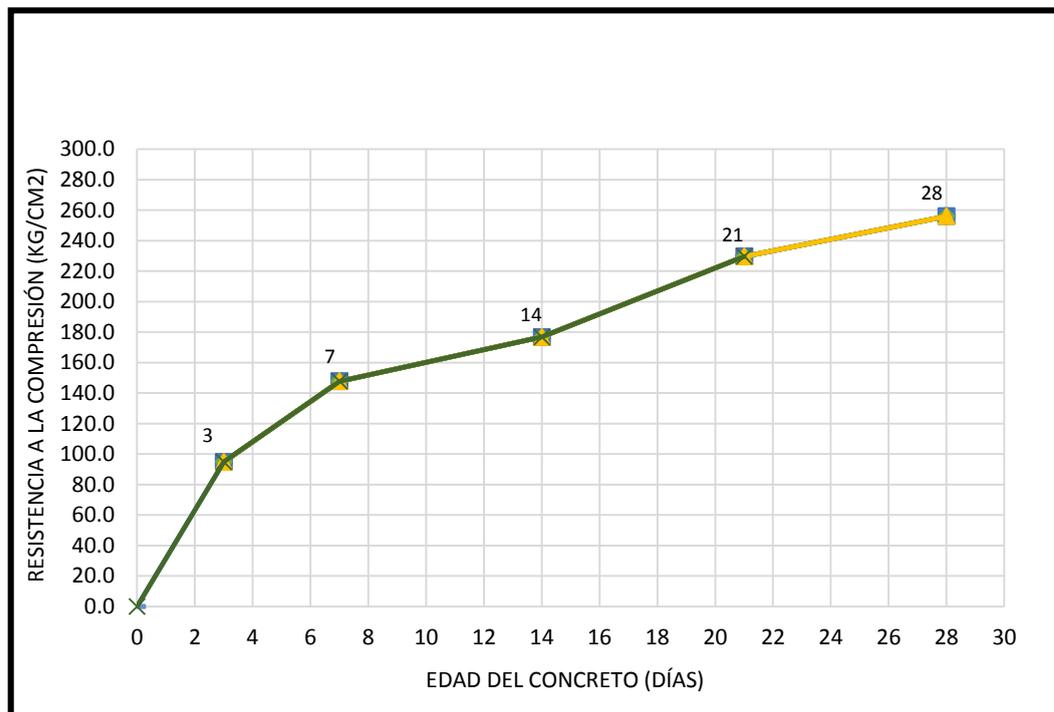


Figura 18. Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregado convencional

FUENTE: Elaboración Propia

En esta figura se puede ver que el concreto diseñado destacó la resistencia del diseño de mezcla de $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días, el agregado con el que se trabajó fue el convencional.

Tabla 44
Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregados morrénicos

| EDAD DEL CONCRETO (DIAS) | PROMEDIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM2) |
|---------------------------------|--|
| 3 | 116.2 |
| 7 | 165.33 |
| 14 | 194.13 |
| 21 | 247.9 |
| 28 | 275.6 |

Fuente: Elaboración propia

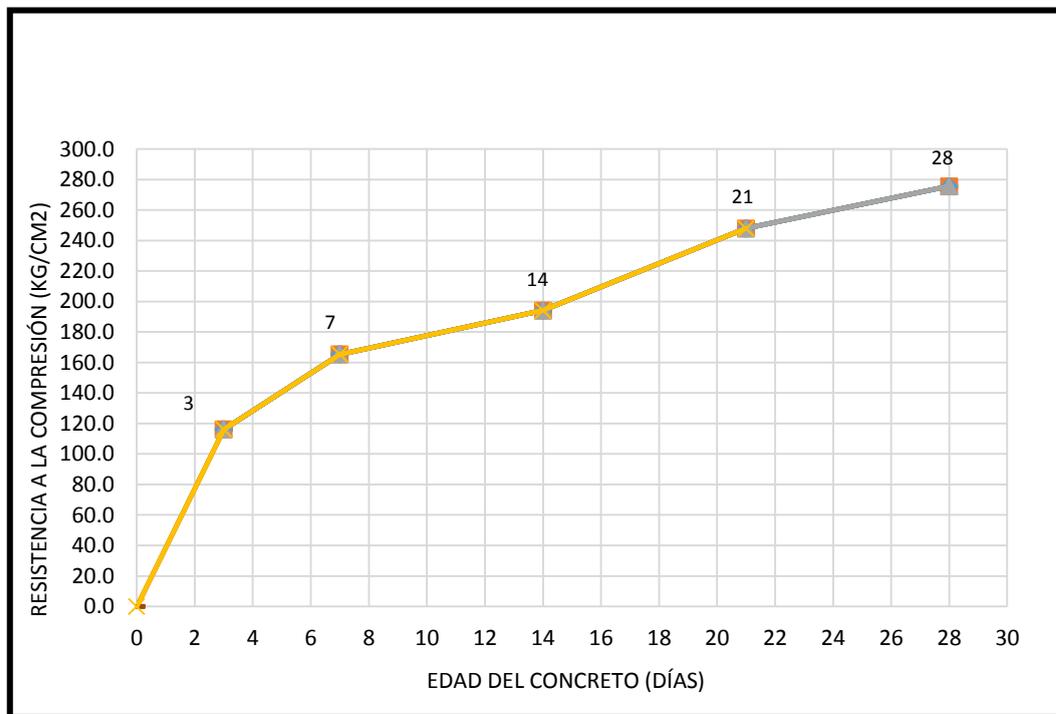


Figura 19. Resistencia a la compresión del diseño de mezcla con agregados morrénicos
 FUENTE: Elaboración Propia

En esta figura se puede ver que el concreto diseñado superó la resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm² a los 28 días de vaciado del concreto, el agregado con el que se trabajó fue el morrénico. Por lo tanto, con el agregado convencional o con el agregado morrénico se puede realizar una composición genérica correcta, ya que al comparar el diseño de mezcla con agregados convencionales y con

agregados morrénicos, estos obtuvieron una resistencia mayor a lo que se rigió
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS

- a) La hipótesis con respecto a la granulometría de los agregados morrénicos fue aceptada. El resultado del análisis granulométrico de los agregados morrénicos para el diseño de mezcla del concreto es favorable ya que contiene las partículas del tamaño necesario que se menciona en los requisitos de agregados para concreto, es por ello que se continuó con el proyecto de investigación.

5.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

- b) La hipótesis con respecto a las propiedades físicas del concreto fue aceptada. La influencia de los agregados morrénicos es positiva habiéndose incrementado en un 94.34% la fluidez del grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) respecto al grupo de control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales), esto se puede observar en la Tabla Comparación de resultados de asentamiento (slump), obteniéndose un slump promedio para el grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) de 3.31 pulgas

mientras que para el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) el slump fue de 6.44 pulgadas. La trabajabilidad obtenida con los agregados es beneficiosa para el uso en obras civiles en el Valle del Mantaro, pues debido a la modificación de dicha propiedad se permitirá una mejor colocación del concreto en los elementos estructurales de la obra civil, sobre todo cuando exista considerable tráfico de acero, así mismos evitará la formación de cangrejeras y la generación de espacios vacíos entre las barras de concreto. También al ser de una consistencia más fluida el concreto elaborado con agregados morrénicos permitirá una mejor adhesión entre el concreto y las corrugaciones de las barras de acero utilizadas, disminución el vibrado y facilidad en la colocación del concreto.

Con respecto al tiempo de exudación, para el grupo control fue de 280 minutos y el del grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) fue de 340 minutos, haciendo una diferencia de 60 minutos que es un 21.43% de tiempo extra de exudación del grupo experimental con respecto al grupo control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales).

La exudación excesiva del concreto produce un efecto negativo debido a que el agua que exuda va creando conductos capilares que genera un concreto menos impermeables y de menor durabilidad, así como la capa superior del concreto presenta una menor resistencia debido a que el agua que asciende ocasiona una mayor relación agua / cemento en la superficie. En cuanto a la exudación del concreto con agregados morrénicos se observa que este se incrementa de una forma considerable, sin embargo en relación al uso en elementos estructurales tales como vigas y columnas no supondrá una influencia negativa debido a que la exudación no juega papel determinante en la resistencia de estos elementos, sin embargo para el uso en las losas de concreto supondrá una consideración especial en cuanto a la exudación debido a que estas presentan un gran área superficial en la cual el agua se evaporara de forma acelerada, lo cual generaría a las pocas horas de colocado del concreto fisuras por contracción, por lo que se deberá prever este efecto

y evitar colocar el concreto en días soleados, porque esto acelerara la evaporación del agua exudada de la mezcla.

Y acerca del tiempo de fragua inicial promedio para el grupo control fue 291.5 minutos equivalentes a 04 horas 51 minutos y 30 segundos, y el tiempo de fragua final promedio 399.5 minutos equivalentes a 06 horas 39 minutos y 30 segundos; mientras que para el grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) obtuvo un tiempo de fragua inicial promedio de 367 minutos equivalentes a 06 horas 07 minutos, y el tiempo de fragua final promedio 465 minutos equivalentes a 07 horas 45 minutos, lo cual nos indica que el tiempo de inicio de fragua de la muestra experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) se retrasó en 75.5 minutos respecto al inicio del tiempo de fragua de la muestra control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales); debido a este inicio tardío del tiempo de fragua se obtuvo un tiempo final de fragua mayor.

Con respecto al antecedente de origen internacional: “Colonización de morrenas en glaciar Moscos, Región de Aysén, Chile” perteneciente a Cisternas (2016), en el cual se utilizó como sedimentos de glaciar y morrenas; los resultados obtenidos son compatibles pues para una dosificación de 250 ml por cada 100 kg y con una relación de $a/c = 0.50$ se obtuvo un incremento del 50.00% en la fluidez, mientras que en nuestra tesis se observó un incremento de 94.34%, teniendo una dosificación de 250 ml por cada bolsa de cemento, por lo que se puede comprobar la efectividad de los agregados en cuanto a los modificación de la propiedad de fluidez la cual la comprobamos por ensayo de cono de Abrams.

5.3. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

- c) La tercera hipótesis fue aceptada debido a que hubo incremento notable o superior al 10% a los 28 días de vaciado. Los ensayos de resistencia a la compresión realizados arrojaron los siguientes valores: para los 7 días el promedio de resistencia del grupo experimental fue mayor en un 4.29% en relación a grupo de control siendo los valores de 147.8 Kg/cm² y 165.33 kg/cm²

respectivamente lo cual nos indica que la resistencia se ve incrementada de una forma moderada a los 7 días.

Para los 14 días se observó un aumento significativo de la resistencia promedio del grupo experimental (diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos) respecto al grupo de control (diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales) con un aumento del 19.40% obteniendo los valores de 176.77 kg/cm² para el grupo control y 194.13 Kg/cm² para el grupo experimental. Esto nos indica un aumento considerable de la resistencia a los 14 días posteriores a la elaboración de los especímenes. Por último, para los 28 días se obtuvo las siguientes resistencias, para los especímenes con agregados convencionales se calculó una resistencia promedio de 256.1 Kg/cm² mientras que para los especímenes con agregados morrénicos se obtuvo una resistencia promedio de 275.6 kg/cm², lo cual indica que los especímenes con agregados morrénicos obtuvieron un incremento de la resistencia a la compresión, con respecto a los especímenes con agregados convencionales, de 3.17%.

La resistencia obtenida con agregados morrénicos se ve incrementada ligeramente en un 3.17%, sin embargo este incremento de la resistencia es positivo para el concreto aplicado en obras civiles debido que no se posee un control estricto ni adecuado en obra, por lo que un incremento de resistencia es importante asegurando lograr la resistencia promedio requerida a la compresión que para nuestro caso fue de 210 kg/cm², debido a que genera una mezcla trabajable sin la necesidad de incremento de agua a la mezcla, lo que usualmente se realiza en obra por parte de los maestro de obra sin importar las consecuencias sobre resistencia el incremento de agua a la mezcla con el fin de obtener una mezcla más trabajable. En comparación al antecedente nacional, para la resistencia se observó que según Contreras (2014), para una dosificación de 650 ml por cada 100 kg de cemento y para los 28 días de curado se obtuvo un incremento significativo obtenido una resistencia de 106.90% y 115.60% en comparación de la mezcla patrón. Mientras que

para las dosis más elevadas la cual fue de 1050 ml por cada 100 kg de cemento las resistencias a los 28 días no presentaron mayor alteración manteniendo valores cercanos al obtenido en la mezcla patrón. Para la presente tesis se observó una ligera mejoría en la resistencia, pues obtuvimos un incremento de 3.17% de resistencia a los 28 días con las dosificaciones de cada material perteneciente al diseño de mezcla.

CONCLUSIONES

- 1) Se determinó que el uso de los agregados morrénicos en las mezclas de concreto para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, influyen positivamente en las propiedades físico mecánicas del concreto sin embargo, la exudación se ve influenciada negativamente debido a que se incrementa excesivamente, debilitando las capas superficiales y generando conductos capilares por donde el agua asciende, por lo que solo se requerirá un cuidado adecuado de la exudación así como se preverá un adecuado curado de concreto cuando se tenga un gran área expuesta propensa al fisuramiento por contracción y la elevada evaporación del agua debido a la exudación resultante.
- 2) Los agregados morrénicos presentan una granulometría favorable para el diseño de mezcla del concreto, como tamaño máximo $\frac{3}{4}$ "; estos pueden formar parte de la base genérica del concreto,
- 3) Se determinó que los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades físicas del concreto incrementando en un 94.34% la trabajabilidad de la mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a la mezcla elaborada con agregados convencionales, lo cual es positivo aplicado a obras civiles del Valle del Mantaro, debido a que este incremento en la trabajabilidad mejora la colocación del concreto en elementos estructurales que posean un tráfico de acero significativo, así como permite obtener mejores acabados y se evita cangrejeras en los elementos estructurales causado por la mayor fluidez de la mezcla que se utiliza para obtener un concreto de resistencia adecuada.
Se identificó que los agregados morrénicos incrementan significativamente la exudación del concreto en un 34% con respecto al concreto con agregados convencionales, lo cual, contrario a lo esperado, generó una exudación excesiva, lo que incrementa la relación agua cemento en la superficie del concreto, siendo esto negativo para el concreto, por lo cual su aplicación en obras civiles requerirá un cuidado

especial pocas horas posteriores a la colocación del concreto en losas con el fin de evitar el fisuramiento excesivo, así como la evaporación acelerada del agua exudada. También se incrementó el tiempo de fraguado final en las muestras con agregados morrénicos, la diferencia promedio entre los tiempos de fragua finales fue de 65.5 minutos, 16.40%; siendo mayor el tiempo de fragua total el de las muestras con agregados morrénicos, con respecto al uso de este tipo de concreto es positivo debido al poco personal que se utiliza para la colocación de concreto en elementos estructurales y al tiempo que demoraría su colocación, por lo que al tener un concreto fluido durante mayor tiempo ayuda a realizar la colocación del concreto de forma adecuada.

- 4) Se determinó que los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades mecánicas del concreto, obteniéndose un incremento de 3.17% de la resistencia en las muestras experimentales con agregados morrénicos a los 28 días. El uso en obras civiles es recomendable ya que nos permite obtener mayores resistencias a edades tempranas e incluso incrementa ligeramente la resistencia del concreto para los 28 días respecto al uso de un concreto con agregados convencionales.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda tener en cuenta la variación que genera el uso de agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto (trabajabilidad, exudación, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión) al momento de ser aplicado, especialmente con la exudación debido a que puede generar cambios de volumen o fisuramiento superficial.
- 2) Se recomienda hacer este estudio para otras resistencias del concreto aplicadas a diferentes tipos de estructuras, tales como estribos de puentes, losas puentes, presas, etc. con un análisis granulométrico para dicha estructura.
- 3) Se recomienda realizar un ensayo de impermeabilidad del concreto según la ASTM C 1585, con la finalidad de verificar en que otras propiedades los agregados morrénicos generan una influencia positiva.
- 4) Se recomienda realizar un estudio de la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades mecánicas del concreto como son: durabilidad, contracción superficial, elasticidad y extensibilidad del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Abad, J. (2016). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de concretos autocompactantes de altas prestaciones con la inclusión de fibras de plásticas normalizadas y recicladas. Universidad de Cuenca. Ecuador.
2. Albarracín, J. (2017). Los Agregados. Tecnología del concreto 123. España.
3. Bosch, D. (2013). Granulometría, Plasticidad, Clasificación de suelos. Universidad de las Américas.
4. Cisternas, J. (2016). Colonización de morrenas en glaciar Moscos, Región de Aysén, Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
5. De Guzman, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
6. Montero, I. (2017). ¿Qué son los agregados?. Blog 360 del concreto. España.
7. Morales, V. (2015). Estudio de concretos de alta durabilidad. Universidad Autónoma de México. México.
8. Pastor, J. (2016). Morrenas. Revista Digital EcuRed. España.

9. Reglamento Nacional de Edificaciones, OS. 090 (Decreto Supremo N° 022 26 de Noviembre de 2009).
10. Rodriguez, J. (2011). Teoria y práctica de la Investigacion Cientifica. Huancayo, Perú.
11. Rosas, E. (2017). Preparación del concreto. Lima, Perú.
12. Sampieri. (2003). Metodologia de la Investigación. Colombia.

NORMAS TÉCNICAS PERUANAS

1. NTP 339.034:2015 HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
2. NTP 339.035:1999 HORMIGON (CONCRETO) Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
3. NTP 400.012:2013 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
4. NTP 400.021:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

5. NTP 400.022:2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.
6. NTP 400.037:2014 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.

NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONALES

1. ACI Committee 211. Práctica estándar para seleccionar el proporciónamiento de concreto de peso normal, pesado y masivo.
2. ASTM C 232 Método de ensayo para determinar el sangrado (exudación) del concreto. Standard test methods for bleeding of concrete.
3. ASTM C125 Terminología de norma relacionada con el concreto con el concreto y los agregados para concreto. Standard Terminology Relating to Concrete and Aggregates.
4. ASTM C33 Especificación de norma para agregados para concreto. Standard specification for concrete aggregates.

ANEXOS

ANEXO N°1 - MATRIZ DE CONSISTENCIA

“INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLE Y DIMENSIONES | METODOLOGÍA |
|---|--|---|---|---|
| <p>1. PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro?</p> <p>2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuál es el resultado del análisis granulométrico de los agregados morrénicos para el diseño de mezcla del concreto?</p> <p>b) ¿De qué manera los agregados morrénicos influyen en las propiedades físicas del concreto?</p> <p>c) ¿De qué manera los agregados morrénicos influyen en las propiedades mecánicas del concreto?</p> | <p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro.</p> <p>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Verificar el resultado del análisis granulométrico de los agregados morrénicos para el diseño de mezcla del concreto.</p> <p>b) Determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades físicas del concreto.</p> <p>c) Determinar la influencia de los agregados morrénicos en las propiedades mecánicas del concreto.</p> | <p>1. HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades físico mecánicas del concreto en el Valle del Mantaro.</p> <p>2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) El resultado del análisis granulométrico de los agregados morrénicos para el diseño de mezcla del concreto es favorable.</p> <p>b) Los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades físicas del concreto.</p> <p>c) Los agregados morrénicos influyen positivamente en las propiedades mecánicas del concreto.</p> | <p>1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</p> <p>Agregados morrénicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones - Extracción de los agregados morrénicos. <p>2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</p> <p>Propiedades físicas del concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones - Trabajabilidad - Tiempo de fraguado - Exudación <p>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</p> <p>Propiedades mecánicas del concreto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones - Resistencia a la compresión | <ul style="list-style-type: none"> • MÉTODO DE INVESTIGACIÓN Método Científico • TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada • NIVEL DE INVESTIGACIÓN Explicativo • DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Experimental • POBLACIÓN La población total estuvo conformada por 30 probetas de 6" x 12" elaboradas con un diseño de mezcla de concreto con agregados convencionales y un diseño de mezcla de concreto con agregados morrénicos. • MUESTRA Es igual a la población, diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm² con agregados convencionales (grupo control 15 probetas) y con agregados morrénicos (grupo experimental 15 probetas). |

ANEXO N°2 – PANEL FOTOGRÁFICO



IMAGEN 1: CANTERA DE PILCOMAYO – AGREGADOS MORRÉNICOS. En la imagen se observa la cantera de extracción de materiales.



IMAGEN 2: CANTERA DE PILCOMAYO – AGREGADOS MORRÉNICOS. En la imagen se observa la cantera de extracción de materiales.



IMAGEN 3: MUESTRA DE AGREGADOS CONVENCIONALES Y MORRÉNICOS. En la imagen se observa traslado de muestras al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto



IMAGEN 4: ENSAYO DE TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO. En la imagen se observa la elaboración del ensayo y determinación del Slump.



IMAGEN 5: ENRASE DE PROBETAS. En la imagen se observa la elaboración de probetas de concreto.



IMAGEN 6: PROBETAS DE CONCRETO. En la imagen se observa las probetas de concreto para el curado.



IMAGEN 7: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO. En la imagen se observa la rotura de probetas.



IMAGEN 8: FASE DE GABINETE. En la imagen se observa la elaboración del informe final de tesis.

2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTROL DE CALIDAD CANTERA PILCOMAYO



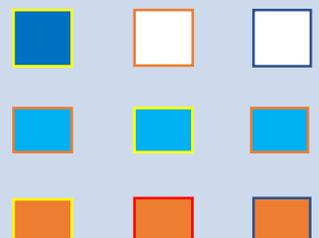
TESIS

“INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”

Bach. SUÁREZ HUAPAYA, PATRICIA ELIZABETH



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC





SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO"
UBICACIÓN : CANTERA PILCOMAYO
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : CANTERA PILCOMAYO
Prof. (m) : 150 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO – ASTM D-422

| | |
|--------------|------|
| Peso + Tara: | 2100 |
| Tara: | 100 |
| Peso: | 2000 |

| TAMIZ | DIÁMETRO (mm) | PESO RETENIDO | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
|--------------|---------------|---------------|------------|----------------------|------------|
| 1 1/2" | 37.5 | 0.00 | - | - | 100.00 |
| 1" | 25.4 | - | - | - | 100.00 |
| 3/4" | 19 | 731.50 | 36.58 | 36.58 | 63.43 |
| 1/2" | 12.7 | 614.50 | 30.73 | 67.30 | 32.70 |
| 3/8" | 9.5 | 548.50 | 27.43 | 94.73 | 5.27 |
| N° 4 | 4.75 | 103.00 | 5.15 | 99.88 | 0.12 |
| N° 8 | 2.36 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°16 | 1.18 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°30 | 0.59 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°50 | 0.295 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N°100 | 0.1475 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| N° 200 | 0.0737 | - | - | 99.88 | 0.12 |
| Fondo | | 2.50 | 0.13 | 100.00 | - |
| TOTAL | | 2,000.00 | 100.00 | TMN: | 3/4" |

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318

| | |
|-------------------|----|
| % LIMITE LIQUIDO | NP |
| % LIMITE PLASTICO | NP |
| % INDICE PLASTICO | NP |

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO"
UBICACIÓN : CANTERA PILCOMAYO
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2019

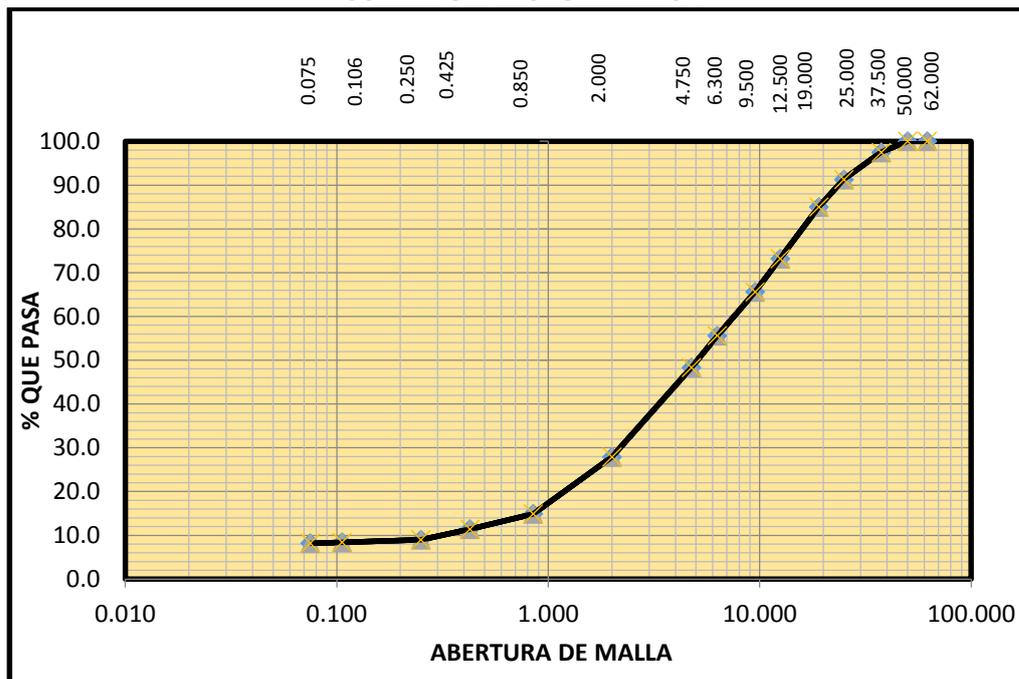
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : CANTERA PILCOMAYO

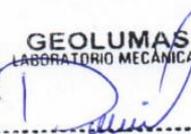
Prof. (m) : 150 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO – ASTM D-422

CURVA GRANULOMETRICA



| | |
|-------|--------|
| FINO | 8.20% |
| ARENA | 40.10% |
| GRAVA | 51.70% |

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO"
UBICACIÓN : CANTERA PILCOMAYO
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : CANTERA PILCOMAYO

Prof. (m) : 150 mts

MATERIAL QUE PASA TAMIZ N° 200 ASTM C-117

| | |
|-----------------------------------|-------|
| MATERIAL QUE PASA TAMIZ N° 200 | 25.6% |
|-----------------------------------|-------|

OBSERVACIONES

- 1.- EL PASANTE DE LA MALLA 200 SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS RANGOS PERMISIBLES
- 2.- MUESTRA FUE IDENTIFICADO POR PERSONAL TECNICO GEOLUMAS SAC
- 3.- EL MATERIAL PASANTE POR EL TAMIZ N° 200, SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS, EL MATERIAL ES APTO PARA SU USO EN LA ELBAORACION DE UNIDADES DE LADRILLOS.


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO"
UBICACIÓN : CANTERA PILCOMAYO
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : CANTERA PILCOMAYO
Prof. (m) : 150 mts

AGREGADO FINO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C-566

| | |
|---|-------|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | 557 |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | 530.5 |
| TARA | 57 |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | 26.5 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 5.60% |


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”
UBICACIÓN : CANTERA PILCOMAYO
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2019

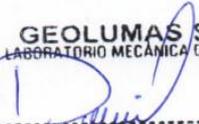
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : CANTERA PILCOMAYO
Prof. (m) : 150 mts

AGREGADO GRUESO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C-566

| | |
|---|--------|
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg) | 1096.5 |
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg) | 1092 |
| TARA | 96.5 |
| CONTENIDO DE AGUA (kg) | 4.5 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 0.45% |

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO"
UBICACIÓN : CANTERA PILCOMAYO
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : CANTERA PILCOMAYO
Prof. (m) : 150 mts

AGREGADO GRUESO**I. PESO UNITARIO SUELTO**

| DESCRIPCIÓN | M-1 | M-2 | M-3 |
|--|-------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg) | 19.479 | 19.412 | 19.401 |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | 11.738 | 11.738 | 11.738 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | 7.741 | 7.674 | 7.663 |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | 180 | 180 | 180 |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m³) | 1393 | 1381 | 1379 |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | 1385 | | |

II. PESO APARENTE COMPACTADO

| DESCRIPCIÓN | M-1 | M-2 | M-3 |
|--|-------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg) | 20.562 | 20.468 | 20.531 |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | 11.738 | 11.738 | 11.738 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | 8.824 | 8.730 | 8.793 |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | 180 | 180 | 180 |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m³) | 1588 | 1571 | 1583 |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | 1581 | | |


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO. CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO"
UBICACIÓN : CANTERA PILCOMAYO
FECHA : 04 DE JUNIO DEL 2019

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : CANTERA PILCOMAYO
Prof. (m) : 150 mts

AGREGADO FINO**I. PESO UNITARIO SUELTO**

| DESCRIPCIÓN | M-1 | M-2 | M-3 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg) | 21.661 | 21.874 | 21.947 |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | 11.738 | 11.738 | 11.738 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | 9.923 | 10.136 | 10.209 |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | 180 | 180 | 180 |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m3) | 1786 | 1824 | 1838 |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | 1816 | | |

II. PESO APARENTE COMPACTADO

| DESCRIPCIÓN | M-1 | M-2 | M-3 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (kg) | 23.005 | 23.116 | 23.170 |
| PESO DE RECIPIENTE (kg) | 11.738 | 11.738 | 11.738 |
| PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg) | 11.267 | 11.378 | 11.432 |
| FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE | 180 | 180 | 180 |
| PESO APARENTE SUELTO (kg/m3) | 2028 | 2048 | 2058 |
| PESO UNITARIO PROMEDIO | 2045 | | |


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



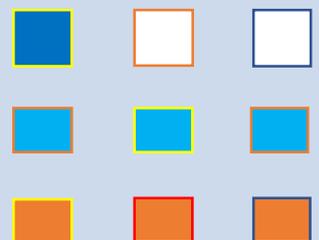
TESIS

“INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”

Bach. SUÁREZ HUAPAYA, PATRICIA ELIZABETH



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS N°
01
GEOLUMAS SAC





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C – 39)

SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”
UBICACIÓN : **CANTERA PILCOMAYO – AGREGADOS CONVENCIONALES**
FECHA : 26 DE JULIO DEL 2019

| N° | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN ROTURA MM | ALTURA DE ESPECIMEN MM | RESISTENCIA DE ESPECIMEN (kg/cm2) | RESISTENCIA DE DISEÑO | % RESISTENCIA |
|----|---------------------------|-----------------|-----------------|------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | R-001 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 93.10 | 210 | 44% |
| 2 | R-002 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 94.70 | 210 | 45% |
| 3 | R-003 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 96.90 | 210 | 46% |
| 4 | R-004 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 142.60 | 210 | 68% |
| 5 | R-005 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 149.40 | 210 | 71% |
| 6 | R-006 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 151.40 | 210 | 72% |


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 149416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTÉCNICA Y GEOLÓGIA



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C – 39)

SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”
UBICACIÓN : **CANTERA PILCOMAYO – AGREGADOS CONVENCIONALES**
FECHA : 26 DE JULIO DEL 2019

| | | | | | | | | | |
|----|-------|------------|------------|----|-------|-------|--------|-----|------|
| 7 | R-007 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 173.10 | 210 | 82% |
| 8 | R-008 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 177.80 | 210 | 85% |
| 9 | R-009 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 179.40 | 210 | 85% |
| 10 | R-010 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 228.40 | 210 | 109% |
| 11 | R-011 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 229.70 | 210 | 109% |
| 12 | R-012 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 231.00 | 210 | 110% |
| 13 | R-013 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 252.00 | 210 | 120% |
| 14 | R-014 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 257.80 | 210 | 123% |
| 15 | R-015 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 258.50 | 210 | 123% |



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 143416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTÉCNICA Y GEODISIA



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C – 39)

SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”
UBICACIÓN : **CANTERA PILCOMAYO – AGREGADOS MORRÉNICOS**
FECHA : 26 DE JULIO DEL 2019

| N° | ESTRUCTURA DE PROCEDENCIA | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ROTURA | EDAD | DIAMETRO ESPECIMEN ROTURA MM | ALTURA DE ESPECIMEN MM | RESISTENCIA DE ESPECIMEN (kg/cm2) | RESISTENCIA DE DISEÑO | % RESISTENCIA |
|----|---------------------------|-----------------|-----------------|------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | R-001 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 113.30 | 210 | 54% |
| 2 | R-002 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 116.70 | 210 | 56% |
| 3 | R-003 | 25/06/2019 | 28/06/2019 | 3 | 15.24 | 30.48 | 118.60 | 210 | 56% |
| 4 | R-004 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 162.30 | 210 | 77% |
| 5 | R-005 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 169.10 | 210 | 81% |
| 6 | R-006 | 25/06/2019 | 02/07/2019 | 7 | 15.24 | 30.48 | 164.60 | 210 | 78% |


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO GEOTÉCNICA Y GEODISIA



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C – 39)

SOLICITANTE : PATRICIA ELIZABETH SUÁREZ HUAPAYA
PROYECTO : “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS MORRÉNICOS EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO EN EL VALLE DEL MANTARO”
UBICACIÓN : **CANTERA PILCOMAYO – AGREGADOS MORRÉNICOS**
FECHA : 26 DE JULIO DEL 2019

| | | | | | | | | | |
|----|-------|------------|------------|----|-------|-------|--------|-----|------|
| 7 | R-007 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 193.50 | 210 | 32% |
| 8 | R-008 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 192.80 | 210 | 32% |
| 9 | R-009 | 25/06/2019 | 09/07/2019 | 14 | 15.24 | 30.48 | 196.10 | 210 | 33% |
| 10 | R-010 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 245.90 | 210 | 117% |
| 11 | R-011 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 248.20 | 210 | 118% |
| 12 | R-012 | 25/06/2019 | 16/07/2019 | 21 | 15.24 | 30.48 | 249.60 | 210 | 119% |
| 13 | R-013 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 273.30 | 210 | 130% |
| 14 | R-014 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 275.10 | 210 | 131% |
| 15 | R-015 | 25/06/2019 | 23/07/2019 | 28 | 15.24 | 30.48 | 278.40 | 210 | 133% |


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 143416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO

